

Władysław Wornalkiewicz

**IMPLEMENTACJA
INFORMATYCZNA WYBRANYCH
METOD ILOŚCIOWYCH**

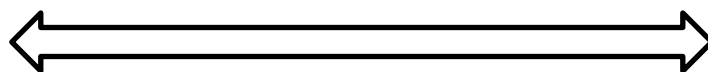


Bratysława 2020

Władysław Wornalkiewicz

**IMPLEMENTACJA
INFORMATYCZNA WYBRANYCH
METOD ILOŚCIOWYCH**

*Pani Profesor
Tetyanie Nestorenko
za życzliwość w publikowaniu
artykułów zawartych w tej monografii*



Bratysława 2020

ISBN 978 – 80 – 973568 – 0 – 4

*Zatwierdzone na posiedzeniu Rady Naukowej
Wydziału Humanistyczno-Ekonomicznego
Państwowego Uniwersytetu Pedagogicznego w Berdiańsku,
protokół nr 4 (22 października 2019 r.)*

Władysław Wornalkiewicz. **Implementacja informatyczna wybranych metod ilościowych.**
Monografia. – Bratysława: Wydawnictwo DENAKYR, s. r. o., 2020. – 500 s.

Recenzenci:

Aleksander Ostenda – doktor, profesor WST, Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach (Polska)
Iryna Yemchenko – doktor habilitowany, profesor, Uniwersytet Handlowo-Ekonomiczny we Lwowie
Pavlo Zakharchenko – doktor habilitowany, profesor, Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny w Berdiańsku

Rada redakcyjna:

Ihor Bohdanov, Nadiya Dubrovina (Słowacja), Wojciech Duczmal (Polska),
Tamara Makarenko, Tetyana Nestorenko, Oleksandr Nestorenko (Słowacja),
Tadeusz Pokusa (Polska), *Sławomir Śliwa* (Polska)

Autor ponosi pełną odpowiedzialność za tekst, cytaty i ilustracje

Kompilacja redakcyjna
Państwowego Uniwersytetu Pedagogicznego w Berdiańsku
ul. Shmidta 4 71100 Berdiańsk
tel. +380615336244 www.bdpu.com

Wydawnictwo
DENAKYR, s. r. o. Prievozská 14/A, 821 09 Bratysława – dzielnica miasta Ružinov, Słowacja. IČO
50304887, DIČ 2120296200

© Władysław Wornalkiewicz, 2020
© Wydawnictwo Państwowego Uniwersytetu
Pedagogicznego w Berdiańsku, 2020
© Wydawnictwo DENAKYR, s. r. o., Bratysława, 2020

ISBN 978 – 80 – 973568 – 0 – 4

Spis treści

Wprowadzenie	10
Przedmowa	10
Streszczenia publikacji	13
Opis literatury własnej (uzupełniającej)	21
1. Ranking metod ilościowych	31
1.1. Miejsce w przestrzeni wirtualnej	31
1.2. Ogólna statystyka korzystania z blogu	33
1.3. Statystyki tematyczne dla roku 2015	36
1.4. Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa	38
1.5. Zagadnienia	40
2. Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej	41
2.1. Wstęp	41
2.2. Funkcjonalność menu bocznego	44
2.3. Statystyki witryny	47
2.4. Wpisy na stronie głównej i na stronach strony tematycznych	48
2.5. Przykład wpisu „Pytania i zadania zaliczeniowe”	50
2.6. Strony (<i>Seites</i>) w ramach blogu	51
2.7. Statystyki szczegółowe	52
2.8. Zagadnienia	55
3. Popularyzacja metod ilościowych poprzez media społecznościowe	56
3.1. Wstęp	56
3.2. Domena internetowa	57
3.3. Oprogramowanie wyszukiwarek	58
3.4. Algorytmy stosowane w wyszukiwarkach	59
3.5. Przykładowe firmy i wyszukiwarki internetowe	59
3.6. Zagadnienia	60
4. Aplikacje stosowane w projektowaniu stron WWW	61
4.1. Wprowadzenie	61
4.2. Stanowiska w zespole projektującym aplikacje webowe	63
4.3. Przykładowe aplikacje technologii tworzenia stron WWW	65
4.4. Zagadnienia	70
5. Modelowanie ekonometryczne ruchu internetowego	71
5.1. Zastosowanie modelu wielomianowego	71
5.2. Modele Holta-Wintersa	74
5.3. Sformułowanie modelu multiplikatywnego	75
5.4. Propozycja zastosowania modelu podwójnego wyrównywania wykładniczego	79
5.5. Próba wyłonienia procedury wynikowej	80
5.6. Zagadnienia	81
6. Wybór lokalizacji obiektu z zastosowaniem programu Expert Choice	82
6.1. Wprowadzenie do programu	82
6.2. Przykładowa struktura modelu	83
6.3. Ocena liczbowa kryteriów i wariantów	85
6.4. Wyniki końcowe – synteza ocen	89
6.5. Zagadnienia	91

7. Udoskonalenie techniki przepływów logistycznych	92
7.1. Słowo wstępne	92
7.2. Pomysły na udoskonalenie działania organizacji	92
7.3. Doskonalenie przepływu na przykładzie procesu logistycznego	94
7.4. Zastosowanie WinQSB do tworzenia i analizy sieci przedsiębiorzeń	96
7.5. Technika <i>Dokładnie na czas</i>	99
7.6. Wizualny system sterowania przepływem	99
7.7. Narzędzie logicznego wnioskowania	100
7.8. Potrzeba infrastruktury informacyjnej	100
7.9. Zagadnienia	101
8. EDI w procesie logistycznym	102
8.1. Wstęp	102
8.2. Standardy EDI	104
8.3. Wybrane pojęcia dotyczące logistyki	104
8.4. Funkcje spedytora drobnicowego krajowego	110
8.5. Przykłady firm logistycznych uwzględniających EDI	110
8.6. Nowe rozwiązania EDI	112
8.7. Zastosowanie technologii internetowych w centrum logistycznym	113
8.8. Identyfikatory GS1	114
8.9. Logistyczny łańcuch dostaw	115
8.10. Wsparcie procesów logistycznych	117
8.11. Zagadnienia	118
9. Aplikacje mobilne w logistyce	120
9.1. Wstęp	120
9.2. Przykłady branżowo zorientowanych aplikacji mobilnych	120
9.3. Projektowanie aplikacji mobilnych	124
9.4. Standardowe aplikacje mobilne	127
9.5. Zagadnienia	129
10. Narzędzia zarządzania procesem spedycyjno-transportowym	130
10.1. Wstęp	130
10.2. Zintegrowany system zarządzania transportem	130
10.3. Wielojęzyczny program nadzoru usług logistycznych	133
10.4. Profesjonalny program do zarządzania transportem i spedycją	133
10.5. Program dla spedycji	134
10.6. Rozwiązanie zintegrowane z ERP i BI	135
10.7. Zagadnienia	137
11. Rozwiązanie problemu transportowego metodą VAM	138
11.1. Wstęp	138
11.2. Procedura rozwiązywania zadania decyzyjnego transportowego metodą VAM z zastosowaniem formuł Excela	139
11.3. Zastosowanie metody simpleks	144
11.4. Rozwiązanie zadania modulem pakietu WinQSB	146
11.5. Zagadnienia	147
12. Rozwiązanie komputerowe zagadnienia komiwojażera	148
12.1. Słowo wstępne	148
12.2. Asymetryczny problem komiwojażera	151

12.3. Symetryczny problem komiwojażera	154
12.4. Wspomaganie Excelem algorytmu Little'a	156
12.5. Zagadnienia	162
13. Optymalizacja marszrutyzacji przewozów z zastosowaniem funkcji Excela	163
13.1. Wprowadzenie	163
13.2. Model zadania klasy VRP	165
13.3. Określenie danych wejściowych i formuł do realizacji Solverem	167
13.4. Skorzystanie z metody optymalizacji „LP simpleks” w Solverze	170
13.5. Zagadnienia	175
14. Marszrutyzacja przewozów z zastosowaniem programu WinQSB	176
14.1. Wstęp	176
14.2. Model matematyczny zadania decyzyjnego klasy VRP	177
14.3. Założenia do testowania modelu programem WinQSB	178
14.4. Procedura sformułowania zadania decyzyjnego w WinQSB	179
14.5. Rozwiązanie problemu decyzyjnego o zmiennych mieszanych	182
14.6. Zagadnienia	184
15. Programowanie wielokryterialne z zastosowaniem WinQSB	185
15.1. Wstęp	185
15.2. Zagadnienie optymalizacji dwukryterialnej	185
15.3. Programowanie wielokryterialne wspomaganie metodą geometryczną	187
15.4. Programowanie wielokryterialne z priorytetem – zastosowanie simpleksa	190
15.5. Zagadnienia	194
16. Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych	197
16.1. Wprowadzenie	197
16.2. Logistyka w zakresie potrzeb przedsiębiorstw	200
16.3. Wstępne podejście do prognozowania krótkookresowego	203
16.4. Optymalizacja doboru parametrów w modelu multiplikatywnym	205
16.5. Zagadnienia	210
17. Promocja produktu i wizerunku firmy w Internecie	211
17.1. Korzystanie z domeny Google	211
17.2. Porady marketerów internetowych	213
17.3. Studia specjalistyczne i dalsze publikacje internetowe	216
17.4. Zagadnienia	218
18. Symulacja biznesowa	219
18.1. Słowo wstępne	219
18.2. Stosowane aplikacje w zakresie symulacji biznesowej	219
18.3. Oferty szkoleniowe	224
18.4. Publikacje zwarte	224
18.5. Inne aktywne metody wspomaganie uczenia się biznesu	255
18.6. Zagadnienia	226
19. Weryfikacja badania przy porównywaniu parami	227
19.1. Wstęp	227
19.2. Zastosowanie porównań cyfrowych parami	228
19.3. Porównanie parami alternatyw	230

19.4. Podsumowanie wyników	232
19.5. Zagadnienia	234
20. Wspomaganie zarządzania ryzykiem	235
20.1. Wstęp	235
20.2. Wstępna budowa struktury hierarchicznej	236
20.3. Ocena liczbowa kryteriów i wariantów	239
20.4. Wprowadzenie ocen liczbowych i uzyskanie preferencji lokalnych	243
20.5. Zestawienie ocen	247
20.6. Zagadnienia	249
21. Prognozowanie z zastosowaniem modelu multiplikatywnego	250
21.1. Wprowadzenie	250
21.2. Model Holta-Wintersa bez sezonowości	252
21.3. Model Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną	253
21.4. Model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną	257
21.5. Problematyka frazy <i>Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa</i>	257
21.6. Zagadnienia	259
22. Echa migracji w wybranej literaturze (Stosowane metody i modele)	260
22.1. Wstęp	260
22.2. Korzystanie ze współczesnej biblioteki	261
22.3. Demografia – migracje	265
22.4. Pogoń za szczęściem	269
22.5. Adaptacje środowiskowe polskich imigrantów	269
22.6. Uchodźstwo	271
22.7. Starzenie się populacji	273
22.8. Modelowanie procesów demograficznych	274
22.9. Skutki migracji	275
22.10. Zagadnienia	277
23. Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznyc	278
23.1. Wprowadzenie	278
23.2. Szeregi czasowe wybranych cech statystycznych (przyczyn, skutku)	280
23.3. Założenie do cech przyczyny i skutku	287
23.4. Prognozowanie migracji (odpływ) poprzez zastosowanie wag harmonicznyc	289
23.5. Obliczenie prognoz	291
23.6. Zagadnienia	292
24. Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji	293
24.1. Wprowadzenie	293
24.2. Pracujący w handlu	293
24.3. Pracujący w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności	299
24.4. Zagadnienia	303
25. Potrzeba utworzenia piramidy wskaźników procesów ludnościowych	305
25.1. Wstęp	305
25.2. Wybrane podstawowe pojęcia	306
25.3. Wybrane metadane do tworzenia piramidy <i>Du Ponta</i>	308
25.4. Dodatkowe wskaźniki wymienione w <i>Bazie Demografia</i>	310
25.5. Skorzystanie z generatora raportów dla określenia rodzaju danych	312
25.6. Zagadnienia	315

26. Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności	316
26.1. Wstęp	316
26.2. Dostęp do danych statystycznych	318
26.3. Zamierzenia początkowe i przyjęte założenia	321
26.4. Modelowanie ekonometryczne cechy złożonej <i>Mio</i>	321
26.5. Zastosowanie opcji <i>Malmquist</i>	323
26.6. Sugestia wyznaczenia wag znaczeń społecznych	327
26.7. Zagadnienia	329
27. Zastosowanie taksonomii wrocławskiej	334
27.1. Wstęp	334
27.2. Przygotowanie danych testowych	334
27.3. Odległości euklidesowe	339
27.4. Zagadnienia	345
28. Modelowanie ekonometryczne zjawiska	346
28.1. Tekst przykładu	346
28.2. Modelowanie zmiennych	346
28.3. Wyznaczenie współczynników korelacji	348
28.4. Statystyka opisowa	349
28.5. Oszacowanie parametrów modeli	351
28.6. Zagadnienia	354
29. Budowa i weryfikacja modelu ekonometrycznego w wybranych programach	355
29.1. Wstęp	355
29.2. Budowa modelu ekonometrycznego w Gretl	356
29.3. Przygotowanie do realizacji w programie R	358
29.4. Weryfikacja podstawowa modelu końcowego	363
29.5. Zagadnienia	367
30. Estymowanie parametrów modelu ekonometrycznego programem Gretl	368
30.1. Wstęp	368
30.2. Dane wejściowe	369
30.3. Zastosowanie metody <i>a posteriori</i>	373
30.4. Weryfikacja modelu	377
30.5. Zagadnienia	379
31. Modelowanie ekonometryczne z użyciem algebry liniowej macierzy	380
31.1. Wstęp	380
31.2. Estymacja parametrów modelu zmiennej X_3 w środowisku R	382
31.3. Zastosowanie funkcji macierzowych programu R	386
31.4. Wprowadzenie parametru stałego do równania liniowego modelu ekonometrycznego	389
31.5. Zastosowanie funkcji macierzowych Excela	391
31.6. Inne operacje w R na macierzach	393
31.7. Zagadnienia	396
32. Iteracyjna optymalizacja parametrów w wybranych modelach	397
32.1. Uogólniony model Holta	397
32.2. Modele wyrównywania wykładniczego w programie WinQSB	398
32.3. Zastosowanie dodatku Solver Excela	401
32.4. Zagadnienia	406

33. Modelowanie umieralności	407
33.1. Wstęp	407
33.2. Skorzystanie z <i>Bazy Demografia</i>	408
33.3. Zlogarytmowany cząstkowy współczynnik zgonów	409
33.4. Wykrywanie punktów przełączania	412
33.5. Zagadnienia	415
34. Techniki rozwiązań optymalizacyjnych zadania decyzyjnego	416
34.1. Wstęp	416
34.2. Zastosowanie pakietu WinQSB	416
34.3. Rozwiązanie zadania w dodatku Solver Excela 97	418
34.4. Rozwiązanie zadania w dodatku Solver Excela 2010	419
34.5. Rozwiązanie manualne sposobem według elementu rozwiązującego	421
34.6. Zastosowanie rachunku macierzowego	422
34.7. Zastosowanie programu Matlab	425
34.8. Rozwiązanie zadania w programie Octave	426
34.9. Zagadnienia	428
35. Zastosowanie edytora Tinn-R do optymalizacji programem R	429
35.1. Wstęp	429
35.2. Instalowanie R	430
35.3. Uruchomienie programu R	433
35.4. Instalowanie edytora Tinn-R	434
35.5. Uruchomienie RGui w programie R	436
35.6. Rozwiązanie problemu za pomocą programu Tinn-R	437
35.7. Zagadnienia	438
36. Elementy modelowania grafiki w programie R	439
36.1. Zastosowanie komendy persp()	439
36.2. Rysowanie powierzchni i płaszczyzn	441
36.3. Tworzenie histogramów	444
36.4. Import danych z Excela i dalsza praca nad histogramami	445
36.5. Nakładanie wykresów	449
36.6. Zagadnienia	450
37. Wstęp do projektowania pulpitów menadżerskich w Excelu	451
37.1. Sugestie tworzenia pulpitów menadżerskich	451
37.2. Korzystanie z tabeli przestawnej	454
37.3. Realizacja jednoczesna tabel i wykresów przestawnych	461
37.4. Fragmentatory	462
37.5. Zagadnienia	463
38. Uwarunkowania środowiska pracy serwerowni	464
38.1. Wstęp	464
38.2. Pojęcie „serwerownia”	464
38.3. Zabezpieczenie elementów architektonicznych	465
38.4. Wspomaganie „schładzania” serwerowni	467
38.5. Zagadnienia	469

39. Zastosowanie konwertera plików	471
39.1. Wstęp	471
39.2. Przykład zastosowania audio konwertera	471
39.3. Nowa wersja encodera	475
39.4. Rodzaje plików multimedialnych	475
39.5. Przykładowe programy do konwersji audio	477
39.6. Zagadnienia	478
40. Konwersja pliku audio na tekstowy	479
40.1. Wstęp	479
40.2. Rozpatrzenie aplikacji	480
40.3. Porównanie tekstów	482
40.4. Zagadnienia	483
41. <i>Big Data</i> – narzędzie cyberbezpieczeństwa	484
41.1. Wstęp	484
41.2. Forum cyberbezpieczeństwa	484
41.3. Nowy żywioł <i>cyberprzestrzeń</i>	486
41.4. <i>Big Data</i>	489
41.5. Złożoność technologii <i>Big Data</i>	490
41.6. Zagadnienia	492
Bibliografia	493
Indeks rzeczowy	498

Wprowadzenie

Przedmowa

Wydawać by się mogło, że tak specyficzne zagadnienia jakie wchodzą w skład metod ilościowych nie zbudzą zainteresowania internautów. Tymczasem założony przez zemnie blog „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych” ciągle ma licznych fanów. Menu główne tego blogu przedstawiono na Rycinie 1.



Źródło: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/>.

Ryc. 1. Menu główne blogu „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”

Spójrzmy teraz na statystykę wejść internautów do omawianego blogu, zwanego też witryną przez cały okres jego trwania z podziałem na lata i miesiące.

	Sty	Lu	Mar	Kwi	Maj	Czer	Lip	Sier	Wrz	Paźdź	List	Gru	W sumie
2012	73	576	538	810	1 633	1 286	278	135	319	461	576	704	7 389
2013	1 419	1 557	1 140	1 597	1 782	2 087	607	493	939	969	1 442	1 361	15 393
2014	2 522	1 652	1 866	1 022	1 342	1 648	318	266	726	1 280	1 688	1 664	15 994
2015	4 340	1 555	1 509	1 310	2 003	2 086	414	327	758	789	1 293	1 287	17 671
2016	2 541	1 585	1 263	1 507	1 886	1 991	430	321	763	1 064	1 528	1 320	16 199
2017	2 710	1 835	1 981	1 643	2 315	2 530	606	542	894	1 280	1 752	1 489	19 577
2018	2 609	1 996	1 589	1 542	2 599	3 125	667	442	714	892	1 446	1 276	18 897
2019	2 276	982	1 316	1 161	1 618	2 358	482	309	319				10 821

Najbardziej lubiane są wpisy precyzyjnie definiujące postępowanie związane z określeniem najlepszego wariantu, czy też prognozowaniem. Zaskakujące powodzenie ma wpis formalizujący równaniami matematycznymi, ze wspomaganiami informatycznym, dotyczący prognozowania z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa, ze szczególnym uwzględnieniem sezonowości multiplikatywnej. Początek najpopularniejszych wpisów, spośród opublikowanych publicznie 98, dotyczących metod ilościowych na dzień 13.09.2019, przez cały okres trwania blogu pokazano na Rycinie 2.

Tytuł	Wyświetleń
Home page / Archives	78 119
Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa	4 865
Zagadnienie dualne w programowaniu liniowym	3 787
Prognozowanie w oparciu o model autoregresyjny – skrótów. 6	2 750
Metody rozwiązywania zagadnień transportowych	2 192
Analiza wrażliwości	2 026

Źródło: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin/index.php?page=stats&blog=31774799&view=postviews&summarize&numdays=-1>

Ryc. 2. Fragment rankingu wpisów do blogu „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”

Kliknięcie na statystykę, czyli ikonę w postaci słupków pionowych generuje nam zestawienie zainteresowania internautów wpisem „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”.

	Sty	Lu	Mar	Kwi	Maj	Czer	Lip	Sier	Wrz	Paźdź	List	Gru	W sumie
2012												2	2
2013	18	12	5	20	48	46	15	12	22	40	57	66	361
2014	165	42	35	65	77	63	11	26	22	29	147	104	786
2015	150	50	80	33	76	71	22	19	35	39	85	93	753
2016	183	77	44	81	110	118	15	13	33	25	46	61	806
2017	107	60	58	81	84	50	16	34	29	52	76	84	731
2018	186	91	35	57	189	146	13	15	26	31	44	66	899
2019	97	35	35	31	132	150	13	24	10				527

Spostrzeżenie to było bodźcem do niniejszej pracy, stanowi ona bowiem rodzaj monografii indywidualnej autora. Spośród licznych artykułów opublikowanych wcześniej w monografiach zbiorowych Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Opolu, Uniwersytetu Pedagogicznego w Berdyansku (Ukraina) oraz wydanych przez Uniwersytet w Plesovie (Słowacja), wybrano te które formalizują postępowanie związane z implementacją informatyczną określonej metody. W tej pracy zamieszczono, zgodnie z prośbami Czytelników, pełne teksty artykułów, które w monografiach ujęte były przeważnie jako krótkie syntetyczne informacje. Dodano również nowe nie opublikowane jeszcze artykuły.

Mam nadzieję, że takie przekazanie informacji o wybranych metodach ilościowych będzie przyczynkiem do praktycznego ich stosowania. Zauważyłem bowiem, jako wykładowca, że część studentów a nawet naukowców z trudem przyswajają sobie teorię i implementację praktycznego modelowania ekonometrycznego lub optymalizacji. Dokonując przeglądu publikacji w monografiach zbiorowych, przy czym część z nich doczekała się też ujęć w formie rozdziałów w moich książkach, uznałem jako istotne najpierw wprowadzenie w przestrzeń popularyzacji metod ilościowych w cyberprzestrzeni i dlatego zaproponowano tematy:

1. *Ranking metod ilościowych.*
2. *Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej.*
3. *Popularyzacja metod ilościowych poprzez media społecznościowe.*
4. *Aplikacje stosowane w projektowaniu stron WWW.*
5. *Modelowanie ekonometryczne ruchu internetowego.*

W dalszej kolejności zamieściłem następujące teksty dotyczące popularnej obecnie logistyki:

6. *Wybór lokalizacji obiektu z zastosowaniem programu Expert Choice.*
7. *Udoskonalenie techniki przepływów logistycznych.*
8. *EDI w procesie logistycznym.*
9. *Aplikacje mobilne w logistyce.*
10. *Narzędzia zarządzania procesem spedycyjno-transportowym.*
11. *Rozwiązanie problemu transportowego metoda VAM.*
12. *Rozwiązanie komputerowe problemu komiwojażera.*
13. *Optymalizacja przewozów z zastosowaniem funkcji Excela.*
14. *Optymalizacja przewozów z zastosowaniem programu WinQSB.*
15. *Programowanie wielokryterialne z zastosowaniem WinQSB.*
16. *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych.*
17. *Promocja produktu i wizerunku firmy w Internecie.*

Całość niniejszego opracowania okazała się bardzo obszerna i z tego względu, już w tej części wstępnej pracy zamieściłem streszczenia wymienionych wcześniej tekstów, jak też dalszych do których jeszcze nawiążę. Pozwoli to czytać tę pracę nie jako książkę, lecz jako poradnik potrzeby

danej chwili i rozwiązanie dzięki niemu określonego problemu decyzyjnego. Dalsze artykuły stanowią, moim zdaniem, pomoc do rozwiązywania niektórych zadań ze sfery zarządzania i tu znalazły się następujące tematy:

18. *Symulacja biznesowa.*
19. *Weryfikacja badania przy porównywaniu parami.*
20. *Wspomaganie zarządzania ryzykiem.*
21. *Prognozowanie z zastosowaniem modelu multiplikatywnego.*
22. *Echa migracji w wybranej literaturze (Stosowane metody i modele).*
23. *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych.*
24. *Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji.*
25. *Potrzeba utworzenia piramidy wskaźników procesów ludnościowych.*
26. *Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności.*
27. *Zastosowanie taksonomii wrocławskiej.*

Na wielu uczelniach, w tym ekonomicznych, wykładana jest statystyka opisowa i matematyczna, a także ekonometria mająca na celu nauczenie posługiwania się metodami matematycznymi w ekonomii, jak też ekonomikach branżowych. Z tego względu proponuję teksty, przybliżające w sposób konkretny, przede wszystkim modelowanie ekonometryczne łącznie z zastosowaniem rachunku macierzowego. Sięgnijmy zatem w chwili potrzeby po następujące tematy:

28. *Modelowanie ekonometryczne zjawiska.*
29. *Budowa i weryfikacja modelu ekonometrycznego w wybranych programach.*
30. *Estymowanie parametrów modelu programem Gretl.*
31. *Modelowanie ekonometryczne z użyciem algebry liniowej macierzy.*
32. *Iteracyjna optymalizacja parametrów w wybranych modelach.*
33. *Modelowanie umieralności.*
34. *Techniki rozwiązań optymalizacyjnych zadania decyzyjnego.*
35. *Zastosowanie edytora Tinn R do optymalizacji programem R.*
36. *Elementy modelowania grafiki w programie R.*

Pisząc artykuły oraz wybierając już wydane, zwracałem szczególną uwagę na te które pokazują zastosowanie przeważnie dostępnych bezpłatnych w Internecie programów do rozwiązywania problemów ze sfery optymalizacji, czy też ekonometrii. Ponadto uznałem za stosowne zamieszczenie w tej pracy również pozycji, które mogą stanowić rozszerzenie przestarzałych już nieco podręczników akademickich ze sfery technologii informacyjnej, rozwoju aplikacji pomocniczych, czy też analizy danych ze wspomaganie komputerowym. Warto więc zagłębić się w lekturze następujących tematów:

37. *Wstęp do projektowania pulpitu menadżerskich w Excelu.*
38. *Uwarunkowania środowiska pracy serwerowni.*
39. *Zastosowanie konwertera plików.*
40. *Konwersja pliku audio na tekstowy.*
41. *Big Data – narzędzie cyberbezpieczeństwa.*

W pracy, zamieszczono artykuły w brzmieniu częściowo opublikowanym w monografiach, czy też wydanych jako fragmenty książkowe. Mogą więc wystąpić niekiedy powtórzenia akapitów, zwłaszcza wprowadzających do danej tematyki problemu. Jest to jednak zabieg celowy, aby Czytelnik mógł mieć kompletność tekstu po otwarciu dowolnego tematu, bez sięgania do innych tekstów. Wnikliwy Czytelnik może, poprzez studiowanie treści zawartych w wymienionych wcześniej tematach, sięgnąć po rozwinięcia teoretyczne i praktyczne w moich publikacjach zwartych, wymienionych dalej jak *Opis literatury uzupełniającej*. Mam nadzieję, że niniejsza praca spełni oczekiwania Czytelników, kierowane do mnie wcześniej i ułatwi nie tylko studiowanie na takich kierunkach jak Ekonomia, Zarządzanie, Logistyka, Administracja, ale także będzie przyczynkiem do pisania bardzo praktycznych prac dyplomowych. Być może pomoże w modelowaniu zjawisk ekonomicznych, demograficznych i innych w kreowanych pracach doktorskich. Każdy rozdział niniejszej pracy zawiera *Zagadnienia*, czyli listę tematów jako pomocniczych w procesie dydaktyki przedmiotów z zakresu metod ilościowych.

Streszczenia publikacji

1. Ranking metod ilościowych

W celu zbadania popularności różnych metod stosowanych w obszarze ekonometrii, prognozowania oraz badań operacyjnych opracowałem blog „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”. W ramach menu tego blogu występuje strona główna na której prowadzone są bieżące wpisy, najczęściej skróty prowadzonych przeze mnie wykładów oraz ćwiczeń, a także bieżące komunikaty dla studentów. Ponadto założone są strony tematyczne w których wpisywane są teksty z problematyki merytorycznej dotyczącej metod ilościowych. Przede wszystkim nawiązują one do tematyki zajęć na kolejnych semestrach kierunków *Zarządzanie* oraz *Logistyka*. Dostęp do informacji jest szybki, jeśli uświadomimy sobie, że serwer wyszukiwarki znajduje się w San Francisco. W blogu szczególną popularnością cieszą się konkretne wpisy z podaniem wzorów i procedur postępowania w praktycznym zastosowaniu na komputerze danej metody. Zachęciło to mnie do zintensyfikowania opracowywania i internetowego publikowania tekstów dotyczących procesów decyzyjnych w teorii i praktyce. Przybliżenie bowiem w prostej formie możliwości tworzenia oraz wykorzystywania modeli ekonometrycznych oraz technik optymalizacyjnych toruje drogę do ich stosowania w rzeczywistości nie tylko gospodarczej.

2. Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej

W ramach blogu „Procesy decyzyjne w teorii i praktyce” na dzień pisania tej pracy występowały strony: *Strona główna, Kolokwia, Nowości-Zawartość, Odniesienia, Publikacje, Seminaria, Wizerunek, Współpraca, Wspomnienia, Zadania, Zakres, Zastrzeżenie, Zawartość, O mnie, Kontakt*. Domyślnie wyświetlany jest najnowszy wpis na stronie głównej po grafice strony. Po czynności logowania do blogu pojawia się okno dostępu z dodatkowym menu bocznym w formie ikon w celu umożliwienia autorowi blogu wpływania na jego zawartość. W ramach menu bocznego występuje *Kokpit*, czyli rodzaj strony panelu administracyjnego zawierający najważniejsze informacje w zakresie funkcjonowania blogu, zgrupowane w formie tzw. boksów. Prowadzenie przez wykładowcę blogu w ramach serwisu internetowego *WordPress* ma między innymi na celu wywiązanie wzajemnej wymiany poglądów internautów i autora na temat publikowanych publicznie treści. Istotne to jest zwłaszcza w środowisku studenckim, które poszukuje wykładów oraz przykładów rozwiązań zadań serwowanych w ramach takich przedmiotów jak: statystyka opisowa, statystyka matematyczna, ekonometria, badania operacyjne oraz prognozowanie i symulacje.

3. Popularyzacja metod ilościowych poprzez media społecznościowe

Przedstawiono pojęcia dotyczące wyszukiwarek, wymieniono oprogramowanie jakimi się posługują, zaprezentowano popularne portale oraz wskazano na znaczenie serwisów informacyjnych dla marketingu internetowego. Wyszczególniono techniki korzystnego pozycjonowania obiektów interaktywnych, aby dotrzeć poprzez świat wirtualny do maksymalnej ilości potencjalnych klientów. Dobór odpowiedniej wyszukiwarki z sprawnym robotem programistycznym i bogatymi zasobami wiedzy daje obszerną listę dostępu do materiałów tematycznych. Wyszukiwarki obsługują domeny użytkowników zorganizowane hierarchicznie. Jako studium przykładu autor przedstawił własną domenę propagującą metody ilościowe, zorganizowaną w formie blogu. Ponadto scharakteryzowano media społecznościowe, które mogą być wykorzystane do popularyzacji wiedzy z zakresu metod zarządzania.

4. Aplikacje stosowane w projektowaniu stron WWW¹

W początkowym okresie internetowe strony WWW stanowiły skromne formy tekstowe. W miarę jak zauważono ich istotność, w marketingu produkcji i zakupów, zaczęły przeobrażać się w złożone układy witryn wielostronicowych, z efektowną grafiką oraz dobrym kontekstem tekstowym. Istniejący teraz natłok stron WWW stwarza dużą konkurencję, aby być jak najwyżej w rankingu wywołanym przez określoną frazę. Firmy pozycjonerskie projektują obecnie strony WWW z oddzieleniem układu graficznego od znaczników w języku HTML dla potrzeb wyszukiwarek internetowych. Spowodowało to powstanie wielu specjalizowanych platform programistycznych służących do wyrafinowanego opracowania produktów internetowych w nowoczesnej technologii webowej. W artykule przedstawiono zatem dostępne pakiety platform jak i wskazano na stanowiska projektowe występujące współcześnie w firmach pozycjonerskich. Wszystko zmierza bowiem do zadowolenia producentów, zabiegających o poprawę wizerunku swojej firmy i zapewnienie jej bezpieczeństwa na rynku. Rozbudowuje się strony WWW, które stają się coraz częściej blogami obejmującymi dostęp do bibliotek danych firmy, galerii jej produktów oraz instrukcji użytkowania wyrobów. Ponadto zawierają linki do innych podobnych tematycznie stron WWW i umożliwiają uczestniczenie w forach społecznościowych.

¹ Wersja angielska streszczenia znajduje się w monografii: *Modern Management: Economy and Administration*, Wyższa Szkoła Administracji i Zarządzania w Opolu, Opole 2018, s. 231.

5. Modelowanie ekonometryczne ruchu internetowego

Obserwacja mego blogu „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych” wykazała wzrost zainteresowania problematyką metod ilościowych, a w szczególności formułami dotyczącymi zagadnienia „Prognostowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”. Było to pretekstem do zastanowienia się jak ekonometrycznie modelować to zjawisko i rozważania w tym zakresie znalazły się w opracowaniu. Z pokazanych testów zastosowania różnych modeli prognozowania, w oparciu o szeregi czasowe do modelowania ruchu internetowego na przykładzie liczby wejść do danego wpisu, zauważamy dużą trudność w formalizacji tego zjawiska.

6. Wybór lokalizacji obiektu z zastosowaniem programu Expert Choice

Występują obecnie różne narzędzia informatyczne rozwiązywania zadań optymalizacyjnych wielokryterialnych, a przykładem zaprezentowanym w opracowaniu jest analityczny proces hierarchiczny (AHP). Zastosowano tu program Expert Choice wspomagający podejmowanie decyzji, co umożliwia zmniejszenie obszaru niepewności. Umożliwia on uwzględnienie preferencji decydenta. Metoda polega na określeniu wzajemnej dominacji obiektów, traktowanych jako warianty przez porównywanie parami. Przedstawiony program stanowi system do analizy decyzji oraz przeprowadzania ocen. Rozwiązywanie problemu decyzyjnego w Expert Choice rozpoczynamy od budowy modelu hierarchicznego jako drzewa czynników wpływu. Formułowanie struktury hierarchicznej modelu przedstawiono na przykładzie w którym właściciel sieci aptek zamierza uruchomić kolejną aptekę. Staje przed wyborem miejsca i rozpatruje cztery dostępne potencjalnie lokalizacje. Przyjął skalę liczbową ocen (1-9) w odniesieniu do rozważanych kryteriów i wariantów. Jako cel nadrzędny uznał wskazanie najbardziej atrakcyjnego miejsca do prowadzenia biznesu.

7. Udoskonalenie techniki przepływów logistycznych

Określoną formę procesu produkcyjnego realizować można za pomocą różnych sposobów zarządzania operacyjnego. Doskonalenie procesów przepływów logistycznych jest jednym z podstawowych zadań mających na celu uzyskanie zamierzonego rezultatu określonej działalności. W opracowaniu przedstawiono kilka metod stosowanych przede wszystkim w przedsiębiorstwach japońskich. Przykładowo metoda *Kaizen* polega na zaangażowaniu wszystkich pracowników organizacji, w stałe poszukiwanie pomysłów udoskonalenia obszarów działalności. Jest to rodzaj strategii biznesowej wskazującej cel, czyli dobrą zmianę formy zarządzania, a dla jej skutecznego wdrożenia należy dodatkowo uwzględniać systemy TQM, JIT, TPM i inne. Zaprezentowano również przykłady realizacji komputerowej tworzenia sieci przedsięwzięć PERT oraz harmonogramu Gantta z wykorzystaniem modułu CPM/PERT pakietu WinQSB.

8. EDI w procesie logistycznym

Opracowanie to omawia problematykę związaną z elektroniczną wymianą dokumentów (EDI) w logistyce, w tym w szczególności w dużych przedsiębiorstwach. EDI zmierza do automatyzacji prac związanych z wystawianiem dokumentów, ich rozliczaniem oraz raportowaniem transakcji w pożądanym przekrojach. Jedno z pierwszych zaawansowanych rozwiązań z wykorzystaniem EDI wprowadzono w zakładach Forda. Powstanie Internetu przyczyniło się do zbudowania dogodnych dla użytkowników systemów informatycznych z uwzględnieniem idei standardów EDI. Rozwojowi elektronicznej wymiany dokumentacji towarzyszyło w szczególności powstanie wielu standardów branżowych oraz w końcowym etapie również wersji standardów światowych. Zastosowanie technologii EDI szczególnie przydatne jest w komputerowym prowadzeniu transakcji międzynarodowych w procesach logistycznych.

9. Aplikacje mobilne w logistyce

W opracowaniu przedstawiono podstawowe pojęcia dotyczące pozyskiwania i projektowania aplikacji mobilnych na smartfony oraz laptopy. Wskazano na potrzebę ich integracji z systemami obiektowymi, zwłaszcza z podsystemem współpracy z klientami. Zaprezentowano popularne aplikacje mobilne dające możliwość współpracy z komputerami pokładowymi dużych samochodów ciężarowych. Wskazano na tendencje integracyjne systemów informatycznych, telekomunikacyjnych i w inteligentnych urządzeniach służących gospodarstwu domowemu jak i w sferze produkcji czy handlu w jako tzw. telematykę. Ponadto naszkicowano prognozę, we wdrażaniu nowoczesnej technologii informacyjnej, określonej mianem III platformy informatycznej.

10. Narzędzia zarządzania procesem spedycyjno-transportowym

Współcześnie następuje globalizacja branży TSL (*Transport-Spedycja-Logistyka*), która wymusza na jednostkach autorskich pakietów informatycznych dopracowanie ich w szczególności z uwzględnieniem technologii mobilnej oraz telematyki. Zaprezentowano stosowane oprogramowanie typu TMS w zakresie usług spedycyjnych i transportowych, które powinno współpracować z systemami ERP działającymi w przedsiębiorstwach produkcyjnych i handlowych. Z problematyki przewozów wyodrębniła się wyraźnie *spedycja* jako obszar zagadnień administracyjnych oraz *transport* jako fizyczna strona ruchu towarów. W opracowaniu przy omawianiu przykładowych aplikacji starano się pokazać pomosty między zasobami informatycznymi, a urządzeniami pomocniczymi komunikacji mobilnej w pojazdach ciężarowych. Wdrożenie tak zintegrowanych systemów ułatwia współpracę dyspozytorów z kierowcami.

11. Rozwiązanie problemu transportowego metoda VAM

Występuje wiele metod rozwiązywania optymalizacyjnego zagadnienia transportowego. Jedną z nich jest VAM omówiona w tym opracowaniu. Zaprezentowano przykład macierzy kosztów jednostkowych transportu, ilości podaży i popytu oraz kolejne iteracje rozwiązywania. Pokazano zastosowanie dodatku programowego Solver Excela oraz modułu „Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe” pakietu WinQSB, który generuje raport wyników jako tzw. rozwiązanie mieszane. Wyszczególnia w nim poszczególne zmienne tablicy przewozów i obliczone ich wartości optymalne. Ponadto podawany jest efekt analizy wrażliwości, czyli w jakim zakresie mogą się zmieniać liczby poszczególnych zmiennych, aby wynik rozwiązania optymalizacyjnego był taki sam.

12. Rozwiązanie komputerowe problemu komiwojażera

W omawianiu zagadnienia komiwojażera zamodelowano matematycznie przykład odwiedzenia przez jednego dostawcę towaru kilku miejsc i powrotu do swojej siedziby. Przyjęto założenie, że każde miejsce odbioru może wystąpić tylko raz i kolejność odwiedzania miejsc jest dowolna. Zagadnienie transportowe sprowadza się do znalezienia drogi zamkniętej, czyli marszrutę dla której suma odległości lub kosztu stanowi minimum. W opracowaniu wykorzystano moduł LPILP występujący w ramach pakietu WinQSB. Korzystając z tego narzędzia programistycznego zademonstrowano formułowanie zadań decyzyjnych jako asymetryczny i symetryczny problem komiwojażera. Nadmieniono, że zagadnienie komiwojażera dla zadań o praktycznej dużej ilości obiektów (odbiorców) nie jest stosowane i zachodzi potrzeba użycia np. algorytmu Little'a.

13. Optymalizacja przewozów z zastosowaniem funkcji Excela²

Zagadnienie optymalizacji problemów decyzyjnych w logistyce jest coraz częściej podejmowane w publikacjach. Skoncentrowane jest ono jednak na zasugerowaniu modelu matematycznego ze wskazaniem funkcji celu, ograniczeń oraz warunków brzegowych. Dla potrzeb dydaktycznych niezbędne jest jednak przekonanie studentów o konieczności wykorzystywania metod rozwiązywania zagadnień transportowych na dostępnych programach komputerowych, aby uzyskać wynik optymalny. W tym celu pokazano postępowanie z użyciem funkcji Excela, w tym dodatku Solver. Poprzez odpowiednie zdefiniowanie zmiennych oraz utworzenie tabel obliczeń pomocniczych można rozwiązać zagadnienie marszrutyzacji uwzględniające ładowność pojazdów. Dotyczy ono wyboru najlepszej trasy spośród potencjalnie możliwych z punktu widzenia kryterium jakim jest minimum kosztów łącznych załadunku towaru u dostawcy, transportu oraz wyładunku u odbiorców. Zaprezentowano sformatowanie w tablicy dialogowej warunków ograniczeń i zmiennych zadania marszrutyzacji. Moim zdaniem pokazane rozwiązanie może być przystosowane do różnych celów, w tym w procesie zarządzania szkołą wyższą.

14. Optymalizacja przewozów z zastosowaniem programu WinQSB

Problematyka marszrutyzacji ma wiele wariantów rozwiązań modeli decyzyjnych. W opracowaniu pokazano przykład rozwiązania modelu zwanego VRPB z zastosowaniem pakietu WinQSB. Zagadnienie optymalizacyjne polega na takim wyborze tras wyjeżdżających z bazy kilku pojazdów, aby zminimalizować ich koszty załadunku, transportu oraz rozładunku. W modelowaniu zadania decyzyjnego stosuje się zmienne rzeczywiste i binarne. Model matematyczny takiego problemu decyzyjnego obejmuje funkcję celu, ograniczenia zasobów oraz warunki brzegowe zmiennych. Funkcja celu stanowi sumę kosztu transportu oraz kosztów stałych załadunku u dostawcy oraz koszty stałe rozładunków u odbiorców.

15. Programowanie wielokryterialne z zastosowaniem WinQSB

Tematem tego opracowania jest zagadnienie optymalizacji dwukryterialnej, gdy musimy zrealizować jednocześnie dwa cele: uzyskanie maksimum efektu (przychodu), minimalizację poniesionych kosztów. Metoda simpleks nie daje bezpośredniego sposobu rozwiązania takiego problemu. Z tego względu zachodzi potrzeba zastosowania programowania ilorazowego (PI), którego nazwa powstała z konstrukcji wskaźnika o strukturze liniowo-ułamkowej. Zaprezentowano programowanie wielokryterialne wspomagane metodą geometryczną z użyciem modułu pakietu WinQSB. Ukazano też postępowanie komputerowe dotyczące programowania wielokryterialnego z priorytetem, przy zastosowaniu algorytmu simpleks.

16. Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych

Średniej wielkości przedsiębiorstwa produkcyjne, dla obniżenia kosztów swojej działalności, coraz częściej zlecają zewnętrznym przewoźnikom usługi transportowe. Dotyczy to zarówno zaopatrzenia w podstawowe materiały i elementy kooperacyjne do wytwarzanych wyrobów, jak też wysyłki wykonanych produktów do odbiorców krajowych i zagranicznych. W planowaniu tych usług niezbędne staje się posługiwanie narzędziami informatycznymi do prognozowania. Wychodząc temu naprzeciw zademonstrowano określone postępowanie na bazie zebranych wcześniej danych statystycznych przykładowego przedsiębiorstwa, produkującego armaturę na potrzeby rynku budowlanego. Dotyczy ono wyboru modelu prognozowania krótkookresowego na podstawie szeregów czasowych. Jak się wydaje,

² Streszczenie to w wersji angielskiej znajduje się w monografii: *Aktualne problemy prognozowania*, Uniwersytet Pedagogiczny w Berdysku, Berdysk 2017, s. 365.

przy dużej zmienności wartości obserwacji zarówno pod względem ilościowym jak i wartościowym, wskazane jest stosowanie trendu wielomianowego, pełzającego lub modelu Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną. Zaproponowano w tym względzie skorzystanie z pakietu WinQSB umożliwiającego najlepszy dobór parametrów modelu.

17. Promocja produktu i wizerunku firmy w Internecie³

Zaprezentowano system reklamowy AdWords, obsługiwany przez wyszukiwarkę Google, umożliwiający na stronach WWW wyświetlanie tekstów, grafiki oraz krótkich filmów wideo. Wskazano na potrzeby bieżącego prowadzenia statystyki ruchu na stronach internetowych oraz wymieniono wskaźniki, które określają efektywność prowadzonej reklamy internetowej. Podkreślono znaczenie strategii marketingu treści, który polega na pozyskiwaniu klientów danej branży poprzez publikowanie fachowych tekstów. Zwrócono uwagę na wykorzystanie mediów społecznościowych do szerszej popularyzacji marki produktów. Korzystanie bowiem z różnych form przekazu internetowego charakteryzuje się stosunkowo niskimi kosztami procesu marketingowego. Istotną rolę odgrywa pozycjonowanie stron WWW, gdyż występowanie serwisu reklamowego na stronach 1-3 listy adresów podanych przez wyszukiwarkę np. Google daje dobre efekty sprzedaży produktów lub usług. Podkreślono znaczenie stosowania metod ilościowych, w tym optymalizacji struktury podokien i ich postaci graficznej na stronach WWW. Wymieniono też doświadczenia marketerów internetowych, aby przeprowadzone akcje reklamowe były skuteczne. Dokonano przeglądu publikacji dotyczących e-marketingu.

18. Symulacja biznesowa⁴

Symulacja biznesowa wykorzystuje model ekonomiczny w formie programu komputerowego do przetestowania zachowań w grupie rywalizującej o możliwie wysoką pozycję na rynku. Wymieniono języki programowania symulacji procesów zarządzania. Szczególną uwagę poświęcono aplikacji *Marketplace* naśladującej konkurencyjny rynek. Uczestnictwo w symulacji biznesowej ugruntowuje wiedzę oraz przyczynia się do nabrania wprawy w podejmowaniu decyzji. Dokonano przeglądu w Internecie oferowanych programów symulacji biznesowej, gier kierowniczych, dynamicznego zarządzania zmianami. Zaprezentowano oferty szkoleń i wydania książkowe obejmujące symulacje biznesowe. Wskazano na inne aktywne metody wirtualnego poznawania prowadzenia biznesu, a przede wszystkim analizę przykładu firm referencyjnych określonej branży.

19. Weryfikacja badania przy porównywaniu parami

Jeśli mamy wielokryterialny problem decyzyjny to możemy rozwiązać go programem *Expert Choice*. W wersji profesjonalnej program ten ma możliwość rozwinięcia hierarchicznego problemu do piątego poziomu. W artykule zaprezentowano wersję edukacyjną, w której jest cel główny, kryteria i alternatywy. Zabazowano na wcześniejszych badaniach ankietowych wśród decydentów, które miały na celu uśrednienie wag znaczeń poszczególnych cech struktury problemu. Postępowanie miało na celu wybór dominującej alternatywy decyzyjnej i w tym względzie posłużono się macierzą porównań parami zarówno kryteriów jak i alternatyw. Program *Expert Choice* w ocenie sumarycznej zarówno kryteriów jak i alternatyw posługuje się specjalnym współczynnikiem, który nie może przekraczać 0,1.

20. Wspomaganie zarządzania ryzykiem

W niniejszym materiale z użyciem programu *Expert Choice* pokazano wybrane fragmenty postępowania dotyczącego wspomaganie podejmowania decyzji, mające na celu ograniczenie ryzyka związane z kryteriami i odpowiadającymi im czynnikami wzrostu produkcji w przedsiębiorstwie. Decydenta interesuje ten problem rozpatrywany według różnych podstawowych kryteriów, a mianowicie organizacyjnego, produkcyjnego, ekonomicznego oraz technologicznego. W ramach tych kryteriów występują subkryteria, czyli czynniki, zwane też wariantami, które wpływają na efekt końcowy. Każdy z tych czynników w różny sposób oddziałuje na określone kryterium, a w efekcie końcowym na cel główny.

21. Prognozowanie z zastosowaniem modelu multiplikatywnego⁵

W artykule podkreślono znaczenie modelu multiplikatywnego w dekompozycji szeregu czasowego. Ukazano zainteresowanie internautów tematem prognozowania z zastosowaniem tego modelu prowadzonego przez system WordPress w ramach blogu „*Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*”. Załączona statystyka miesięczna podkreśla trend rosnący wejść do wpisu „*Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa*” zwłaszcza w miesiącu styczniu i czerwcu. Zamieszczono procedury obliczeniowe modelu Holta-Wintersa z wykorzystaniem formuł Excela w celu określenia wygasłych i przyszłych prognoz danego zjawiska. Procedury te poparte przykładami odnoszą

³ Wersja angielska streszczenia znajduje się w monografii: *Priorytety społeczno-gospodarcze w kontekście zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2016, s. 428.

⁴ Wersja angielska tego streszczenia znajduje się w monografii: *Rola informacji i nowych technologii*, Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku, Berdyansk 2016, strona: 197.

⁵ Wersje angielska streszczenia występuje w monografii: *Przemiany w nowoczesnym społeczeństwie: Aspekty ekonomiczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2017, s. 341.

się do modelu bez sezonowości oraz ze sezonowością multiplikatywną. Przy doborze optymalnych parametrów wyrównywania wykładniczego kierowano się miarą RMSE.

22. *Echa migracji w wybranej literaturze (Stosowane metody i modele)*

Dokonano analizy dostępnej literatury zwartej, w formie plików *pdf*, w Internecie pod kątem modeli stosowanych w badaniach zjawisk ludnościowych. Okazało się, że publikacji podobnych do tematu „*Zjawisko i modele ilościowe badania migracji*” jest duża różnorodność. Globalizacja biznesu, łatwość przemieszczania się w poszukiwaniu pracy oraz występująca tendencja w rozluźnianiu więzi rodzinnych, zwłaszcza wielopokoleniowych spowodowała nie integrowanie się osób w wieku produkcyjnym ze swoim regionem. Obserwowane jest w wielu krajach wysoko rozwiniętych starzenie się populacji społeczeństw i występuje brak zastępowalności pokoleniowej, co powoduje otwieranie się niektórych krajów na dopływ taniej siły roboczej. Młode pokolenie Afryki nie chce dalej tkwić w lokalnej nędzy. Za wszelką cenę chce się przedostać do bogatych krajów, aby ich dzieci mogły żyć dostatnio. Europa broni się przed lawiną uchodźców, czy też migrujących w celach zarobkowych. Tworzone są specjalne strefy zaporowe straży przybrzeżnej na Morzu Śródziemnym, a niektóre kraje budują wysokie mury chroniące przed niekontrolowanym napływem cudzoziemców. Rodzi się potrzeba adaptacji napływających grup społecznych do nowych środowisk. Jednak wiele krajów nie rodzi sobie z tym problemem, a nawet Unia Europejska jako całość nie jest wystarczająco skuteczna w swoich działaniach. Było to dla mnie impulsem do zebrania informacji do opisu zjawiska w świetle dostępnej literatury sygnalizowanej w Internecie zwłaszcza dotyczących modeli, przemieszczania się ludności, zmiany ich struktury wiekowej w społeczeństwach, adaptacji do współżycia w społeczeństwach wielokulturowych i różniących się religiami. W poszukiwaniu pozycji literaturowych posłużyłem się Biblioteką Internetową PWN (<https://www.ibuk.pl>).

23. *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych*

Pokazano procedury postępowania w zakresie modelowania określonych cech – czynników oraz ich uczestnictwa we zmiennej uznanej jako skutek, a ponadto wyznaczenie prognozy na okres następny. W zaprezentowanych modelach wykorzystano dane statystyczne z *Bazy Demografia* GUS-u. Zainteresowanie skupiono na zakresie II *Ruch naturalny ludności*, a w ramach niego na cechach: *Małżeństwa, Rozwody, Urodzenia, Zgony*. Ponadto na Emigracje i Migracje (odpływ) będące składnikiem zakresu III. Przyjęto intuicyjnie założenie, że migracja (odpływ) jest funkcją przyczyn (emigracja, małżeństwa, rozwody, urodzenia, zgony). Dla wymienionych cech podanej funkcji zestawiono szeregi czasowe przedziału lat (2002-2016) dla jednostki terytorialnej – *powiat nyski*. Skorzystano z Excela i dla poszczególnych cech sporządzono wykresy wielomianowe dobierając odpowiedni ich stopień. Mając trendy wielomianowe cech wyznaczono ich prognozy na 3 lata. Dodatkowo obliczono współczynniki korelacji między cechami. Zauważono, że wzrostowi liczby małżeństw oraz urodzeń towarzyszy wzmożony odpływ ludności (migracja, emigracja). W kolejnej alternatywnej procedurze, tylko poprzez obserwację cechy *Migracja (odpływ)*, pokazano prognozowanie tej cechy poprzez zastosowanie trendu pełzającego.

24. *Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji⁶*

Zaprezentowano dwa przykłady utworzenia oraz zastosowania modelu adaptacyjnego stanowiącego trend pełzający z wagami harmonicznymi. W realizacji poszczególnych etapów skorzystano z funkcji REGLINP Excela, do estymacji parametrów regresji liniowej kolejnych segmentów trendu pełzającego. Dane pierwszego przykładu stanowiły szereg czasowy zmiennej „*Pracujący w handlu w latach 1998-2009*”. Z obliczonych wartości teoretycznych poszczególnych okresów obliczamy średnie i w określaniu wag harmonicznych wyznaczamy stały przelicznik. Znajdujemy różnice wartości między dwoma sąsiednimi okresami, zmienne przeliczniki okresów oraz wartości odchyłeń ważonych wagami harmonicznymi. Pozwala to nam określić prognozy na kolejne okresy. Drugi przykład bazuje na liczbie pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności.

25. *Potrzeba utworzenia piramidy wskaźników procesów ludnościowych*

Opracowanie ma celu zebranie w formie piramidy Du Ponta wskaźników procesów ludnościowych. Skonstruowanie wielopoziomowej piramidy wskaźników dla określonego obszaru wymaga wyodrębnienia danych źródłowych oraz wynikowych obliczanych na ich podstawie. Skorzystano z zakresu informacji zapisanych w *Bazie Demografia* GUS-u. Opracowanie hierarchicznego układania się danych źródłowych, zagregowanych, obliczonych współczynników wymaga ustosunkowania się do prawie corocznie zmienianych zasad gromadzenia i prezentacji tabelarycznej wartości poszczególnych cech statystycznych. Biorąc pod uwagę współczesne możliwości komunikacji informacyjnej, „*robot programistyczny*” jakim może być w przyszłości struktura wielopoziomowa wspomnianej piramidy, można doprowadzić do automatycznego generowania na bieżąco poszczególnych współczynników monitorujących procesy ruchu ludności.

⁶ Wersja angielska streszczenia znajduje się w monografii: *Gospodarka i Edukacja: Nowoczesne tendencje*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2017, s. 39.

26. Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności

Efektywność mierzona jest stosunkiem uzyskanych efektów do poniesionych nakładów. Różne są współczynniki mierzenia efektywności, czy też nieefektywności, której zmienne mogą być w postaci ilościowej, wartościowej z uwzględnieniem cen jednostkowych poniesionych nakładów, czy też różnego rodzaju efektów. Narzędziem, które umożliwia klasyfikowanie obiektów pod względem efektywności jest program DEAP. W wersji 2.1 jest on dostępny w Internecie i pozwala na korzystanie z szeregów czasowych zmiennych, jak też z szeregów czasowo-przestrzennych zwanych panelowymi. Daje też możliwość wprowadzania cen informacyjnych i wyliczania tzw. efektywności ekonomicznej. Jeśli mamy kilka szeregów czasowych reprezentujących wyjście oraz kilka szeregów czasowych dotyczących wejścia, czyli nakładów i chcemy dokonać optymalizacji tak skonstruowanego ilorazu, to przed każdą ze zmiennych stoją parametry. Optymalizację takiego zadania możemy zrealizować z punktu widzenia celu jakim jest zorientowanie się na wyjście lub wejście. Program DEAP w postępowaniu iteracyjnym sam ustala odpowiednie wielkości parametrów μ_r, V_i – wag określających ważność odpowiednich efektów / nakładów. Zachęcony możliwościami DEAP podjąłem próbę innego jego zastosowania, a mianowicie skoncentrowałem swoją uwagę na zasobach ludności, a zwłaszcza na nieefektywności gospodarowania nimi.

27. Zastosowanie taksonomii wrocławskiej

Grupowanie obiektów według podobieństwa wyrażonego wieloma cechami jest potrzebne w różnych dziedzinach działalności społecznej, a jedną z metod jest taksonomia wrocławska. W opracowaniu przedstawiono przykład grupowania podregionów scharakteryzowanych wstępnie 11. cechami stanowiącymi zmienne objaśniające produktu krajowego brutto podregionów. Odpowiedni model ekonometryczny w tym zakresie opracował autor niniejszego materiału we wcześniejszej swojej publikacji. Uzyskanie podziału podregionów na grupy według podobieństwa cech (zmiennych) rozpoczęto od ich weryfikacji poprzez sprawdzenie współczynników zmienności oraz korelacji. Następnie dla nowego zestawu szeregów zmiennych dokonano ich standaryzacji. Kolejnym krokiem było określenie macierzy odległości euklidesowych. Dało to możliwość zbudowania dendrytu wrocławskiego. Usunięcie określonej liczby najdłuższych wiązań w dendrycie pozwoliło na podział podregionów na grupy o zbliżonych podobieństwach.

28. Modelowanie ekonometryczne zjawiska

Przedstawiono przykład formułowania modelu ekonometrycznego przy wykorzystaniu funkcji Excela. Dla podanych szeregów czasowych 12. okresowych (styczeń – grudzień) zjawiska badanego (zmiennej objaśnianej) oraz pięciu czynników sprawczych (zmiennych objaśniających) zbudowano funkcją REGLINP Excela model wielowymiarowy. Brano pod uwagę wielkość współczynnika determinacji dla trendów zmiennych oraz dopasowano odpowiedni stopień wielomianu. Zmienną objaśnianą są koszty przedsiębiorstwa razem, a zmiennymi objaśniającymi: koszty materiałów bezpośrednich, koszty zakupu, płace bezpośrednie, ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia, koszty sprzedaży.

29. Budowa i weryfikacja modelu ekonometrycznego w wybranych programach

Pokazano dwie możliwości sformułowania informatycznego modelu ekonometrycznego bazującego na danych statystycznych GUS-u. W pierwszej kolejności do sformułowania przykładowego modelu zmiennej „liczby bezrobotnych” przyjęto szeregi czasowe zmiennych dla 20. obserwacji oraz dogodny do tego celu program Gretl. Program ten wskazuje, którą ze zmiennych w kolejnej iteracji obliczeniowej wyeliminować, aby miara błędów była mniejsza. Kolejną prezentacją to podanie skryptu kodu języka R oraz uzyskanie parametrów modelu ekonometrycznego, po wcześniejszym wygenerowaniu statystyki opisowej dla poszczególnych zmiennych. Zaprezentowano także skrypty do zweryfikowanie uzyskanego modelu przy użyciu funkcjonalności pakietu R.

30. Estymowanie parametrów modelu programem Gretl

W opracowaniu przedstawiono wybrane funkcjonalności menu programu Gretl, ze szczególnym uwzględnieniem dobierania zmiennych do modelu ekonometrycznego. Zaprezentowano wygenerowanie statystyki opisowej zmiennych, a następnie obliczenie współczynników wynikowych zmiennych w celu ich doboru do zestawu zmiennych objaśniających. Szczegółowo zaprezentowano metodę *a posteriori* selekcji zmiennych wstępnie zakwalifikowanych do modelu ekonometrycznego.

31. Modelowanie ekonometryczne z użyciem algebry liniowej macierzy

W formułowaniu modelu liniowego wielowymiarowego w oparciu o wektor oraz macierz obserwacji określonego zjawiska ekonomicznego posługujemy się zaprezentowanym w tym opracowaniu równaniem macierzowym. Pokazano zastosowanie funkcji macierzowych programu R. Dysponując długim szeregiem czasowym zmiennej objaśnianej oraz obszerną macierzą wielu zmiennych objaśniających możemy ponadto skorzystać z funkcji macierzowych Excela takich jak: TRANSPONUJ(...), MACIERZ.ILOCZYN(...), MACIERZ.ODW(...). W pracy z użyciem tych funkcji przedstawiono procedurę uzyskania modelu ekonometrycznego liniowego wielowymiarowego.

Elementem końcowym tej części opracowania jest pokazanie dalszych przykładowych możliwości działań na macierzach.

32. Iteracyjna optymalizacja parametrów w wybranych modelach

Problem optymalnego doboru najlepszych parametrów równań modeli wyrównywania wykładniczego jest przedmiotem tego opracowania. W tym względzie skorzystano z modułu FC w ramach WinQSB. Uwagę poświęcono prostemu wyrównywaniu wykładniczemu z trendem (SEST) przy doborze najlepszego parametru z punktu widzenia minimum kryterium błędu RMSE. Pokazano także procedurę zastosowania Solvera dla znalezienia rozwiązania optymalnego zadania decyzyjnego.

33. Modelowanie umieralności

W prezentowanym materiale podjęto próbę zobrazowania umieralności osób według płci, w grupach wiekowych okresu 2002-2017. Pretekstem do badań była możliwość generowania własnych zestawień statystycznych na podstawie aplikacji „Baza Demografia”. Wykresy danych empirycznych wykazały tendencję zmniejszania się rozstępu między grupą zgonów mężczyzn i kobiet. W roku 2002 były to trzy pięcioletnie grupy wiekowe, a w roku 2017 grupy wiekowe mężczyzn i kobiet pokrywały się. Opracowanie wykresów kształtowania się zlogarytmowanych cząstkowych współczynników zgonów (*umieralności*) wykazało, że występuje punkt przełączania trendów. To spostrzeżenie pozwala na lepsze dopasowanie trendów wielomianowych do danych z obserwacji, co może być pomocne w prognozowaniu demograficznym, jak i procedurach ubezpieczeniowych osób.

34. Techniki rozwiązań optymalizacyjnych zadania decyzyjnego⁷

Obszar zagadnień wchodzących w skład przedmiotu „Optymalizacja decyzji gospodarczych” stanowi dość duże utrudnienie poznawcze dla studentów, którzy oczekują dość zwięzłych postępowań w krokach dojścia do rozwiązania optymalnego. Zaprezentowano więc procedury rozwiązań optymalizacyjnych zadań decyzyjnych bazujące na podstawowej metodzie jaką jest simpleks. Przetestowano na przykładzie sposoby (techniki) zarówno manualne jak i komputerowe, z myślą o ich wykorzystaniu w dydaktyce na kierunkach: *Zarządzanie, Logistyka, Administracja*. W niniejszym opracowaniu pokazano jak dogodnie korzystać z jednego z modułów pakietu WinQSB. Sięgnięto też po dodatek *Solver Excela* i wykonano ten sam przykład. Wszystko to poparto widokami ekranów i formułami. Przeciwwagą rozwiązań komputerowych są pokazane dwie metody manualne: według elementu rozwiązującego i z zastosowaniem rachunku macierzowego. Zaproponowano również skorzystanie z szybkiej realizacji procesu optymalizacji poprzez zastosowanie funkcji programowania liniowego (*linprog, glpk*) w ramach pakietów *Matlab* oraz *Octave*.

35. Zastosowanie edytora Tinn R do optymalizacji programem R

Edytor Tinn R po integracji z programem R pełni rolę interfejsu graficznego ułatwiającego edytowanie i sprawdzanie sekwencji kodu pisanego w języku R. Umożliwia on instalowanie pakietów, zmianę trybu pracy konsoli, konfigurowanie pliku startowego, przeszukiwanie pliku pomocy. Został on opracowany jako samodzielny pakiet współpracujący z modułami trybu pracy możliwymi w platformie R. W opracowaniu przedstawiono sposób instalowanie edytora Tinn-R. W tym edytorze możemy też wygenerować rozwiązanie problemu optymalizacyjnego opartego o zadaną funkcję matematyczną.

36. Elementy modelowania grafiki w programie R

Program R cechuje rozbudowana możliwość tworzenia różnorodnych wykresów, od dwuwymiarowych po zaawansowane wykresy trójwymiarowe. Pokazano możliwości komendy *persp()* w zakresie modelowania różnych powierzchni na przykładach funkcji trygonometrycznych dwuwymiarowych *sin()* oraz *cos()*. W oknie programu piszemy sekwencję kodu źródłowego z odpowiednimi opcjami do wygenerowania nowej grafiki bazującej na określonej funkcji. Zaprezentowano zastosowanie różnych kolorów w kreacji grafiki w rysowaniu powierzchni i płaszczyzn, a także histogramów. Istnieje możliwość importu danych z Excela poprzez edytor *Tinn-R*, co przedstawiono w opracowaniu. Na uwagę zasługuje procedura nakładania różnych wykresów na wspólny układ odniesienia.

37. Wstęp do projektowania pulpitu menadżerskich w Excelu

Wskazano na możliwość zastosowania Excela do projektowania dynamicznej strony na ekranie, która jest przybliżeniem pulpitu menadżerskiego, zawierającej tabelę danych, wykres przestawny i okno wyboru. Wymieniono cechy jakie powinien posiadać pulpit menadżerski, sięgając po zalecenia w publikacjach internetowych. Struktura pulpitu powinna być dostosowana do zmieniającego się środowiska informatycznego obiektu z uwzględnieniem kluczowych wskaźników efektywności działalności przedsiębiorstwa. Informacje na pulpicie menadżerskim powstają przez wcześniejsze wyselekcjonowanie danych oraz ich zagregowanie ze zbiorów podsystemów dziedzicznych. Wygodna w tym zakresie formą pośrednią jest hurtownia danych. Pulpit jest wtedy graficznym pokazaniem sytuacji w

⁷ Streszczenie w wersji angielskiej znajduje się w monografii: *Współczesne zagadnienia zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019, s. 431.

firmie w formie prognoz, trendów, modeli ekonometrycznych z linkami do źródłowych zbiorów transakcyjnych i odniesień do hurtowni danych. W opracowaniu pokazano przykład wykorzystania tabeli oraz wykresu przestawnego oraz nowego narzędzia Excela o nazwie „*fragmentatory*” do szybkiej selekcji i filtrowania zgromadzonych danych statystycznych.

38. Uwarunkowania środowiska pracy serwerowni⁸

Nowoczesna technologia informacyjna IT nie wymaga bliskości serwerów w eksploatowanych zintegrowanych systemach informatycznych w obiektach przedsiębiorstw. Coraz częściej korzysta się więc z przetwarzania zdalnego na serwerach zgromadzonych w serwerowniach wyspecjalizowanych w tym firm informatycznych. Ponadto firmy mogą ulokować swoje zbiory na macierzach dyskowych w nowoczesnych centrach danych. Zarówno serwerownie jak i centra danych muszą spełniać ostre kryteria ochrony przed zagrożeniami, w celu zapewnienia bezpieczeństwa danych swoich klientów. Problemem w serwerowniach jest grzanie się zarówno serwerów jak i sprzętu sieciowego, co wymaga kosztownego utrzymywania klimatyzacji precyzyjnej. Schładzanie coraz potężniejszej sali serwerowni zmusza usługodawców do migracji ze swoim sprzętem w chłodne rejony naszego globu, w celu wykorzystania schładzania naturalnego. Ze starannością podchodzi się obecnie zarówno do projektowania jak i utrzymywania takich obiektów, aby nie dopuścić do pożaru, zalania, czy też zniszczenia bardzo kosztownego obiektu na skutek klęsk żywiołowych.

39. Zastosowanie konwertera plików

Przedstawiono różne przeznaczenie plików formatu typu PDF, Pdf, pdf. Podjęto próbę odtworzenia pliku o postaci źródłowej (.docx) stosowanego przez edytor tekstów Word. Przedstawiono postępowanie konwertujące w celu otrzymania pliku edytowalnego. Skorzystano z dostępnego w Internecie programu *Smallpdf* mającego dość obszerną funkcjonalność zamiany formatów plików. Gdy pobieramy po raz pierwszy, tylko jeden plik to możemy wskazać go na dysku własnego komputera. Jednak podjęta operacja tego samego dnia konwersji innego pliku o formacie *pdf* wymaga od użytkownika założenia konta i wniesienia opłaty za korzystanie z oprogramowania. Innym rozwiązaniem jest skorzystanie z aplikacji *pdf2docx.com* i ujęcie do 20. dokumentów konwertujących jako Office Open XML.

40. Konwersja pliku audio na tekstowy

Pomysł poszukiwania możliwości, komputerowego automatycznego przeniesienia mowy, zapisanej jako audio w formacie pliku *mp3* na plik tekstowy o rozszerzeniu *txt*, zrodził się z potrzeby wykonania przez wnuka testów zadania domowego z języka angielskiego. Posłużyłem się w tym celu plikiem *42-Listening 42 Homework* zawartym w lekcjach 31-32 języka angielskiego dla średniozaawansowanych. Odsluchanie dość szybko realizowanej wypowiedzi zapisanej w ćwiczeniu 42 (pytanie 4) napotkało na trudności dokładnego odwzorowania treści, co jednak było niezbędne do dalszego zrealizowania kolejnych ćwiczeń. Zadałem sobie pytanie, czy jest program komputerowy dający możliwość odtworzenia rozmowy między osobami w formie pliku audio i zapisania jej jako tekstu w języku angielskim? Poszukiwania rozpoczęto w domenie Google po wpisaniu frazy „Konwersja *mp3* na *txt*”. W odpowiedzi, pojawiło się na liście – ekranie szereg propozycji, ale część z nich uwarunkowana była zakupem odpowiedniej aplikacji lub odpłatnym okresowym jej udostępnieniem. Interesowało mnie w jakim stopniu automatyczne przeniesienie głosu z nagrania audio na tekst daje dobry rezultat rozpoznawczy całej wypowiedzi. Ostatecznie dla porównania zwrócono się do tłumacza języka angielskiego o odtworzenie treści ze słuchu na podstawie przekazanego pliku w formacie *mp3*. Nagranie jest w formie wywiadu z aktorem, którego dziennikarz pyta o pracę w serialu oraz o dalsze perspektywy kontynuacji kolejnych odcinków. Możemy jeszcze skorzystać z translatora języka angielskiego na język polski w domenie Google. Na zakończenie dociekań porównano przetłumaczony tekst przez translator Google, na podstawie automatycznego odtworzenia głosu na tekst, z pracą tłumacza anglisty, który również odsluchał nagranie.

41. Big Data – narzędzie cyberbezpieczeństwa⁹

Spontanicznie rozwija się korzystanie z Internetu i świadczone są usługi przetwarzania zdalnego w tzw. *chmurze obliczeniowej*. Wielu internautów oraz firm i instytucji lokuje swoje dane, dorobek naukowy oraz procedury, zastosowania różnych metod w dedykowanych bazach danych serwerowni. Coraz trudniej jest bowiem zapewnić bieżące unowocześnianie i bezpieczne eksploatowanie systemów, zarówno pod względem hardwarowym, softwarowym jak i obsługi informatycznej. W ogromnej przestrzeni wirtualnej, którą przesyłane są sygnały dostępu do domen pojawiają się jednak niebezpieczeństwa ataków hakerów i terrorystyczne. Zauważono, że lawinowo przekazywane wzajemnie, masowe teksty i grafiki – po wyselekcjonowaniu, mogą być komunikatami o potencjalnych zagrożeniach lokalnej społeczności. Stąd powstała koncepcja budowy dużych baz danych zwana *Big Data*. Są już pierwsze aplikacje człowych firm informatycznych, umożliwiające obróbkę aktywności internautów, pobieranych z odległych serwerów. Wzrasta też zainteresowanie rządów poszczególnych krajów mające na celu ochronę informacji o infrastrukturze krytycznej jak i coraz bogatszych zasobów elektronicznych.

⁸ Streszczenie w wersji angielskiej znajduje się w monografii: *Współczesne zagadnienia zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019, s. 443.

⁹ Streszczenie w wersji angielskiej znajduje się w monografii: *Współczesne zagadnienia zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019, s. 436.

Opis literatury własnej (uzupełniającej)

Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania¹⁰

Opracowanie ma na celu wskazanie procedur postępowania w zakresie zastosowania dostępnych programów komputerowych do budowy i wykorzystania modeli ekonometrycznych. Ma charakter dydaktyczny, gdyż każdy rozdział kończy się pytaniami i zadaniami z danego obszaru tematycznego. Poprzedzone zostało pracą zbiorową (2 części) o tytule *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*¹¹. W związku z szybkim wyczerpaniem się nakładu wydania pierwszego w roku 2012 nastąpiło wznowienie podanej wcześniej książki i opublikowanie wydania drugiego rozszerzonego w formie dwóch oddzielnych tomów¹². W tomie I w stosunku do wydania pierwszego nastąpiło rozwinięcie tematyki o rozdziały:

- Estymacja parametrów modelu w programie Gretl,
- Platforma programowa R,
- Dane i prezentacja graficzna (z zastosowaniem R),
- Wykresy podstawowych rozkładów,
- Dane statystyczne województw (na których oparto przykłady rozwiązań).

Książka *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania* stanowi dalsze rozwinięcie tematyki statystyki opisowej oraz ekonometrii z wykorzystaniem dostępnych narzędzi programistycznych i obejmuje dwie części: *Środowiska programowe statystyki opisowej, Zagadnienia ekonometrii*. Książka adresowana jest przede wszystkim do studentów kierunków: Zarządzanie, Logistyka, Finanse i Księgowość, Ekonomia.

Część pierwsza wskazuje na możliwości zastosowania podstawowych pakietów programowych w celu uzyskania charakterystyk statystycznych szeregów obserwacji na przykładzie wieloletnich danych rzeczywistych. Dokonano przeglądu literaturowego zastosowań komputera do statystyki opisowej. Na własnych przykładach zaprezentowano w szczególności procedury korzystania z programów R, Excel, Gretl, które są łatwo dostępne w Internecie. Zakres tematyczny części pierwszej prezentowanej książki obejmuje:

- wprowadzenie do statystyki opisowej;
- rozpoznanie literaturowe wykorzystania pakietów programowych, a w tym: Excel, Gretl, EViews, STATISTICA, STATGRAPHICS, SPSS, SAS, Stata, R;
- opis środowiska programowego R, a w ramach tego: instalowanie i uruchomienie R, charakterystyka R, elementy statystyki opisowej, możliwości analizy wielowymiarowej w R;
- przyjętą i zestawioną w szeregi wieloletnie bazę danych statystycznych z wykonaniem (przy zastosowaniu mikrokomputera) następujących zadań: sformułowaniem pliku wejściowego, scharakteryzowaniem zmiennych, określeniem obszernej macierzy korelacji między zmiennymi, opracowanie przykładowego modelu ekonometrycznego PKB województw, zestawienie zgromadzonych danych panelowych (czasowo-przekrojowych);
- bogaty zestaw przykładów ćwiczeń z arkuszem kalkulacyjnym Excel obejmujący: formuły użycia funkcji elementarnych z zakresu statystyki opisowej, obliczanie miar rozkładu jednej zmiennej, przeciętnych, rozproszenia, asymetrii, współczynnika korelacji Lorenza, określenie charakterystyki dwóch zmiennych X , Y , obliczenie korelacji i dopasowanie dwóch zmiennych;
- wyznaczanie funkcją Excela parametrów równania regresji zmiennych;
- korzystanie z funkcji złożonych Excela w zakresie obliczania współczynnika kurtozy, uzyskiwania zbiorczych tabel statystyki opisowej zmiennych, sporządzanie szeregów rozdzielczych z przedziałami klasowymi i rysowanie histogramów;
- zastosowanie narzędzi Excela do określenia charakterystyki wielu zmiennych.

¹⁰ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014, dwie części:

I – *Środowiska programowe statystyki opisowej*, s. 214, II – *Zagadnienia ekonometrii*, s. 451.

¹¹ Duczmal M., Wornalkiewicz W., *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2010, dwie części:

1 – *Zagadnienia wstępne i wybrane modele ekonometryczne* (Wornalkiewicz W.), s. 361, 2 – *Elementy badań operacyjnych* (M. Duczmal), s. 192 oraz wspólny aneks – stron 42.

¹² Duczmal M., Wornalkiewicz W., *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2010, wydanie drugie rozszerzone, dwa tomy: I – *Wybrane modele ekonometryczne* (Wornalkiewicz W.), s. 410, II – *Elementy badań operacyjnych* (M. Duczmal), s. 224, zawierający też wspólny aneks, s. 46.

W części pierwszej książki *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania* zaprezentowano możliwości wykonania raportów statystyki opisowej z użyciem pakietów: STATGRAPHICS i R. Opracowanie zawiera także wygodne dla studiujących statystykę opisową zestawienie pojęć i wzorów miar klasycznych i pozycyjnych. Rozdział *Charakterystyka szeregów czasowych* obejmuje przykłady wspomaganie komputerowego w celu wyznaczenia trendu i wahań okresowych, miar dynamiki, indywidualnych indeksów cen, ilości i wartości, agregatowe indeksy dynamiki wielkości stosunkowych.

Statystyka opisowa kojarzy się często z podstawowymi miarami opisu jednej zmiennej, takimi jak średnia, wariancja, odchylenie standardowe. Tymczasem kurs tej statystyki powinien dawać możliwie solidne podstawy do statystyki matematycznej. Oba te obszary znajdują się w licznych publikacjach, lecz zbyt obszernych jak na studia zaoczne. Najczęściej dotyczą teorii i wykonanych manualnie przykładów, rzadko z zastosowaniem techniki komputerowej. Omawiana praca powstała na bazie doświadczenia z przeprowadzonych wykładów, ćwiczeń, jak też zadań domowych zrealizowanych ze studentami studiów zaocznych kierunku zarządzanie oraz ekonomia. Stanowi przede wszystkim obszar tematyczny prezentowany w ramach ośmiu bloków zajęciowych ze statystyki opisowej. W tej pracy odniesiono się głównie do możliwości jakie dają statystyczne pakiety programowe. Jednakże, ze względu na dostępność i dogodną funkcjonalność wykorzystano narzędzia, dodatki oraz komendy arkusza kalkulacyjnego Excel. Ponadto zamieszczono raporty statystyki opisowej ilościowej i graficznej uzyskane z pakietu STATGRAPHICS oraz ze środowiska programowego R. Na szczególne wyróżnienie zasługuje środowisko R, które stanowi bogaty zestaw ogólnie dostępnych w Internecie pakietów do analiz statystycznych. Dla wygody przygotowujących się do zaliczenia przedmiotu *Statystyka opisowa* omawiana książka zawiera w układzie wyodrębnionych obszarów tematy do egzaminu pisemnego oraz ustnego z odpowiedziami.

Część druga *Zagadnienia ekonometrii* ma na celu praktyczne – na przykładach z zastosowaniem mikrokomputera – poznanie sposobów wyznaczania parametrów wybranych modeli występujących w ekonometrii. W szczególności, ze względu na łatwość dostępu, pokazano przykłady z użyciem popularnego programu Excel oraz Gretl i WinQSB. Wymienione aplikacje programowe występują fragmentarycznie i to przeważnie oddzielnie w różnych publikacjach. Prezentowana książka stanowi jednak zwartą formę – monografię ich zastosowań. Potwierdzeniem praktycznej użyteczności tego typu pracy są szybkie wyczerpania nakładów zarówno wydania pierwszego jak i drugiego książki *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*. Część druga *Zagadnienia ekonometrii* omawianej książki obejmuje:

- obszernie wprowadzenie do tematyki ekonometrii, a w ramach niego: pojęcia *ekonometria* i *model ekonometryczny*, struktura modelu ekonometrycznego, kryteria klasyfikacji modeli ekonometrycznych, etapy budowy modelu ekonometrycznego, testy dla oceny dopasowania modelu do danych empirycznych;
- przegląd oprogramowania wspomagającego modelowanie ekonometryczne zjawisk w szczególności gospodarczych;
 - prezentację rozkładu wielu zmiennych zawierająca: sposób zapisu, normalizację wartości zmiennych;
 - transformację liniową modeli nieliniowych dla skorzystania z klasycznej metody najmniejszych kwadratów;
 - przegląd metod wyboru kombinacji zmiennych objaśniających do danego modelu ekonometrycznego ze szczególnym uwzględnieniem: metody wskaźników wektora zmiennych objaśniających, bazowaniu na mierze błędów *ex ante*, wykorzystaniu analizy korelacji, metody pojemności nośników informacji, metoda grafowej i metody Hellwiga.

Na podkreślenie zasługuje objęte omawianą książką zastosowanie programów Excel oraz Gretl do weryfikacji modeli ekonometrycznych, a w ramach tego przykłady mierników dopasowania modelu do danych empirycznych. Przedstawiono procedurę korzystania z programu Gretl w zakresie zastosowania podwójnej metody najmniejszych kwadratów (2MNK).

W książce *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania* przybliżono na przykładach modele dla stacjonarnych szeregów czasowych, zmiennych dychotomicznych, wyznaczanie prognoz przy wykorzystaniu funkcji regresji Excela, a ponadto określanie błędów prognozy *ex post* oraz *ex ante* i badanie aktualności modelu do dalszego prognozowania. Dokonano przeglądu metod do prognozowania bazujących na szeregach czasowych obejmujących: modele

średnich ruchomych prostych, ważonych, podwójnych, prostego i adaptacyjnego wyrównywania wykładniczego, model Browna.

Podkreślono zalety modelu autoregresyjnego i modeli Holta-Wintersa z użyciem programu WinQSB. Zaprezentowano podejście do wyznaczania najlepszego zestawu parametrów α , β , γ do wyrównywania odpowiednio wartości obserwacji, zmienności trendu, sezonowości korzystając przy tym z odpowiedniej opcji programu WinQSB. Jako model złożony do opisu cech ekonomicznych, sformatowany programem Gretl, zamieszczono model składający się z trendu wielomianowego, modelu Kleina ze zmiennymi sezonowymi oraz model autoregresyjny.

W prezentowanej książce pokazano możliwość przestrzennego przedstawienia rozkładu dwóch zmiennych, po ich konwersji na funkcję gęstości dzięki tzw. estymacji jądrowej. W tym celu opracowano i zamieszczono sekwencję instrukcji języka R środowiska programowego o tej samej nazwie oraz przykłady wydruków. Obecnie rośnie znaczenie języka R i rozszerza się stosowanie obszernej funkcjonalności występującej w menu środowiska programowego R. Pakiet R dostępny jest w formie kodu źródłowego w Internecie. Pomyślany został jako ogólnie dostępny kod otwarty do dalszego rozwijania przez programistów w poszczególnych uszczegółowieniach listy programowej. Było to powodem zamieszczenia postępowania w zakresie budowy i weryfikacji modelu ekonometrycznego w programie R. Może to być wykorzystane w najbliższym czasie w nauczaniu ekonometrii z techniki komputerowej nie tylko na studiach ekonomicznych.

Wiele się obecnie mówi o potrzebie większej innowacyjności oraz kreatywności przedsiębiorstw. Wyłoniono w tym względzie szereg wskaźników do oceny tych zjawisk. Może to być inspiracją do zaangażowania się statystyki w gromadzenie danych do ich obliczania, a ekonometrii do formułowania adekwatnych modeli.

Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznym (skrypt)¹³

Skrypt ten stanowi kolejną moją publikację zwartą wydaną w roku 2013 przez Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu. Praca ma charakter badawczy i składa się z dwóch części: *Dynamiki jednopodstawowe*, *Relacje między cechami statystycznymi*. Rozpoczyna się od zgromadzenia i ujednoczenia materiału statystycznego pobranego z roczników statystycznych¹⁴ i przedstawienia cech jako dynamiki jednopodstawowe. Wyniki kolejnych lat stanowią zatem odniesienie procentowe do roku pierwszego w szeregu obserwacji. Pozwoliło to na ujednoczenie formy zaprezentowania tabel danych oraz wykresów obserwacji zmiennych.

Praca ma na celu poznanie i wskazanie właściwych trendów wielomianowych w układzie danej zmiennej i okresów czasowych. Na podkreślenie zasługuje obszerność materiału statystycznego, który może być następnie rozwijany poprzez *pełzanie* szeregów do kolejnych najnowszych lat. Ponadto miała na celu określenie związków korelacyjnych między zmiennymi. W opracowaniu uwzględniono obszary tematyczne występujące w statystyce GUS-u, a w tym: dynamikę popytu według sektorów, dynamiki na mieszkańca Polski, różne działy branżowe, finanse, inwestycje i środki trwałe, rachunek produktów, produkt brutto i inne cechy według sektorów. W części drugiej określono współczynniki korelacji liniowej między zmiennymi i podano przykłady opracowania regresji jednoczynnikowych. Szczególną uwagę skoncentrowano na badanie wpływu inwestycji na wybrane cechy statystyczne. Posłużono się w tym względzie programem Gretl. Skrypt cechuje graficzne przedstawienie oraz adekwatne dobranie właściwych stopni modeli wielomianowych dla wielu podstawowych zmiennych statystycznych, tak aby współczynnik determinacji, czyli dopasowania był jak najwyższy.

Coraz częściej zaskakiwani jesteśmy informacjami o krytycznej sytuacji gospodarczej określonego kraju Unii Europejskiej. Rodzi się pytanie jak w dobie rozwiniętej ekonometrii może dochodzić do negatywnych, niekontrolowanych procesów prowadzących w przyszłości do bankructwa nawet krajów. Za mało jest rozwiniętych modeli ekonometrycznych, które wcześniej ostrzegały by o zagrożeniach. Oczywiście jest, że zamodelowanie wielorównaniowe

¹³ Wornalkiewicz W., *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013, s. 252.

¹⁴ Roczniki Statystyczne RP, GUS, Warszawa 1995-2009.

oddziaływania na siebie podstawowych cech makroekonomicznych jest niełatwym zadaniem. Przeszkodą jest również tradycyjny sposób myślenia werbalnego, a także dotychczasowy proces prowadzenia wykładów z przedmiotów dotyczących prognozowania i symulacji w oparciu o dane statystyczne. Konieczne jest spojrzenie modelowe wpływu chociaż określonej cechy statystycznej na otoczenie innych cech. W prezentowanym skrypcie zaproponowano ścieżkę postępowania w celu sformułowania metody badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi. Pretekstem do rozważań jest wpływ inwestycji na podstawowe cechy. W tym względzie zabazowano na rocznikach statystycznych z lat 1995-2009 dostępnych w trakcie pisania tej pracy. Ten 15-letni okres był szczególnie burzliwy, cechowały go bowiem zmiany ustrojowe, prawne i ewidencyjne danych statystycznych.

Dla ujednolicenia rozpiętości wartości obserwacji w zbieraniu danych dokonano transformacji wartości cech na szeregi dynamiczne jednopodstawowe, tj. odnoszące się do roku 1995. Niektóre istotne cechy gospodarki wykształciły się dopiero w ostatnim dziesięcioleciu, a część z nich występuje w rocznikach statystycznych w okresie ostatnich 5-ciu lat. Z tego względu w opracowaniu zaznaczono te odniesienia. Narzędziem pomocnym w prezentowanym badaniu był arkusz kalkulacyjny Excel oraz pakiet komputerowy Gretl bezpłatnie dostępny w Internecie. W części pracy dotyczącej określenia korelacji uwzględniono tylko okresy 15-letnie. Po etapie obliczenia współczynników korelacji przedstawiono graficznie wpływ nakładów inwestycyjnych na inne wybrane cechy statystyczne, formułując w ten sposób regresje jednoczynnikowe. Opracowanie kończy się propozycją modelu ekonometrycznego wielowymiarowego dotyczącego produktu krajowego brutto, gdzie zmienna *Nakłady inwestycyjne* odgrywa dominującą rolę.

Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej¹⁵

Książka ta została opublikowana w roku 2013 również przez Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu. Stanowi ona pracę badawczą mającą na celu wyłonienie modeli ekonometrycznych podstawowej cechy gospodarki jaką jest produkt krajowy brutto (PKB) w podregionach i województwach Polski. Obszerny zakres zmiennych wyłoniono wstępnie intuicyjnie, biorąc pod uwagę ich wpływ na wielkość produktu krajowego brutto w określonych obiektach struktury terytorialnej Polski. Pozwoliło to z wykorzystaniem programu Gretl i pomocniczo Excela na określenie macierzy współczynników korelacji. Istotne z punktu widzenia nauki i praktyki jest podanie procedury eliminacji zmiennych objaśniających w kolejnych krokach iteracyjnych metodą *a posteriori* w Gretl. Wyłonienie istotnych zmiennych objaśniających pozwoliło na dobranie odpowiednich stopni modeli wielomianów, tworząc w ten sposób zmienne endogeniczne. Praca badawcza zmierzała do uformowania modelu wielorównaniowego zmiennych endogenicznych stanowiących formułę modelu PKB.

W ten sposób wyłoniono etapy i procedury budowy modelu produktu brutto według podregionów. Postępowanie było tylko pretekstem do skazania możliwości formułowania modelu ekonometrycznego na podstawie danych panelowych (czasowo-przekrojowych) także do innych cech ekonomicznych gospodarki Polski. Wykorzystano funkcjonalność narzędzia programistycznego jakim jest dostępny w Internecie pakiet Gretl. Następnym zaprezentowanym w omawianej książce podejściem jest wykorzystanie programu Excel do budowy modelu ekonometrycznego PKB na przykładzie Województwa Dolnośląskiego. Jako podstawę przyjęto równanie macierzowe w celu estymacji parametrów modelu z uwzględnieniem wybranych cech statystycznych tego województwa.

Rozwinięciem tematyki jest sformułowanie liniowego wielowymiarowego modelu ekonometrycznego budżetu powiatów przykładowego województwa na podstawie danych statystycznych. Procedurę podaną w odniesieniu do budżetu powiatów Województwa Dolnośląskiego, można także zastosować do poszczególnych zmiennych objaśniających wchodzących w skład tego modelu. Przykładem jest zamieszczony w omawianej książce *Model ekonometryczny zmiennej liczba bezrobotnych*. Porównanie rozmieszczenia na wykresie danych

¹⁵ Wornalkiewicz W., *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013, s. 343.

empirycznych i teoretycznych wskazuje na dobre dopasowanie modelu do wartości statystycznych. Sformułowanie modeli ekonometrycznych to krok w kierunku prognozowania cech ekonomicznych i adekwatnego zarządzania poszczególnymi obszarami działalności obiektów regionu.

Problematyka określania związków między cechami charakterystycznymi dla poszczególnych rynków a produktem krajowym brutto PKB jest obszerna. Jak już nadmieniono wybrano intuicyjnie na podstawie roczników statystycznych szeregi czasowe podstawowych zmiennych, które mogą mieć wpływ na wartość PKB. Opracowano wykresy trendów wielomianowych. Szeregi czasowe były bazą do zaproponowania modeli ekonometrycznych regresji między PKB a zmiennymi objaśniającymi. Poruszanie się w obszarze bardzo wielu zmiennych było możliwe dzięki zastosowaniu programu Gretl, a pomocniczo także programu Excel. Zwłaszcza program Gretl umożliwił eliminację *a posteriori* nieistotnych statystycznie zmiennych objaśniających. W ten sposób powstały propozycje modeli PKB w odniesieniu do obiektów struktury terytorialnej. Elementem wejściowym w powyższych działaniach było rozpoznanie literaturowe oraz istnienie na rynku programów komputerowych, zwłaszcza tych które można pozyskać bezpłatnie z Internetu. Stąd też przedstawienie przetestowanych przez siebie procedur generowania niektórych z takich programów, jak też ich zastosowania stanowi rozdział początkowy tej pracy. Zastosowanie programów poparto przykładami realizacji mikrokomputerowych. Szczególną uwagę skierowano na precyzyjne podanie kroków postępowania przy wywoływaniu menu jak też podawaniu żądanych przez komputer opcji. Wymagało to dość żmudnej pracy nad testowaniem i uzyskaniem dobrego efektu.

Przygotowanie odpowiedniej bazy danych statystycznych stanowiło etap bardzo pracochłonny i utrudniony względami wynikającymi z transformacji ustrojowej w okresie ostatniego dwudziestolecia. Zmieniała się struktura terytorialna jak też sposoby zbierania i agregacji danych statystycznych przez GUS. Zebrany obszerny materiał statystyczny nie tylko stanowi podstawę niniejszego opracowania, ale również może być osnową do dalszych prac z zakresu modelowania ekonometrycznego.

Wdrażanie zintegrowanego systemu informatycznego klasy ERP¹⁶

Kształcenie na specjalizacji *Informatyka w logistyce* wymaga aktualnych książek z obszaru projektowania oraz wdrażania zintegrowanych systemów informatycznych klasy ERP ze szczególnym uwzględnieniem wymogów logistyki. Wydana książka *Wdrażanie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie* wychodzi na przeciw potrzebom dydaktycznym na kierunku *Logistyka*. Poprzedzona została wcześniejszym poznaniem procesu przedwdrożeń w przykładowej hurtowni¹⁷. Nastąpiło w tym obiekcie dostosowanie standardowej aplikacji programowej, przekształcenie organizacji działania stanowisk oraz przebudowa istniejącego, lecz już przestarzałego systemu z obszaru zaopatrzenia, magazynowania, kompletowania i wysyłki towarów pod zamówienia klientów. Prezentowana książka stanowi istotne rozwinięcie tematyki procesu wdrożeniowego i występujących w nim utrudnień, które tylko fragmentarycznie nadmieniane są w literaturze tego przedmiotu^{18 19}. Z tego względu moim zdaniem zasługuje na szczególne uznanie i stosowanie w dydaktyce na specjalizacji *Informatyka w logistyce*.

Na podstawie studium przypadku systemów informatycznych wdrożonych w dużych, średnich i małych firmach zebrano oczekiwania użytkowników od tego typu aplikacji z punktu widzenia poprawy efektywności działania zwłaszcza obszaru magazynowania i przewozów. Na podkreślenie zasługuje przedstawienie standardowych systemów w logistyce wewnątrz przedsiębiorstwa jak i specjalizowanej – tylko jako usługa przewozowa. Cennym elementem jest rozwinięcie zagadnienia zwanego hurtownią danych, stanowiącego podstawowy trzon analityki

¹⁶ Wornalkiewicz W., *Wdrażanie zintegrowanego systemu informatycznego klasy ERP*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015, s. 370.

¹⁷ System klasy ERP wdrożono w Hurtowni Materiałów Papierniczych ARTIM w Opolu w roku 2012.

¹⁸ Kisielnicki J., Pańkowska M., Sroka H. (red. nauk.), *Zintegrowane systemy informatyczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.

¹⁹ Lech P., *Zintegrowane systemy informatyczne Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Centrum Doradztwa i Informacji Difin, Warszawa 2003 r.

biznesowej. Analityka biznesowa (BI) jest pojęciem o szerokim znaczeniu²⁰. Można przedstawić je jako proces przekształcania danych w informacje, a informację w wiedzę, która może być wykorzystana do zwiększenia konkurencyjności danej jednostki gospodarczej. BI określane jest także jako zbiór systemów, których celem jest dostarczenie właściwych informacji osobom we właściwym czasie, aby wspomagać procesy podejmowania decyzji przez analizę danych i w efekcie uzyskać przewagę na rynku²¹. Efektywne eksploatawanie narzędzi BI jest uzależnione od utworzenia hurtowni danych. Stanowi ona zbiór danych, w którym niezależne, zorientowane tematycznie dane są przechowywane z oznaczeniem czasu ich wprowadzenia, a dane wprowadzone wcześniej nie mogą podlegać żadnym modyfikacjom. Dane w hurtowni przechowywane są w postaci przetworzonej oraz przygotowanej na potrzeby raportów i analiz²². Taka hurtownia pozwala na ujednoczenie i powiązanie danych zgromadzonych z różnorodnych systemów informatycznych. Utworzenie bowiem hurtowni danych zwalnia systemy transakcyjne od generowania raportów i umożliwia korzystanie z różnych możliwości współczesnej komputerowej analityki biznesowej. Omawiana książka ma nie tylko wartość dydaktyczną, lecz również przybliżyła i rozwija problematykę wprowadzenia do praktyki firmy projektu wdrożenia systemu informatycznego z uwzględnieniem wymogów nowoczesnej logistyki.

Trzeba tu dodać, że w sytuacji kryzysu gospodarczego coraz więcej jednostek organizacyjnych poszukuje metody na podniesienie efektywności swego działania decydując się na unowocześnienie istniejącego systemu informatycznego poprzez implementację systemu klasy ERP. Uwaga skupiona jest przede wszystkim na wyborze nowoczesnego systemu, zaś samo przystosowanie i zainstalowanie w obiekcie zamawiającego pozostawia się niekiedy służbie informatycznej. Tymczasem wdrożenie systemu klasy ERP jest dużą, kosztowną inwestycją informatyczną wymagającą aktywnego zaangażowania się pracowników z różnych komórek organizacyjnych firmy. Wraz z wprowadzeniem nowej techniki ewidencjonowania i przetwarzania danych następuje bowiem gruntowne przeobrażenie istniejącego systemu informacyjnego. Ogólnie biorąc proces wdrożenia systemu ERP dzielimy na 3 fazy: wyboru, implementacji, optymalizacji. Po fazie wyboru w przypadku firmy przyjęte rozwiązanie powinno w możliwie najlepszym stopniu odzwierciedlać model biznesowy jej funkcjonowania. Pełny cykl implementacyjny wersji standardowej systemu obejmuje dostawę i integrację infrastruktury informatycznej z pakietem oprogramowania oraz szkolenia i testy symulacyjne wstępnej pracy systemu. W fazie optymalizacji dokonuje się modyfikacji wersji standardowej systemu wprowadzając nowe opcje lub dodatkowe funkcje, a także eliminuje się zauważone drobne błędy podczas symulacji. Zarówno ilość faz, kolejność ich realizacji są różne w stosowanych przez firmy wdrażające metodykach.

W książce uwzględniono przykładową funkcjonalność poszczególnych modułów systemu *Microsoft Dynamics AX*²³ przeznaczonego przede wszystkim do małych firm. Ponadto występują rozdziały dotyczące modelowania oraz implementacji systemów informatycznych do potrzeb określonego obiektu.

*Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*²⁴

Tematyka projektowania systemów informatycznych jest bardzo obszerna. Różnorodna jest bowiem przestrzeń branżowych procesów zarządzania organizacjami, a w tym w szczególności gospodarczymi. Zamierzeniem niniejszego opracowania było przedstawienie ewolucji jakie przeszły systemy wspomagania pracy kierownictwa i komórek różnych szczebli w strukturach

²⁰ http://pl.wikipedia.org/wiki/Business_intelligence, dostęp: 5.06.2014.

²¹ Wrycza S. (red.), *Informatyka ekonomiczna Podręcznik ekonomiczny*, Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, s. 611.

²² Ibidem, s. 613.

²³ Informacje na temat systemu Microsoft Dynamics AX występują na stronie: www.microsoft.com/poland/dynamics/ax, data pobrania: 20.07.2013.

²⁴ Wornalkiewicz W., *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016, dwie części:

1 – *Wybrane systemy zarządzania i sposoby modelowania*, s. 238,

2 – *Narzędzia wspomagające projektowanie systemów*, s. 329.

organizacyjnych, zarówno dużych jak i małych firm. Prowadzenie wykładów z projektowania systemów informatycznych zarządzania z konieczności koncentruje się na poznaniu w pierwszej kolejności standardów systemów zarządzania. Dotyczy to obszarów logistyki, produkcji oraz rozliczeń ilościowych i finansowych wykorzystywanych zasobów w procesie wytwarzania wyrobów, czy też świadczenia usług. Wykładowca stara się wskazać etapy oraz bariery dojścia do eksploatacji nowego lub modernizowanego systemu informatycznego, począwszy od analizy przedwdrożeniowej po dokumentację eksploatacyjną włącznie. Właśnie bieżące dokumentowanie zmian w procedurach modułów systemów zwłaszcza zintegrowanych, daje szansę panowania nad złożonością współczesnych aplikacji sieciowych, a w szczególności ze zdalną techniką mobilną poprzez terminale, przy współpracy z „chmurką”.

Zaprojektowanie systemu komputerowego, jego implementacja do warunków wskazanego obiektu oraz nabranie przez pracowników nawyków pracy z technika komputerową, stwarza złożony problem wdrożeniowy. Również projektowanie złożonych aplikacji, angażujące różne języki kodowania wymaga opanowania umiejętności notacji graficznej zjawisk z użyciem odpowiedniego języka np. UML i tworzonych w nim diagramów. Studiujący takie przedmioty jak *Wdrażanie zintegrowanych systemów*, *Bazy danych*, *Komputerowe planowanie produkcji według metodologii MRP*, *Tworzenie i analiza raportów*, w tym do potrzeb hurtowni danych, oczekują publikacji stanowiącej rodzaj poradnika w tym zakresie. W prezentowanej książce zamieściłem przykłady standardowych systemów zintegrowanych mających liczne wdrożenia. Projektujący złożone moduły z elementami coraz częściej obecnie stosowanej optymalizacji mogą skorzystać z propozycji zastosowania diagramów UML w analizie i modelowaniu tych modułów. Prezentowana książka obejmuje między innymi rozdziały:

- Informatyka w zarządzaniu,
- Planowanie potrzeb zasobów przedsiębiorstwa,
- Przykłady analizy powdrożeniowej,
- Systemy zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie,
- Zagadnienia pomocnicze w projektowaniu procedur systemowych,
- Tendencje rozwojowe w wykorzystaniu nowych technologii informatycznych,
- Modelowanie ekonometryczne pomocne w projektowaniu systemów,
- Języki programowania,
- Zastosowanie UML w projektowaniu systemów,
- Narzędzia tworzenia i analizy raportów,
- Systemy zarządzania bazą danych,
- Przykłady analizy powdrożeniowej w celu modyfikacji systemu eksploatowanego.

Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie²⁵

W celu zbadania popularności różnych metod stosowanych w obszarze ekonometrii, prognozowania oraz badań operacyjnych opracowałem blog „*Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*”. Prowadzony jest on od roku 2012 pod domeną o moim nazwisku z zastosowaniem systemu zarządzania treścią WordPress. Z punktu widzenia informatyki WordPress stanowi nowoczesną semantyczną platformę publikacyjną. W ramach menu tego blogu występuje strona główna do której dodaję bieżące wpisy – skróty prowadzonych przez mnie wykładów oraz ćwiczeń w Wyższej Szkole Zarządzania i Administracji w Opolu, a także bieżące komunikaty dla studentów. Ponadto założone są strony tematyczne w których wpisywane są teksty merytoryczne dotyczące metod ilościowych. Szczególną popularnością cieszą się konkretne wpisy z podaniem wzorów i procedur postępowania w rozwiązywaniu zadań na komputerze według danej metody. Zachęciło to mnie do publikowania tekstów dotyczących procesów decyzyjnych w teorii i praktyce. Przybliżenie bowiem w prostej formie możliwości tworzenia oraz wykorzystywania modeli ekonometrycznych oraz technik optymalizacyjnych toruje drogę do stosowania ich w rzeczywistości nie tylko gospodarce.

²⁵ Wornalkiewicz W., *Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, wydanie tradycyjne oraz internetowe, stron: 348.

Prezentowana książka opracowana jest głównie jako materiał pomocniczy do realizacji programu studiowania metod zarządzania wspomaganych technologiami informatycznymi. Z roku na rok obserwuję wzrost zainteresowania tematyką metod ilościowych przy zastosowaniu programów komputerowych, w tym do rozwiązywania zadań decyzyjnych. Wzrasta liczba „gości”, którzy skorzystali z konkretnych wpisów na stronach blogu. Zgodnie z prowadzoną w systemie WordPress ulmetryką średnia ilość oglądanych stron miesięcznie na blogu wynosi 300. Obecnie ciekawa merytorycznie strona przyciąga biznesmenów oraz potencjalnych konsumentów. Jednak zainteresowanie budzą głównie pierwsze trzy strony listy rezultatu sporządzone przez wyszukiwarkę. Podpowiada to nam, że warto wykorzystać w przyszłości ten blog także jako forum marketingu internetowego produktu i wizerunku firm, chociaż jego rola jako promotora metod i technik ekonometrycznych powinna pozostać dominująca.

Prowadzona przez WordPress statystyka podaje nam liczby wejść według krajów. Godne podkreślenia jest zainteresowanie internautów ze Stanów Zjednoczonych oraz Europy Zachodniej, gdzie zwłaszcza na studiach ekonomicznych i w praktyce przedsiębiorstw występują znaczące wymagania znajomości statystyki, ekonometrii, oraz prognozowania z użyciem techniki komputerowej. Na sporządzonym rankingu fraz dominują teksty stanowiące przykłady rozwiązań przede wszystkim z zastosowaniem programu komputerowego WinQSB, czy też dodatku Solver Excela. Zauważyłem, że wsparcie dydaktyki swobodnym dostępem do internetowych przykładów rozwiązań zadań z modelowania ekonometrycznego i stosowania optymalizacji skutkuje lepszymi wynikami w studiowaniu tych niełatwych obszarów nauki. Może to w przyszłości przynieść wymierne owoce w poprawie efektywności działania firm poprzez stosowanie w praktyce poznanych na wykładach metod i technik metod ilościowych. Zamieszczone w książce, niektóre teksty pochodzą z mego blogu „*Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*”, przy czym praca składa się z dwóch części:

1. *Ranking metod ilościowych i ich echo w zasobach wyszukiwarki o zasięgu światowym.*
2. *Nowo wprowadzone publikacje do blogu.*

Ranking statystyczny wejść do blogu był kanwą części pierwszej książki. Według malejącej kolejności liczby wejść internautów przedstawiono i rozszerzone wpisy dotyczące poszczególnych zagadnień, zwłaszcza w kontekście prognozowania zjawisk ekonomicznych i optymalizacji decyzji w rozwiązywaniu praktycznym. Pięcioma najwyżej notowanymi spośród 39. wybranych wpisów blogu są:

1. Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa.
2. Zagadnienie dualne w programowaniu liniowym.
3. Prognozowanie w oparciu o model autoregresyjny.
4. Metody rozwiązywania zagadnień transportowych.
5. Podwójne wyrównywanie wykładnicze – model Browna.

W ramach każdego z rozdziałów części pierwszej pracy pokazano na wykresach statystyki ruchu internetowego w miesiącach lat 2012-2016, który w końcowym roku badania, w tak specyficznym obszarze, wynosił łącznie 80 tysięcy wejść. Zamieszczono także teksty wpisów istniejących na blogu, z moim rozwinięciem tematycznym. Ponadto dokonano „penetracji” internetowej wpisów innych autorów dotyczące poruszanego tematu lub podobnych.

Ze względu na masowość odniesień internetowych swoje zainteresowanie skupiłem na pierwszych stronach wygenerowanych list rezultatów. Sporządza je wyszukiwarka Google jako efekt poszukiwania podanych fraz w cudzysłowie. Ponadto wziąłem pod uwagę tylko publikacje o formacie PDF, którymi przeważnie były artykuły i podałem ich tematykę. Daje to moim zdaniem dobry materiał wstępny rozpoznania tematycznego w pisaniu prac dyplomowych.

Prowadzenie blogu to stałe czuwanie nad kontekstem tekstów, czyli ich wartością merytoryczną i popularyzowaniem wśród internautów forum światowego. Wyszukiwarka Google posiada bowiem roboty programistyczne do pozycjonowania wpisów internautów, a zwłaszcza witryn w formie blogów pod WordPressem. Tematyka metod ilościowych, choć powszechnie uznawana za trudną, to jednak w fazie przeddyplomowej i podyplomowej budzi duże, dynamicznie rozwijające się, zainteresowanie internautów.

W części drugiej książki zamieszczono szersze opracowania rozwijające niektóre trudniejsze problemy podjęte w ramach skróconych wpisów na stronie głównej. Poświęcono temu odrębną stronę tematyczną w której jednak ze względu na prosty edytor tekstu WYSIWYG zamieszczone są tylko teksty bez grafiki, tj. rysunków i tabel. W tej części książki podano więc następujące pełne treści mego autorstwa w celu skorzystania z nich w procesie dydaktycznym nie tylko przez studentów:

- wyszukiwarki i media społecznościowe (oprogramowanie wyszukiwarek, portale internetowe, serwisy);
- Internet jako medium promocji i kreacji wizerunku (współpraca wirtualna z Google, marketerzy internetowi, marketing internetowy);
- analityka biznesowa (systemy ułatwiające zarządzanie, hurtownia danych, model relacyjnej bazy danych, wskaźniki efektywności przedsiębiorstwa, wizualizacja wiedzy);
- symulacja biznesowa (stosowane aplikacje, aktywne metody uczenia biznesu);
- projektowanie pulpitów menadżerskich w Excelu (korzystanie z tabeli przestawnej, wykresy przestawne, fragmentatory);
- modelowanie ekonometryczne ruchu internetowego (model wielomianowy, modele Holta-Wintersa, model multiplikatywny, model podwójnego wyrównywania wykładniczego z trendem);
- modelowanie ekonometryczne z użyciem algebry liniowej macierzy (estymacja parametrów modelu, zastosowanie funkcji macierzowych programu R, zastosowanie funkcji macierzowych Excela);
- marszrutyzacja przewozów z zastosowaniem programu WinQSB (model matematyczny zadania decyzyjnego klasy VRP, założenia do testowania modelu programem WinQSB, sformułowanie zadania w WinQSB, rozwiązanie problemu decyzyjnego o zmiennych mieszanych);
- doskonalenie procesów informacyjnych w zarządzaniu (koncepcja ciągłego usprawniania, usprawnienie przepływu na przykładzie procesu logistycznego, zastosowanie modułu pakietu WinQSB do tworzenia i analizy sieci przedsięwzięć, wizualny system sterowania przepływem, potrzeba infrastruktury informatycznej).

Prezentowana książka wykonana jest głównie jako materiał pomocniczy do realizacji programu studiowania metod zarządzania wspomaganych technologiami informatycznymi. W edycji strony tytułowej książki i przekładek zabazowano na wybranych fragmentach grafik zamieszczonych w rozdziale 23 mojej książki „*Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie*”.

*Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania*²⁶

Obszerne jest zagadnienie inżynierii i analizy systemów zarządzania, wykładane zwłaszcza jak przedmiot na kierunku „*Logistyka*”. Wymaga on bowiem znajomości różnego rodzaju sprzętu komputerowego, zarówno dużej mocy jak i małych urządzeń mobilnych pracujących zdalnie. Potrzebne jest orientowanie się w różnych budowanych konfiguracjach sieci komputerowych, zarówno tych scentralizowanych jak i rozproszonych, a w dodatku globalnych sieciach obsługujących zorientowane branżowo portale.

Przeważnie wdrożone obecnie w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz transportowych duże systemy zintegrowane klasy ERP, scalają w sobie różnego typu platformy systemowe, zarówno wcześniejsze jak i najnowsze. Coraz powszechniejsze jest stosowanie w zarządzaniu Internetu, z dobrodziejstwem jego poczty elektronicznej, sklepów internetowych oraz nowych form marketingowych. Pozwala to na stopniowe przechodzenie z tradycyjnego zarządzania, na posługiwanie się mobilnymi urządzeniami komunikowania się, automatyzacji transakcji przychodu/rozchodu, a także wspomaganie procesów zarządzania poprzez zastosowanie metod optymalizacyjnych w decyzjach gospodarczych.

„*Rozpędzona informatyka*” powoduje, że zainstalowany sprzęt jak i oprogramowanie szybko się „*starzeje*”. Po około dziesięciu latach trzeba systemy wymieniać na nowszej generacji. Wszystko to wymaga nie tylko od służby informatycznej stałego czuwania nad aktualnością aplikacji, ale także zmusza kadrę zarządzającą do „*wciągania się*” w arkaną wdrażania i eksploatacji różnych branżowo zorientowanych podsystemów informatycznych. Obecnie staje się potrzebna znajomość różnego rodzaju oprogramowania, nabieranie umiejętności obserwacji rynku

²⁶ Wornalkiewicz W., Duczmal W., *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania. Wybrane aspekty logistyczne*, Wydawnictwo i Drukarnia Świętego Krzyża w Opolu, Opole 2019, Wornalkiewicz W. – rozdziały: 1-9 stron: 100, rozdziały: 16-22 stron: 135.

komputerowego oraz przechodzenia na nowe wersje, coraz bardziej zintegrowanych nowoczesnych systemów, aby nie tylko sprostać, ale nawet prześcignąć konkurencję.

Z powyższego względu prezentowana książka jako współautorstwo pomyślana jest nie tylko jako materiał pomocniczy w dydaktyce, ale także jako poradnik dla studiujących oraz praktyków z obszaru zarządzania, logistyki oraz ekonometrii. Ponadto może stanowić wskazówki do przybliżenia problematyki inżynierii systemów oraz rady w przeprowadzaniu analiz przedwdrożeńowych, jak też powdrożeńowych. Zamieszczenie dla potrzeb studentów praktycznego spojrzenia i wskazanie etapów postępowania w takich analizach wydaje się konieczne. Eksploatujący bowiem systemy zintegrowane muszą nadążyć z szybkim rozwojem technologii informacyjnej. W ramach omawianej książki rozdziałami opracowanymi wyłącznie przezemnie są:

- Zakres inżynierii systemów informatycznych zarządzania,
- Środowiska programistyczne tworzenia aplikacji,
- Popularność języków programowania,
- Zastosowanie konwertera plików,
- Wymagania techniczne przykładowych aplikacji,
- Integracja indywidualnych systemów użytkowych,
- Aplikacje programowe stosowane w projektowaniu stron internetowych,
- Big Data – narzędzie cyberbezpieczeństwa,
- Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie,
- Estymowanie parametrów modelu ekonometrycznego programem Gretl,
- Rozwiązanie komputerowe asymetrycznego zagadnienia komiwojażera,
- Optymalizacja marszrutyzacji przewozów z zastosowaniem funkcji Excela,
- Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji,
- Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych,
- Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności,
- Modelowanie ekonometryczne zjawiska (przykład).

Z zakresu wspomaganie komputerowego procesów zarządzania z uwzględnieniem modelowania ekonometrycznego moim zdaniem na uwagę zasługują przede wszystkim trzy publikacje zwarte:

- książka pt. *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej* Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu, rok wydania 2013, stron 343, ISBN 978-83-62683-36-9 i 978-83-7511-170-5.

- skrypt pt. *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu, rok wydania 2013, stron 252, ISBN 978-83-62683-44-4 i 978-83-7511-187-3.

- książka pt. *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania, część I i II*, Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu, rok wydania 2014, stron 665, ISBN 978-83-62683-64-2 i 978-83-7511-210-8.

1. Ranking metod ilościowych²⁷

1.1. Miejsce w przestrzeni wirtualnej

Jak już nadmieniałem w Przedmowie w celu zbadania popularności różnych metod stosowanych w obszarze ekonometrii, prognozowania oraz badań operacyjnych opracowałem blog „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”. Prowadzony jest on pod domeną „wornalkiewicz” na wyszukiwarce WordPress. W opracowaniu blogu pomocne były rady zawarte w czasopiśmie *Komputer Ekspert Biblioteczka*²⁸. WordPress to system zarządzania treścią zaprojektowany głównie do obsługi blogów²⁹ i rozpowszechniany jest na licencji GNU *General Public License*. Licencja ta określa wolne i otwarte oprogramowania dostępne bezpłatnie³⁰. Wymieniony tu MySQL stanowi wolnodostępny system zarządzania relacyjnymi bazami danych rozwijany przez firmę Oracle³¹. Natomiast Oracle Corporation to amerykańskie przedsiębiorstwo zajmujące się tworzeniem oprogramowania do szeroko rozumianej obsługi przedsiębiorstw, a w szczególności systemów zarządzania bazą danych³². Ma ono również swoje przedstawicielstwo w Polsce.

Interpretowany skryptowy język programowania PHP zaprojektowany został do generowania stron internetowych i budowania aplikacji webowych w czasie rzeczywistym³³. Język PHP jest najczęściej stosowany do tworzenia skryptów po stronie serwera WWW, ale może być on również używany do przetwarzania danych z poziomu wiersza poleceń, a nawet do pisania programów pracujących w trybie graficznym.

Narzędziem odczytywania stron internetowych jest przeglądarka, stanowiąca oprogramowanie pobierające i wyświetlające dokumenty w protokole HTML, XML, XHTML z serwerów internetowych i plików multimedialnych³⁴. Sprawne korzystanie z Internetu umożliwiają przeglądarki MS Explorer, Firefox, Opera. Przykładowo wymieniony tu HTML (*HyperText Markup Language*) to hipertekstowy język znaczników, obecnie szeroko wykorzystywany do tworzenia stron internetowych³⁵. Komunikacja przeglądarki ze serwerem odbywa się przy zastosowaniu protokołu np. HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*)³⁶. HTTP to protokół przesyłania dokumentów hipertekstowych sieci WWW (*World Wide Web*), który jest protokołem bezstanowym, nie zachowuje więc informacji o poprzednich transakcjach z klientem. Z tego względu proponowane jest klientom stosowanie tzw. *Mechanizmu ciasteczek*. Ułatwieniem poszukiwania informacji w Internecie jest stosowanie wyszukiwarek, jako odpowiednich systemów do stron internetowych lub programów, które dzielą się na³⁷:

- systemy indeksowania stron (np. system Google);
- systemy wyszukiwania bezpośredniego, przykładowo plików wideo;
- katalogi stron adresów URL różnych serwerów WWW (np. Yahoo).

Wymieniony tu URL (*Uniform Resource Locator*) oznacza ujednolicony format adresowania zasobów, tj. informacji, danych, usług i jest stosowany w Internecie oraz w sieciach lokalnych,

²⁷ Opracowanie uwzględnia tekst zawarty w rozdziale 1.1. książki autora: *Popularyzacja metod ilościowych w Internecie*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2017, strony: 10-18.

²⁸ Czasopismo: *Komputer Ekspert Biblioteczka*, 01 Luty-marzec 2011 „WORDPRESS BLOG|STRONA FIRMOWA|E-SKLEP KOMPLETNY PORADNIK”, Wydawca: RINGIER AXEL SPRINGER POLSKA.

²⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/WordPress>, dostęp: 21.02.2016.

³⁰ <https://pl.wikipedia.org/w/index.php?search=General+Public+Licence&title=Specjalna%3ASzukaj&go=Przejd%C5%BA>, dostęp: 21.02.2016.

³¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/MySQL>, dostęp: 21.02.2016.

³² <https://www.google.pl/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Oracle>, dostęp: 22.02.2016.

³³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/PHP>, dostęp: 21.02.2016.

³⁴ Wrycza S. (red. naukowa), *Informatyka ekonomiczna Podręcznik Akademicki*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, rozdział 18.5. *Przeglądarki, wyszukiwarki, porównywarki*.

³⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/HTML>, dostęp: 25.02.2016.

³⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Transfer_Protocol, dostęp: 24.02.2016.

³⁷ Wrycza S. (red. naukowa), *Informatyka ekonomiczna Podręcznik Akademicki*, op.cit.

choć kojarzony jest tylko z adresami stron WWW³⁸. Rozróżniamy statyczne i dynamiczne strony WWW. Styczne występują wtedy, gdy serwer WWW ogranicza się do przesłania pliku z opisem dokumentu, a dynamiczne jeśli na serwerze uruchomiony zostaje odpowiedni program, który wygeneruje dokument HTML³⁹.

Wyszukiwarka Google oblicza m.in. rangę strony na podstawie linków kierowanych na nią, a ponadto na podstawie pozycji strony z której te linki pochodzą. Dodam jeszcze, że pojęcie porównywarka jest narzędziem ułatwiającym prowadzenie biznesu elektronicznego. To rodzaj serwisu umożliwiającego wyszukiwanie i porównywanie np. cen określonego produktu w wielu sklepach internetowych.

W ramach menu tego blogu *Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych* występuje strona główna na której prowadzone są bieżące wpisy, najczęściej skróty prowadzonych przez siebie wykładów oraz ćwiczeń w Wyższej Szkole Zarządzania i Administracji w Opolu, a także bieżące komunikaty dla studentów. Ponadto założone są strony tematyczne w których wpisane są teksty z problematyki merytorycznej dotyczącej metod ilościowych. Przede wszystkim nawiązują one do tematyki zajęć na kolejnych semestrach kierunków *Zarządzanie* oraz *Logistyka*. Bliższe informacje o funkcjonalności poszczególnych stron i ich opcji można znaleźć w rozdziale drugim tej publikacji „*Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej*”. Wygląd wejściowy witryny blogu pokazano na Rycinie 1.1.

System WordPress ulegał ciągłym udoskonaleniom i rozszerzeniom⁴⁰. Wersja 3.1 wprowadziła zmiany w zarządzaniu stroną, w tym w zakresie dodawania hiperłączy na stronie. Hiperłącze (*hyperlink*) to odnośnik, zwany także odsyłacz lub link). Hiperłącza są powszechnie używane na stronach internetowych⁴¹. Zamieszczane są w dokumentach elektronicznych, którymi mogą być teksty, grafika, wideo, animacja, plik formatu PDF lub HTML. Stanowią odwołanie do innego dokumentu lub innego miejsca w danym dokumencie. Kliknięcie na hiperłącze powoduje otwarcie dokumentu docelowego. Ponadto wprowadzono tzw. skórki, czyli możliwości redagowania różnych formatów wpisów. Dodatkowo wprowadzono pasek administracyjny na górze strony oraz inne usprawnienia dla użytkownika. Obecnie aktualna jest wersją 4.6.1. Tak więc oprogramowanie systemu WordPress dba o stronę estetyczną oraz zgodność ze standardami internetowymi wprowadzanych wpisów na stronach WWW, redagowanych często w postaci wielostronicowej, czyli blogu.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.1. Widok wejściowy blogu

Dostęp do informacji jest szybki, jeśli uświadomimy sobie, że serwer wyszukiwarki znajduje się w San Francisco. Trzeba tu jeszcze dodać, że system WordPress jest utrzymywany przez korporację (Automattic, Inc) założoną w 2005 roku stosującą serwer sieciowy *nginx*⁴². Działalność

³⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Uniform_Resource Locator, dostęp: 10.11.2016.

³⁹ Krawczyński E., Talaga z., Wilk M., *Technologia informacyjna nie tylko dla uczniów*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa 2002.

⁴⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/WordPress>, dostęp: 26.10.2016.

⁴¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Hiper%C5%82%C4%85cze>, dostęp: 10.11.2016.

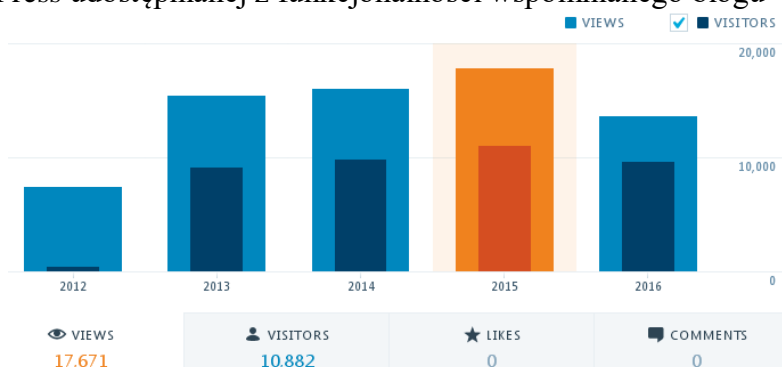
⁴² <https://en.wikipedia.org/wiki/Automattic>, dostęp: 10.11.2016.

tej korporacji jest najbardziej znana z WordPress, czyli systemu bezpłatnej obsługi blogów, jak również z wkładu w tworzenie oprogramowania blogowania typu *open source software*.

W blogu szczególną popularnością cieszą się konkretne wpisy z podaniem wzorów i procedur postępowania w praktycznym zastosowaniu na komputerze danej metody. Zachęciło to mnie do zintensyfikowania opracowywania i internetowego publikowania tekstów dotyczących procesów decyzyjnych w teorii i praktyce. Przybliżenie bowiem w prostej formie możliwości tworzenia oraz wykorzystywania modeli ekonometrycznych oraz technik optymalizacyjnych toruje drogę do ich stosowania w rzeczywistości nie tylko gospodarczej.

1.2. Ogólna statystyki korzystania z blogu

Blog „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych” o charakterze witryny wielostronicowej założyłem w lutym 2012 roku. Do dnia 26. 10. 2016 r. wymieniony blog odwiedziło 69 551 internautów. Z roku na rok obserwuję wzrost zainteresowania tematyką metod ilościowych przy zastosowaniu programów komputerowych, w tym do rozwiązywania zadań decyzyjnych. Możemy się teraz zapoznać z graficznym przedstawieniem tej tendencji zaczerpniętej ze statystyki WordPress udostępnianej z funkcjonalności wspomnianego blogu⁴³ (zob. Rycina 1.2).



Źródło: Dane ze statystyki WordPress w ramach blogu „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”.

Ryc. 1.2. Statystyka ruchu internetowego w latach

Widzimy, że nie tylko wzrasta liczba odwiedzających (*views*) ale także liczba gości (*visitors*), czyli tych co którzy skorzystali z konkretnych wpisów na stronach blogu. Na wykresie dla roku 2015 stosunek gości do odwiedzających wynosił około 62%. Trzeba dodać, że dodatkowe dane statystyczne dotyczące ruchu internetowego na blogu uzyskujemy poprzez wywołanie opcji „urlmetryka” wpisując to przed nazwą strony WWW (zob. Rycina 1.3).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.3. Zainicjowanie wywołania statystyki ogólnej ruchu na blogu

Według tej urlmetryki statystyka omawianego blogu jest następująca:

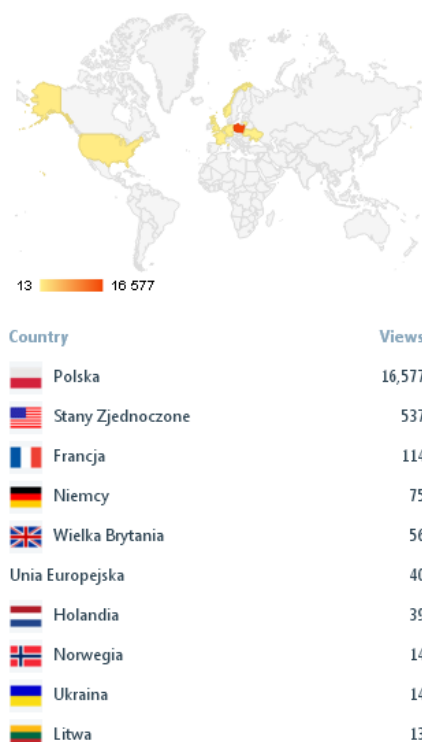
- o średnia ilość odwiedzających miesięcznie – 300,
- o szacowana wartość na odwiedzającego – 587,44 zł,
- o miejsce w rankingu w Polsce – 216 338,
- o miejsce w rankingu na świecie – 9 399 795.

⁴³ <https://wornalkiewicz.wordpress.com/>, dostęp: 26.10.2016.

Zwróćmy uwagę na prowadzoną automatycznie przez serwer znaczącą wycenę na odwiedzającego. Trzeba nadmienić, że obecnie ciekawa merytorycznie strona – z dobrym tekstem, przyciąga biznesmenów oraz potencjalnych konsumentów, którzy przy okazji czytają inne sponsorowane przez przedsiębiorstwa wpisy internetowe. Zauważyły to firmy pozycjonujące strony WWW i coraz chętniej sięgają po najnowsze publikacje książkowe, zwłaszcza ze sfery zarządzania i informatyki. Interesuje ich zajmowanie jak najwyższej pozycji wpisów swoich klientów komercyjnych na liście sporządzanej automatycznie przeważnie przez wyszukiwarkę Google. Nadmienię, że algorytm pozycjonowania stale ulega zmianie i muszą się jego domyślać programujący pozycjonowanie sponsorowane.

Jak już wspomniałem szacowana wartość na odwiedzającego określana jest zasadniczo według pozycji wpisu na pierwszych trzech stronach listy sporządzonej przez wyszukiwarkę po podaniu frazy. Czasem też według ilości linków, czyli adresów do innych popularnych stron WWW. Dotychczasowa rosnąca tendencja popularności metod ilościowych, wzmiankowana w formie wpisów na blogu „*Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*” sugeruje nam, że warto wykorzystać w przyszłości ten blog także jako forum marketingu internetowego. Jest to zresztą ostatnio coraz bardziej stosowana forma promowania zarówno produktu jak i wizerunku firmy. Nie można jednak zapomnieć o celu jaki przyświecał powstaniu tego blogu, a mianowicie propagowanie metod, technik ekonometrycznych i optymalnego rozwiązywania zadań decyzyjnych.

Mimo, że blog prowadzony jest w języku polskim coraz więcej internautów zagranicznych, automatycznie tłumaczy teksty w Internecie i następnie korzysta z informacji w nim zawartych, które podane są w postaci źródłowej edytorów tekstu lub grafiki. Frekwencję odwiedzających proponuję zaobserwować dla roku 2015 na Rycinie 1.4.



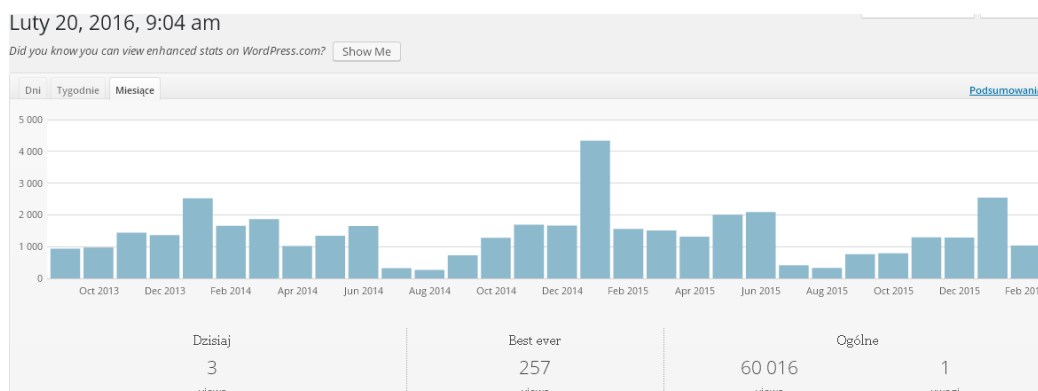
Źródło: Statystyka WordPress w ramach blogu „*Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*”.

Ryc. 1.4. Ranking liczby odwiedzających omawiany blog

Witryna internetowa (przedstawiany blog) cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem studentów zwłaszcza uczelni kierunków ekonomicznych. Jest bowiem nieregularną formą dziennika treści wykładów i ćwiczeń oraz komunikatów prowadzonych przez zemnie jako wykładowcę i skierowaną przede wszystkim do grup studentów kierunków *Zarządzanie, Ekonometria, Logistyka, Informatyka w logistyce*. Ogólna ilość wejść w Polsce w roku 2015 wynosiła 16 577. Zwróćmy uwagę, że zainteresowanie witryną internetowa wyrazili też internauci z Ukrainy i Litwy, być może jest to za przyczyną tego, że coraz więcej studentów z tych krajów gości na naszych uczelniach.

Godne podkreślenia jest stosunkowo duże zainteresowanie internautów ze Stanów Zjednoczonych. W tym kraju, zwłaszcza na studiach ekonomicznych i w praktyce przedsiębiorstw występują znaczne wymagania co do znajomości statystyki, ekonometrii, prognozowania, symulacji oraz prognozowania z użyciem techniki komputerowej. Wpłynęło to niewątpliwie na poziom nauczania tych przedmiotów.

W WordPress statystyka ruchu internautów dotycząca danego blogu jako witryny wielostronicowej prowadzona jest z dokładnością do dni. Raporty uzyskujemy także dla kolejnych tygodni czy też miesięcy⁴⁴. Przykład raportu statystycznego w układzie miesięcy na dzień 20 lutego 2016 roku określonego na godzinę 9:04 pokazano na Rycinie 1.5 oraz 1.6. Jest to wczesna godzina jak na notowania wejść (otwarcia blogu) w wyszukiwarce Google, stąd w podanym dniu i godzinie było tylko trzech internautów zainteresowanych kliknięciem na dany adres w zestawieniu wyszukiwania. Na Rycinie 1.5 widzimy wykres słupkowy z całego horyzontu trwania blogu, a więc z miesięcy lat 2013 do lutego 2016. W tym okresie było łącznie 60 016 wejść, a w październiku 2016 roku jak już wiemy było 69 5551. Największa ilość wejść (*views*) była w styczniu 2015 roku bo aż 4 340. Obserwujemy tu dużą zmienność zainteresowania tematyką blogu poświęconego zasadniczo wykładom i ćwiczeniom z metod ilościowych, a w tym statystyki, ekonometrii, prognozowania oraz badań operacyjnych. Prezentowany blog w ostatnim okresie został wzbogacony o problematykę analizy, projektowania oraz wdrażania zintegrowanych systemów informatycznych klasy ERP. Zawiera również akcenty prywatne autora blogu, czyli moje dotyczące m.in. dorobku publicystycznego. Zwróćmy jeszcze uwagę na (*Best ever*) tj. liczbę 257 informująca o maksymalnej ilości wejść w jednym z dni, prawdopodobnie w styczniu 2014 roku. Największe zainteresowanie tematyką blogu występuje w okresie sesji zimowej (styczeń-luty), co wskazuje nam na grupę internautów dla której należało by dalej opracowywać dobre teksty oraz przykłady rozwiązań problemów z metod ilościowych.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie statystyki oferowanej przez WordPress w ramach ewidencji ruchu internetowego.

Ryc. 1.5. Statystyka miesięczna wejść do blogu „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	W sumie
2012	73	576	538	810	1 633	1 286	278	135	319	461	576	704	7 389
2013	1 419	1 557	1 140	1 597	1 782	2 087	607	493	939	969	1 442	1 361	15 393
2014	2 522	1 652	1 866	1 022	1 342	1 648	318	266	726	1 280	1 688	1 664	15 994
2015	4 340	1 555	1 509	1 310	2 003	2 086	414	327	758	789	1 293	1 287	17 671
2016	2 541	1 037											3 578

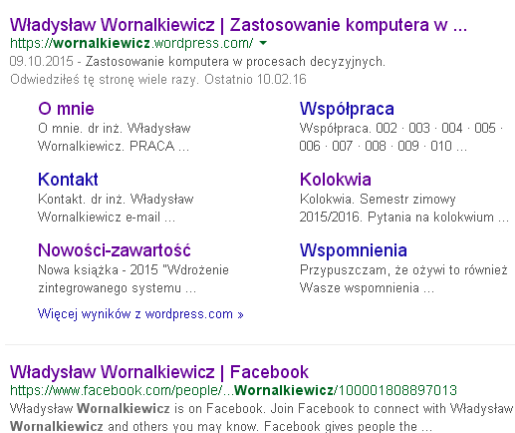
Źródło: Według statystyki oferowanej przez WordPress w omawianym blogu.

Ryc. 1.6. Statystyka wejść do blogu według miesięcy i lat

⁴⁴ W opracowaniu skorzystano z fragmentów wcześniej opublikowanego rozdziału „Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej” w ramach książki autora pt. „Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania” wydanej przez Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu w roku 2016.

1.3. Statystyki tematyczne dla roku 2015

Skorzystajmy teraz z wyszukiwarki Google, a przykładem będzie mój blog z zakresu metod ilościowych. Po wejściu do Google wpisuję swoje nazwisko „wornalkiewicz” jako słowo kluczowe i następuje pokazanie adresów produktów internetowych – głównie stron WWW, gdzie występuje to słowo traktowane jako kluczowe dla programu pozycjonowania zawartemu w tej wyszukiwarce. Wyszukiwarka Google przyjmuje pierwszych kilka pozycji na pierwszej stronie jako uprzywilejowane – z reguły sponsorowane. Kolejne rangowane są według zmienianego okresowo algorytmu, w którym uwzględnia się m.in. kontekst (istotność treści) oraz współczynnik o którym już wspominałem, a tu określiłem skrótem VPV (*views per visitors*). VPV wyraża zainteresowanie internautów, określone stosunkiem liczby odwiedzających otwierających daną pozycję adresową do liczby gości, którzy zainteresowali się głębiej tematem otwierając określoną stronę problemową w ramach blogu. Mój blog mimo nie sponsorowania, czyli polepszania programowego pozycji w liście wyszukiwania znajduje się obecnie na pierwszym miejscu pierwszej strony adresów wyszczególnionych przez serwer. Świadczy to o rzadkości słowa wyszukiwania oraz wysokości nadanego przez serwer automatycznie priorytetu (zob. Rycina 1.7)⁴⁵.

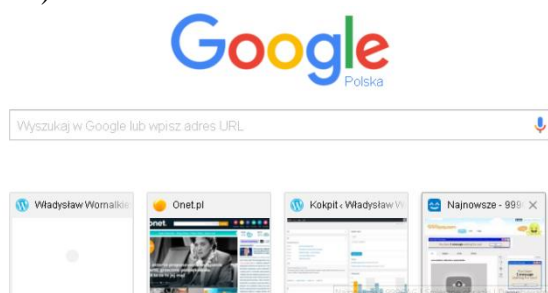


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.7. Fragment początku raportu z wyszukiwarki Google

Widzimy tu adres blogu: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/> a w ramach niego kilka wybranych automatycznie stron informacji osobistych dotyczących autora tj. *O mnie*, *Kontakt*, *Nowość-zawartość*, *Współpraca*, *Kolokwia*, *Wspomnienia*. Jeśli dany blog ma link dostępu publicznego do innych serwerów, w tym obsługujących portale społecznościowe, to w kolejności są one wymieniane (zob. w naszym przykładzie adres do Facebooka: <https://www.facebook.com/people/...Wornalkiewicz/100001808897013>). Gdy już wcześniej korzystaliśmy z danego blogu i nie tylko z niego oraz byliśmy „gośćmi” to po wywołaniu wyszukiwarki Google pojawiają się ikony z naszych wejść np.: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin>, *Onet.pl*.

Po kliknięciu przykładowo ikony pojawia się widok kolejnej strony omawianego blogu o nazwie *Kokpit* (zob. Rycina 1.8).



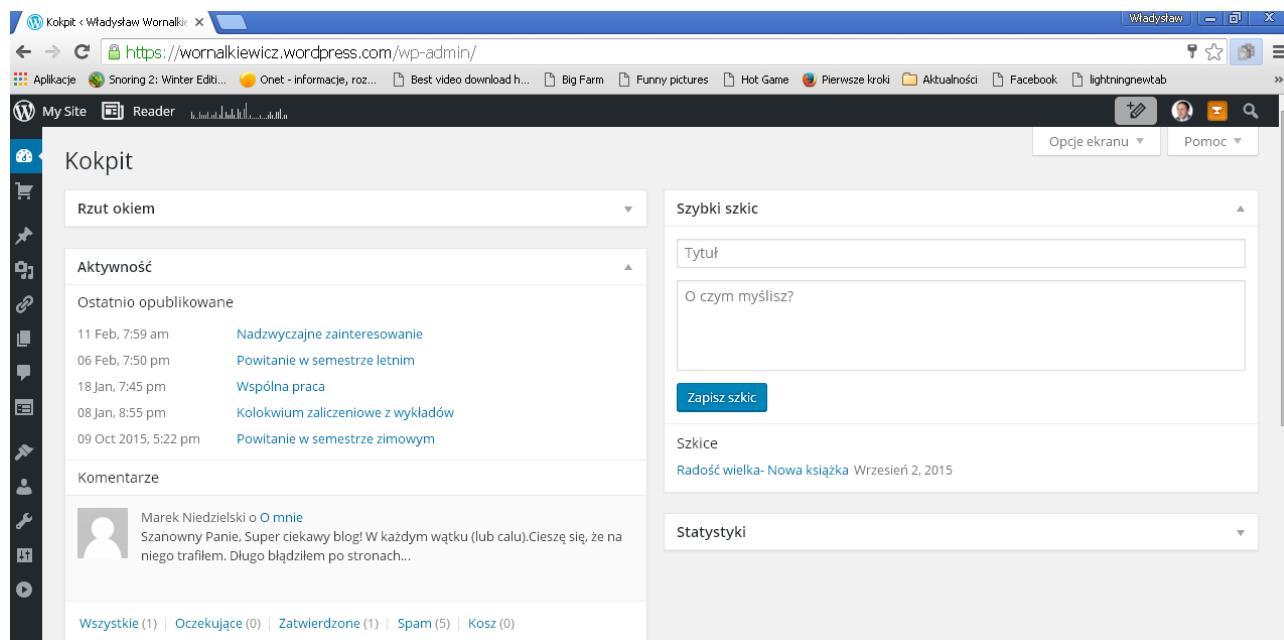
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.8. Ikona Kokpit ułatwiająca wejście do blogu

⁴⁵ Wornalkiewicz W., fragment rozdziału „Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej”, op. cit.

Tak więc nie musimy wpisywać słowa kluczowego (hasła wyszukiwania) lecz bezpośrednio klikamy na żądaną ikonę.

Po czynności logowania do blogu pojawia się okno dostępu z dodatkowym menu bocznym w formie ikon. Na Rycinie 1.9 widzimy wspomnianą już zakładkę o nazwie *Kokpit* z domyślnie podanymi informacjami o ostatniej aktywności, w tym przypadku autora oraz komentarz jednego z internautów, o którym już wspomniałem. *Kokpit* jest rodzajem strony panelu administracyjnego zawierającym najważniejsze informacje w zakresie funkcjonowania blogu, zgrupowane w formie tzw. boksów⁴⁶.



Źródło: Opracowanie własne.
Ryc. 1.9. Okno zakładki *Kokpit*

Na stronach blogu występuje 85 wpisów (*postów*) z tytułami, które mogą stanowić frazę wyszukiwania, przy czym część z nich ma charakter informacyjny czy też okazjonalny. Rozpatrzmy tylko 37 z nich odnoszących się do metod ilościowych (zob. Tabela 1.1).

W wyszukiwaniu wpisów w blogu podawane są pełne frazy w cudzysłowie. Czołowe miejsce w rankingu zajmują wpisy z przykładami rozwiązań zadań z zastosowaniem bezpłatnie dostępnego w Internecie programu WinQSB (zob. Tabela 1.1 – tekst pochyły):

- Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa,
- Zagadnienie dualne w programowaniu liniowym,
- Prognozowanie w oparciu o model autoregresyjny,
- Metody rozwiązywania zagadnień transportowych,
- Podwójne wyrównywanie wykładnicze – model Browna.

Zaskakująco niskie zainteresowanie (8 wejść) do ciekawych współcześnie nośnych tematów „*Mierzenie i prognozowanie innowacyjności*” oraz „*Zarządzanie przedsiębiorstwami*” (6 wejść). Ponadto zdziwieni jesteśmy dużą popularnością mało jeszcze znanych i trudnych modeli Holta-Wintersa, zwłaszcza w procesie prognozowania w oparciu o szeregi czasowe. Warto zatem zainteresować się głębiej tą problematyką.

⁴⁶ http://wordpressms.cba.pl/?page_id=834, dostęp: 24.02.2016.

Tab. 1.1. Ranking wybranych fraz (tematów) wejścia do blogu

Priorytet	Fraza	Liczba
1	Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa	753
2	Zagadnienie dualne w programowaniu liniowym	544
3	Prognozowanie w oparciu o model autoregresyjny	527
4	Metody rozwiązywania zagadnień transportowych	243
5	Podwójne wyrównywanie wykładnicze - model Browna	231
6	Analiza wrażliwości	194
7	Zastosowanie twierdzeń o równowadze	152
8	Przykładowe zadanie do zaliczenia ćwiczeń z badań operacyjnych (kierunek: Logistyka)	148
9	Reguły decyzyjne – zastosowanie strategii czystych	136
10	Zagadnienie optymalizacji dwukryterialnej	91
11	Uwzględnienie elementu ryzyka – problem gazeciarza	76
12	Pytania na egzamin pisemny z badań operacyjnych (kierunki: zarządzanie, ekonomia)	74
13	Trend pełzający	66
14	Informacja o programie WinQSB	61
15	Informacja o programie Excel	41
16	Programowanie wielokryterialne z priorytetem - zastosowanie WinQSB	38
17	Wyrównywanie wykładnicze	37
18	Aktualność modelu i proste wyrównywanie wykładnicze	29
19	Średnie ruchome	26
20	Budowa tablic simpleksowych z użyciem funkcji rachunku macierzowego Excela	25
21	Instalacja WinQSB	21
22	Symulacja w zarządzaniu	21
23	Zastosowanie tablic Excela	20
24	Programowanie dynamiczne	18
25	Problematyka badań operacyjnych	16
26	Optymalizacja decyzji gospodarczych (ćwiczenia)	14
27	Strategie mieszane	10
28	Zagadnienia nieliniowe	9
29	Mierzenie i prognozowanie innowacyjności	8
30	Programowanie wielokryterialne z priorytetem	7
31	Narzędzia tworzenia i analizy raportów (wykład)	7
32	Kombinatoryka – skrót wykładu	7
33	Zarządzanie przedsięwzięciami	6
34	Hipotezy statystyczne	3
35	Pytania ze statystyki matematycznej	2
36	Modelowanie dla celów optymalizacji	2
37	Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych	1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie statystyk WordPress.

1.4. Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa

Będąc w blogu „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych” korzystamy z okienka Szukaj i wpisujemy frazę *Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa*, której odpowiada tytuł wpisu. Uzyskujemy odpowiedź wyszukiwarki o rezultacie z początkiem tekstu danego wpisu. Klikając na *Czytaj dalej* → uzyskujemy pełny tekst wpisu (zob. Rycina 1.10).

Search Results for: *Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa*

GRUDZIEŃ 23, 2012 · 8:39 PM

Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa

Zasadniczo możemy wyróżnić trzy rodzaje modeli Holta-Wintersa: a) bez sezonowości, b) z sezonowością multiplikatywną, c) z sezonowością addytywną.

Model Holta-Wintersa bez sezonowości Model bez sezonowości ma zastosowanie, gdy występuje trend i wahania przypadkowe. W modelu bez sezonowości oprócz parametru α występuje ...[Czytaj dalej](#) →

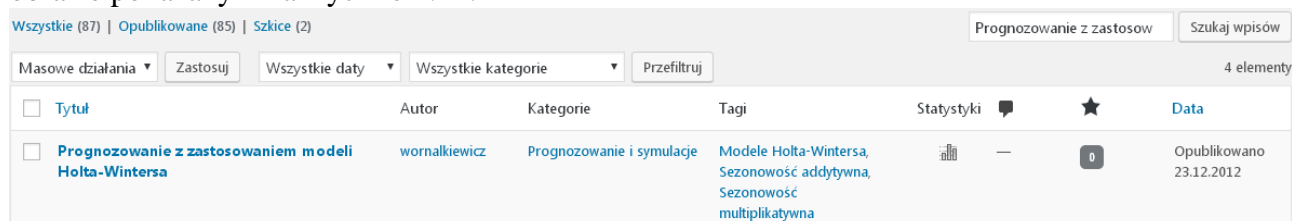
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.10. Krótka informacja o zakończeniu wyszukiwania podanej frazy

Jeśli autor blogu jako administrator dopisze do linii WWW *wp-admin*, a następnie swój login i hasło do uzyskuje dostęp do edycji danego wpisu, a ścieżka dostępu jest następująca:

<https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin/edit.php>.

Alternatywnym podejściem jest otwarcie wszystkich stron tematycznych i wyszukanie wpisu podając jego tytuł, a następnie naciskając przycisk *Szukaj wyniku*. Efektem jest wyświetlenie okna o obrazie pokazanym na Rycinie 1.11.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.11. Widok odszukanego tytułu wpisu

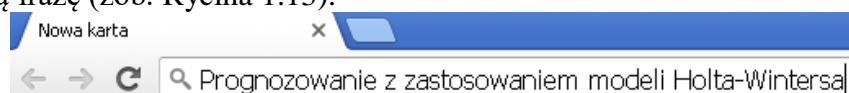
Kliknięcie na ikonę *Statystyki* umożliwia nam zapoznanie się z licznoscia gości – internautów w układzie miesięcy i lat, którzy zapoznali się z wpisem *Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa* (zob. Rycina 1.12).

	Sty	Lu	Mar	Kwi	Maj	Czer	Lip	Sier	Wrz	Paźdź	List	Gru	W sumie
2012												2	2
2013	18	12	5	20	48	46	15	12	22	40	57	66	361
2014	165	42	35	65	77	63	11	26	22	29	147	104	786
2015	150	50	80	33	76	71	22	19	35	39	85	93	753
2016	183	77	44	81	110	118	15	13	33	18			692

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.12. Statystyka zainteresowania wpisem *Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa* z pokazaniem maksymalnej ilości wejść w styczniu 2016.

Zobaczmy teraz jak sobie z frazą w cudzysłowie „*Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa*” radzi wyszukiwarka Google, która korzysta ze swego ogromnego archiwalnego dorobku publikacyjnego zgromadzonego na jej serwerach. W tym celu w linii wyszukiwania wpisujemy naszą frazę (zob. Rycina 1.13).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.13. Inicjowanie podanej frazy wyszukiwania w Google

Wyszukiwarka udostępniła 1710 pozycji (wyników z krótkim tekstem początkowym) w czasie 0,35 sekundy. Wyniki zestawione są jak książka stronami która można wertować. Ponadto system Google poinformował nas o możliwości skorzystania z wyszukiwania według fraz podobnych (zob. Rycina 1.14).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.14. Informacja Google o możliwości wyszukiwania według fraz podobnych

Na liście wyszukiwania, moim zdaniem najciekawsze merytorycznie, są wpisy stanowiące formaty PDF publikacji szerszych typu artykuły, prace dyplomowe oraz recenzje. Na początku pierwszej strony znalazły się trzy wpisy, a wśród nich jeden o formacie PDF (zob. Rycina 1.15).

Metoda Holta, Browna, Wintersa - Forum Statystyczne

www.statystycy.pl > ... > Metody prognostyczne > Metoda Holta, Browna, Wintersa ▾

11.12.2010 - Metoda Holta, Browna, Wintersa - Nie wiem, czy to Ci się przyda: **modele** ... to czy w tej sytuacji mogę **zastosować** zamiast **modelu** Wintersa, **model** Holta? ... Mam pytanie czy ktoś znam wzór na **model Holta-Wintersa**? ... tak tylko pytanie co przyjąć za gdy **prognoza** wychodzi poza jeden okres do przodu?

Prognozowanie i symulacje, metoda Wintersa , Holta, wyrównywania ...

www.ekonometria.com/prognozowanie.htm ▾

Prognozowanie na podstawie trendu **Prognozowanie** na podstawie **modeli** trendu uwzględniających wahania periodyczne Metoda trendów jednoimiennych ...

Wyglądanie wykładnicze – Wikipedia, wolna encyklopedia

https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyglądanie_wykładnicze ▾

Jest również przydatna w **prognozowaniu** szeregów czasowych o niewielkim stosunku ... 2.1 **Model** Browna; 2.2 **Model** liniowy **Holta**; 2.3 **Model** Wintersa ...

[PDF] modele wygładzania wykładniczego do krótkoterminowego ...

www.gdudek.el.pcz.pl/files/STLF_ExSmot13.pdf ▾

G Dudek - Cytowane przez 1 - Powiązane artykuły

Słowa kluczowe: krótkoterminowe **prognozowanie** zapotrzebowania na moc ... **Zastosowanie modelu Holta-Wintersa** z podwójną sezonowością zwalnia z ...

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 1.15. Początek listy rezultatu wyszukiwania według frazy „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”

1.5. Zagadnienia

1. Metody ilościowe
2. Przeglądarka internetowa
3. Domena WordPress
4. Hiperłącze
5. Blog użytkownika
6. Ulmetryka
7. Post
8. Strona
9. Kokpit
10. Modele Holta-Wintersa

* * *

Zachęcam też Czytelnika do zapoznania się z pełnym tekstem mego wpisu na blogu korzystając z podanego bezpośredniego odnośnika jego wywołania, a mianowicie:

Bezpośredni odnośnik: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/2012/12/23/prognozowanie-z-...i-holta-wintersa/> Edytuj

Na pewno już teraz interesuje nas co zawiera ten wpis. Jest to szerszy tekst ze wzorami i przykładami rozwiązań, więc zapoznajmy się chociaż z określeniem poszczególnych modeli. Zasadniczo możemy wyróżnić trzy rodzaje modeli Holta-Wintersa: bez sezonowości, z sezonowością multiplikatywną, z sezonowością addytywną. Model bez sezonowości ma zastosowanie, gdy występuje trend i wahania przypadkowe. W modelu bez sezonowości oprócz parametru α występuje drugi parametr β odpowiednio do wygładzania wartości poziomu i trendu. W modelu Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną występuje trend, wahania przypadkowe oraz zmienna sezonowość określona parametrem γ zależna od trendu. Model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną stanowi analogię do modelu multiplikatywnego, występuje jednak odejmowanie (zamiast dzielenie jak w modelu multiplikatywnym) indeksu sezonowości.

2. Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej⁴⁷

2.1. Wstęp

Prowadzenie marketingu internetowego osadzone jest na obserwacjach statystycznych publikowanych przez określoną wyszukiwarkę w odniesieniu do konkretnego produktu internetowego np. strony, blogu. Dla zobrazowania rodzaju prowadzonych statystyk posłużyłem się własnym blogiem poświęconym tematowi *Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*. Blog ten cieszący się znacznym zainteresowaniem zwłaszcza studentów kierunków ekonomicznych jest formą nieregularną dziennika treści i komunikatów skierowanych do grup studentów kierunków *Zarządzanie, Ekonometria, Logistyka oraz Informatyka w logistyce*.

W opracowaniu blogu w *WordPress* pomocne były rady zawarte w czasopiśmie *Komputer Ekspert Biblioteczka*⁴⁸. *WordPress* to system zarządzania treścią zaprojektowany głównie do obsługi blogów⁴⁹. Napisany jest w języku PHP, wykorzystuje bazę danych MySQL i rozpowszechniany jest na licencji GNU General Public License. Licencja ta określa wolne i otwarte oprogramowania dostępne bezpłatnie⁵⁰. Wymieniony tu MySQL stanowi wolnodostępny system zarządzania relacyjnymi bazami danych rozwijany przez firmę Oracle⁵¹. Oracle Corporation to amerykańskie przedsiębiorstwo zajmujące się tworzeniem oprogramowania do szeroko rozumianej obsługi przedsiębiorstw, a w szczególności systemów zarządzania bazą danych⁵². Ma ono również swoje przedstawicielstwo w Polsce. Wymieniony tu interpretowany skryptowy język programowania PHP zaprojektowany został do generowania stron internetowych i budowania aplikacji webowych w czasie rzeczywistym⁵³. Język PHP jest najczęściej stosowany do tworzenia skryptów po stronie serwera WWW, ale może być on również używany do przetwarzania danych z poziomu wiersza poleceń, a nawet do pisania programów pracujących w trybie graficznym.

Narzędziem odczytywania stron internetowych jest przeglądarka, stanowiąca oprogramowanie pobierające i wyświetlające dokumenty w protokole HTML, XML, XHTML z serwerów internetowych i plików multimedialnych⁵⁴. Sprawne korzystanie z Internetu umożliwia przeglądarki MS Explorer, Firefox, Opera. Przykładowo wymieniony tu HTML (*HyperText Markup Language*) to hipertekstowy język znaczników, obecnie szeroko wykorzystywany do tworzenia stron internetowych⁵⁵. Komunikacja przeglądarki ze serwerem odbywa się przy zastosowaniu protokołu np. HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*)⁵⁶. HTTP to protokół przesyłania dokumentów hipertekstowych sieci WWW (*World Wide Web*), który jest protokołem bezstanowym, nie zachowuje więc informacji o poprzednich transakcjach z klientem. Z tego względu proponowane jest klientom stosowanie tzw. *mechanizmu ciasteczek*. Ułatwieniem poszukiwania informacji w Internecie jest stosowanie wyszukiwarek, jako odpowiednich stron internetowych lub programów, które dzielą się na⁵⁷:

- systemy indeksowania stron (np. Google),
- systemy wyszukiwania bezpośredniego, przykładowo plików wideo,

⁴⁷ Opracowanie bazuje na rozdziale (2.16. *Podgląd zaprojektowanej witryny internetowej*) autora niniejszej pracy zawartym w książce: *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016.

⁴⁸ Czasopismo: *Komputer ekspert Biblioteczka*, 01 Luty-marzec 2011 „WORDPRESS BLOG|STRONA FIRMOWA|E-SKLEP KOMPLETNY PORADNIK”, op.cit.

⁴⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/WordPress>, dostęp: 21.02.2016.

⁵⁰ <https://pl.wikipedia.org/w/index.php?search=General+Public+Licence&title=Specjalna%3ASzukaj&go=Przejd%C5%BA>, dostęp: 21.02.2016.

⁵¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/MySQL>, dostęp: 21.02.2016.

⁵² <https://www.google.pl/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Oracle>, dostęp: 22.02.2016.

⁵³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/PHP>, dostęp: 21.02.2016.

⁵⁴ Wrycza S. (red. naukowa), *Informatyka ekonomiczna Podręcznik Akademicki, op.cit.*, rozdział 18.5. *Przeglądarki, wyszukiwarki, porównywarki*.

⁵⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/HTML>, dostęp: 25.02.2016.

⁵⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Hypertext_Transfer_Protocol, dostęp: 24.02.2016.

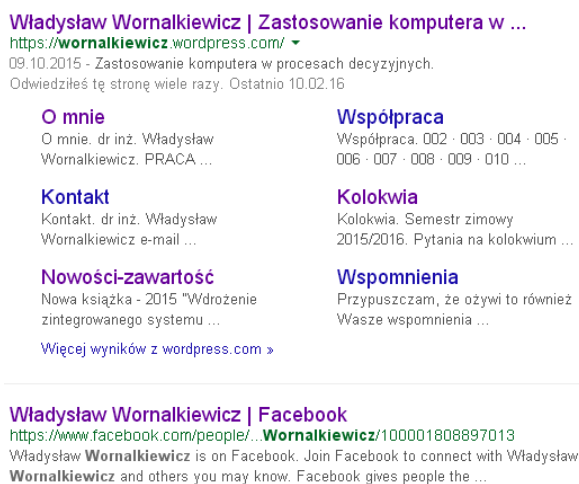
⁵⁷ Wrycza S. (red. naukowa), *Informatyka ekonomiczna Podręcznik Akademicki, op.cit.*

- katalogi stron adresów URL różnych serwerów WWW (np. Yahoo).

Wyszukiwarka Google oblicza m.in. rangę strony na podstawie linków kierowanych na nią, a ponadto pozycji strony z której te linki pochodzą.

Porównywarka jest narzędziem ułatwiającym prowadzenie biznesu elektronicznego. To rodzaj serwisu umożliwiającego wyszukiwanie i porównywanie np. cen określonego produktu w sklepach internetowych. Rozróżniamy statyczne i dynamiczne strony WWW. Styczne występują wtedy, gdy serwer WWW ogranicza się do przesłania pliku z opisem dokumentu, a dynamiczne jeśli na serwerze uruchomiony zostaje odpowiedni program, który wygeneruje dokument HTML⁵⁸.

Skorzystajmy teraz z wyszukiwarki Google, jak już wspominałem, przykładem będzie mój blog z zakresu metod ilościowych. Po wejściu do Google wpisuję swoje nazwisko „wornalkiewicz” jako słowo kluczowe i następuje pokazanie adresów produktów internetowych – głównie stron WWW, gdzie występuje to słowo traktowane jako kluczowe dla programu pozycjonowania zawartemu w tej wyszukiwarce. Wyszukiwarka Google przyjmuje pierwszych kilka pozycji na pierwszej stronie jako uprzywilejowane – z reguły sponsorowane. Kolejne rangowane są według zmienianego okresowo algorytmu, w którym uwzględnia się m.in. kontekst (istotność treści) oraz współczynnik, który nazwano VPV (*views per visitors*). VPV wyraża zainteresowanie internautów, określone stosunkiem liczby otwarcia danej pozycji adresowej do liczby gości, którzy zainteresowali się głębiej tematem, otwierając określoną stronę problemową w ramach blogu. Mój blog mimo nie sponsorowania znajduje się obecnie na pierwszym miejscu pierwszej strony adresów wyszczególnionych przez serwer. Świadczy to o rzadkości słowa wyszukiwania oraz wysokości nadanego przez serwer automatycznie priorytetu (zob. Rycina 2.1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 2.1. Fragment początku raportu z wyszukiwarki Google

Widzimy tu adres blogu: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/> a w ramach niego kilka wybranych automatycznie stron informacji osobistych dotyczących autora tj. *O mnie*, *Kontakt*, *Nowość-zawartość*, *Współpraca*, *Kolokwia*, *Wspomnienia*. Jeśli dany blog ma link dostępu publicznego do innych serwerów, w tym obsługujących portale społecznościowe, to w kolejności są one wymieniane – zob. w naszym przykładzie adres do Facebooka:

<https://www.facebook.com.people/>.

Gdy już wcześniej korzystaliśmy z danego blogu i nie tylko z niego oraz byliśmy „gośćmi” to po wywołaniu wyszukiwarki Google pojawiają się ikony z naszych wejść np. <https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin>, *Onet.pl*. Po kliknięciu przykładowo ikony o adresie z *wordpress* pojawia się widok kolejnej strony omawianego blogu o nazwie *Kokpit* (zob. Rycina 2.2). Tak więc nie musimy wpisywać słowa kluczowego (hasła wyszukiwania) lecz bezpośrednio klikamy na pożądaną ikonę.

⁵⁸ Krawczyński E., Talaga z., Wilk M., *Technologia informacyjna nie tylko dla uczniów*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa 2002.



Wyszukaj w Google lub wpisz adres URL



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 2.2. Okno zachęty – wyboru strony w ramach serwera internetowego – Google

Po wyborze strony pojawia się widok pełnego zakresu stron blogu, począwszy od strony głównej i dalej stron tematycznych, o niektórych z nich już wspominałem (zob. Rycina 2.3). Pojawia się tu adekwatna grafika, uściślenie tematu blogu „Procesy decyzyjne w teorii i praktyce” oraz wymienione są strony: *Strona główna, Kolokwia, Nowości-Zawartość, Odniesienia, Publikacje (2008-2015), Seminaria, Wizerunek, Współpraca, Wspomnienia, Zadania, Zakres, Zastrzeżenie, Zawartość, O mnie, Kontakt*. Domyślnie wyświetlany jest najnowszy wpis na stronie głównej po grafice strony.



Źródło: Opracowanie własne⁵⁹.

Ryc. 2.3. Widok wejścia do witryny – blogu

Od tego miejsca internauta może surfować po stronach omawianego blogu⁶⁰, przy czym surfowanie to spędzanie czasu na przeglądaniu stron internetowych. Istotną funkcją jest bieżące prowadzenie (dodawanie, usuwanie, aktualizacja) poszczególnych wpisów zarówno na stronie głównej jak i tematycznych. Wymaga to jednak podania nazwy użytkownika jako administratora np. *wp-admin* oraz własnego zastrzeżonego hasła dostępu w oknie dialogowym (zob. Rycina 2.4).

E-mail lub nazwa użytkownika

Hasło

Nie wylogowuj mnie

Zaloguj się

Źródło: Opracowanie własne.

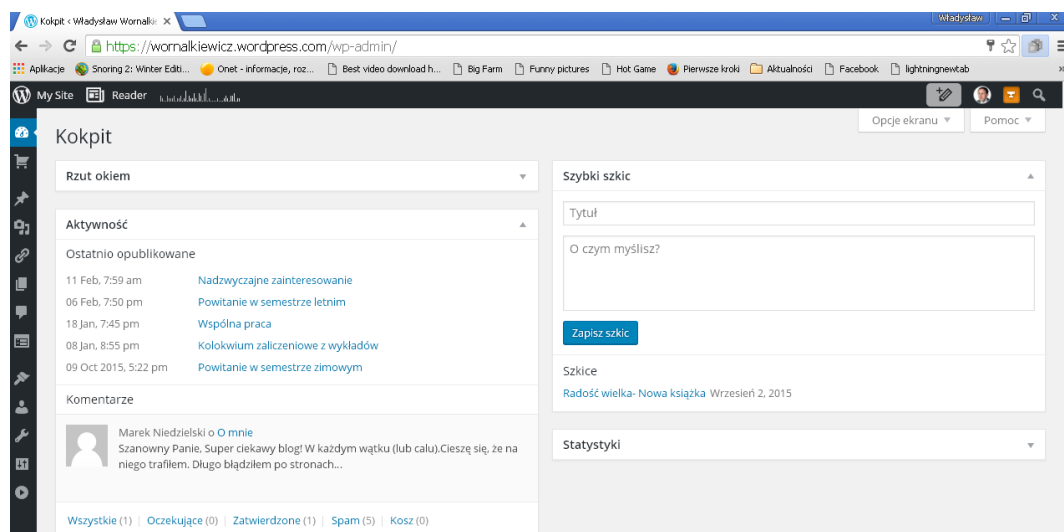
Ryc. 2.4. Okno identyfikacji administratora blogu

⁵⁹ W tym miejscu pragnę podziękować mojej córce Pauli Wornalkiewicz za istotny wkład w redagowanie strony graficznej i edycyjnej omawianego blogu.

⁶⁰ <http://sjp.pl/surfowa%C4%87>, dostęp: 24.02.2016.

2.2. Funkcjonalność menu bocznego

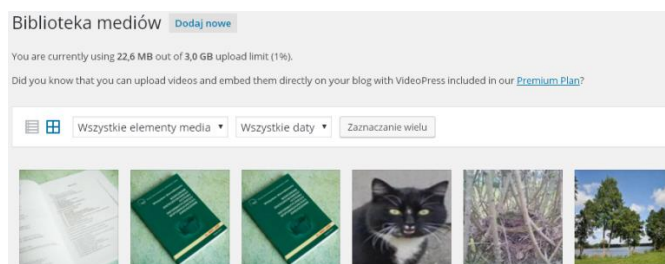
Po czynności logowania do blogu pojawia się okno dostępu z dodatkowym menu bocznym w formie ikon w celu umożliwienia autorowi blogu wpływania na jego zawartość. Na Rycinie 2.5 widzimy wspomnianą już zakładkę o nazwie *Kokpit* z domyślnie podanymi informacjami o ostatniej aktywności autora oraz komentarz jednego z internautów. *Kokpit* jest rodzajem strony panelu administracyjnego zawierającym najważniejsze informacje w zakresie funkcjonowania blogu, zgrupowane w formie tzw. boksów⁶¹.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 2.5. Okno zakładki *Kokpit*

Wymieniona w menu poziomym zakładka *Facebook*, daje odniesienie do serwisu społecznościowego o takiej nazwie⁶². W ramach tego serwisu zarejestrowani użytkownicy mogą tworzyć sieci, grupy, dzielić się wiadomościami, zdjęciami oraz korzystać z aplikacji będącej własnością firmy o takiej samej nazwie, czyli Facebook. Serwis ten skupia głównie młodych internautów, gdyż średni wiek użytkownika wynosi 22 lata. Miesięcznie wgrzywanych jest ponad 1 mld zdjęć oraz 10 mln filmów, których obecnie jest 265 miliardów. Zakładka *Kokpit* obejmująca między innymi boksy: *Strona główna*, *Statystyki witryny*, *Moje blogi*, *Statystyki Aksimeta*. Natomiast zakładka *Sklep* wyróżniona ikoną wózka obejmuje boksy: *Sklep*, *Płatne motywy*, *Moje domeny*, *My Upgrades*, *Billing History*. Zakładka *Media* (patrz na Rycinie 2.5 ikona nad ikoną łańcucha) zawiera boksy *Biblioteka* oraz *Dodaj nowe* (zob. Rycina 2.6).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 2.6. Okno zakładki *Biblioteka*

Biblioteka mediów w omawianym moim blogu obejmuje różnego typu zdjęcia które mogą być wklejane w tworzeniu nowych stron internetowych zgrupowanych w blogu. Istnieje też możliwość aktualizacji biblioteki poprzez usuwanie lub importowanie z dysku nowych fotografii.

⁶¹ http://wordpressms.cba.pl/?page_id=834, dostęp: 24.02.2016.

⁶² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Facebook>, dostęp: 21.02.2016.

Ważną rolę w szerokim upowszechnieniu treści danego blogu odgrywają linki do innych stron, w tym osób bliskich. Zakładka *Linki* (ikona łańcuch na rycinie 2.5) proponuje nam boksy: *Wszystkie odnośniki*, *Dodaj nowy*, *Kategorie odnośników*.

Tworzenie blogu w ramach serwisu internetowego *WordPress* ma między innymi na celu wywiązanie wzajemnej wymiany poglądów internautów i autora na temat publikowanych publicznie treści. Istotne to jest zwłaszcza w środowisku studenckim, które poszukuje wykładów oraz przykładów rozwiązań zadań serwowanych w ramach takich przedmiotów jak: statystyka opisowa, statystyka matematyczna, ekonometria, badania operacyjne oraz prognozowanie i symulacje. Swoje spostrzeżenia mogą kierować internauci poprzez zakładkę *Komentarze*. Uzupełnieniem przestrzeni dialogu społecznościowego wyspecjalizowanych użytkowników omawianego blogu jest zakładka *Uwagi* umożliwiająca boksy: *Ankiety*, *Oceny*, *Uwagi*.



Argumentem przyciągającym do stron blogu jest tekst oraz nowatorskie graficzne ich zaprojektowanie. Pomocna w tym jest zakładka *Wygląd* obejmująca podstawowe boksy: *Motywy*, *Dostosuj*, *Widżety*, *Menu*, *Nagłówek*, *Tło*, *Opcje motywu*.

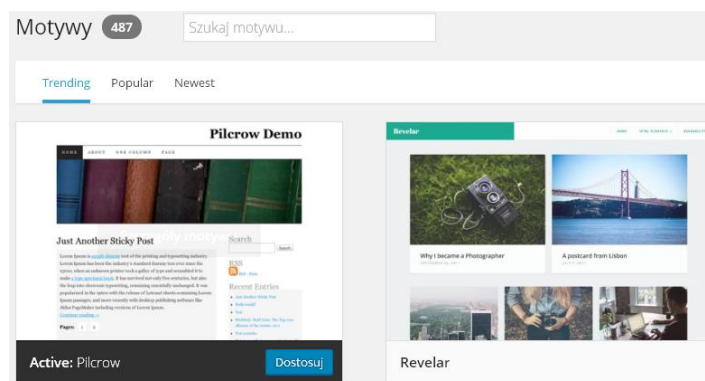


Elementy zwane *Widżety* pozwalają na personalizację strony standardowej *WordPressa*, poprzez wprowadzenie lub modyfikację własnych elementów graficznych lub tekstowych typu *Widget Aksimet* np. *Wyświetl liczbę komentarzy*, które program *Aksamit* uznał za *spam*. Pojęcie *spam* często występuje w aplikacjach internetowych i publikacjach im towarzyszącym, warto więc określić jego znaczenie. *Spam* to niechciane lub niepotrzebne wiadomości elektroniczne⁶³. Najbardziej rozpowszechniony jest *spam* za pośrednictwem masowej poczty elektronicznej. Istotą *spamu* jest rozsyłanie dużej ilości informacji o jednakowej treści do nieznanym sobie osób. *Spamem* jest wiadomość spełniająca trzy następujące warunki jednocześnie:

- treść wiadomości jest niezależna od tożsamości odbiorcy;
- odbiorca nie wyraził przedniej, zamierzonej zgody na otrzymanie tej wiadomości;
- treść wiadomości daje podstawę do przypuszczeń, iż nadawca wskutek jej wysłania może odnieść zyski nieproporcjonalne w stosunku do korzyści odbiorcy.

W Polsce podjęto próbę regulacji kwestii dotyczącej spamu w ustawie z 2002 roku o świadczeniu usług drogą elektroniczną, a także Urząd Ochrony Konkurencji i Konsumenta zajął się tym tematem.

Boks *Motywy* zawiera wiele zdjęć standardowych i nie tylko jako propozycji *WordPressa* pomocnych w modelowaniu stron naszego prywatnego blogu. Na Rycinie 2.7 pokazano tylko mały fragment różnych motywów graficznych spośród 487.



Źródło: Opracowanie własne.


Ryc. 2.7. Okno boksu *Motywy*

⁶³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Spam>, dostęp: 21.02.2016.

Ponadto w panelu bocznym występują zakładki oznaczone następującymi ikonami, a w ramach nich występują boksy.



Użytkownicy: *Wszyscy użytkownicy, Zaprosz nowych, Mój profil, Ustawienia osobiste.*
Przykład boks *Użytkownicy* z administratorem blogu pokazano na Rycinie 2.8.

<input type="checkbox"/>	Nazwa użytkownika	Podpis	E-mail	Rola	Wpisy
<input type="checkbox"/>	 wornalkiewicz	Władysław Kazimierz	paulagracja@wp.pl	Administrator	81
<input type="checkbox"/>	Nazwa użytkownika	Podpis	E-mail	Rola	Wpisy

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 2.8. Okno boks *Użytkownicy*

Narzędzia: *Dostępne narzędzia, Import, Eksport, Usuń witrynę.*

Ustawienia: *Ogólne, Pisanie, Czytanie, Dyskusja, Media, Dzielenie się, Ankiety, Oceny, OpenID.*

W opisie wymienionych zakładek wystąpiły pojęcia oraz nazwy niektórych opcji wymagające bliższego wyjaśnienia, a mianowicie:

Serwis internetowy (witryna internetowa) stanowi grupę powiązanych funkcjonalnie ze sobą, stron internetowych⁶⁴. Serwisy tego typu oprócz treści mają często sekcję wiadomości oraz oferują możliwość logowania się i zapamiętywania preferencji odbiorców w celu dostosowania treści do indywidualnych upodobań. Elementem godnym uwagi są interaktywne formularze, czy też odrębne aplikacje. Warto dany serwis internetowy poświęcić określone mu tematowi, lub też dziedzinie przy czym rozróżniamy następujące ich rodzaje:

- portal internetowy, budowany jako wielotematyczny;
- wortal, wyspecjalizowany portal, publikujący informacje z jednej dziedziny np. motoryzacji;
- bankowość elektroniczna, umożliwiająca dostęp do rachunku bankowego;
- blog, często prywatny dziennik internetowy;
- serwis społecznościowy, jako miejsce dyskusji i wymiany informacji przez internautów o podobnym zainteresowaniu;
- sklep internetowy, wirtualna możliwość nabywania oraz sprzedawania produktów;
- biblioteka cyfrowa, udostępnianie w sieci publikacji cyfrowych oraz zdigitalizowanych tradycyjnych publikacji papierowych;
- serwis reklamowy, prowadzenia działań promocyjnych organizacji i reklama jej produktów lub działalności.

Ponadto występują serwisy: korporacyjny, szkoleniowy, rozrywkowy, fotograficzny.

Wspomniany często w tym materiale *blog* (*web log*)⁶⁵ to zbiór stron, który zawiera wpisy na stronie głównej oraz np. notatki na stronach dotyczących podtematów. Blog, jak już mogliśmy zauważyć, od wielu innych stron internetowych różni się zawartością i ma on personalny charakter treści (narracja pierwszoosobowa, fakty uzupełnione są opisami twórcy). Prezentowany przez autora niniejszego materiału blog pomyślany jest jako sposób komunikacji np. między wykładowcą a studentami na danej uczelni ekonomicznej. Określenie *upgrade* odniesione jest do ulepszania sprzętu lub gry komputerowej oraz uaktualniania oprogramowania⁶⁶. *Upgrade* może to być również wymianą gorszego sprzętu, na nowy lepszy pod względem częstotliwości i parametrów. W przypadku gry *upgrade* to nakładka poprawiająca błędy oraz ulepszająca akcję gry. Pojęcie *Link*⁶⁷ w odniesieniu do informatyki jest definiowane w formie różnych fraz i może być używane jako:

- Link*, który w technologiach komputerowych stanowi hiperłącze, czyli element nawigacyjny ułatwiający przemieszczanie się pomiędzy dokumentami.

⁶⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Serwis_internetowy, dostęp: 22.02.2016.

⁶⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Blog>, dostęp: 23.02.2016.

⁶⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Upgrade>, dostęp: 23.02.2016.

⁶⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Link>, dostęp: 23.02.2016.

b) *Link farm*, jako duża grupa stron internetowych zawierających odsyłacze internetowe, skierowane do siebie nawzajem.

c) *Link spam*, czyli metoda spamowania publicznych formularzy na stronach WWW adresem witryny.

Widet to podstawowy element graficznego interfejsu użytkownika (np. okno, pole edycji, suwak, przycisk)⁶⁸. W produktach firmy Microsoft (Visual Studio, .NET, Office) używana jest nazwa *formant*. *Tag*, czyli znacznik oznacza odpowiedni znak lub słowo kluczowe⁶⁹. *Słowo kluczowe* stanowi istotny wyraz pobrany z tytułu lub tekstu dokumentu np. artykułu do reprezentowania jego treści⁷⁰. Ponadto w informatyce pojęcie to określane jest jako słowo mające szczególne znaczenie i oznaczające określony rozkaz, instrukcję lub deklarację w programie komputerowym.

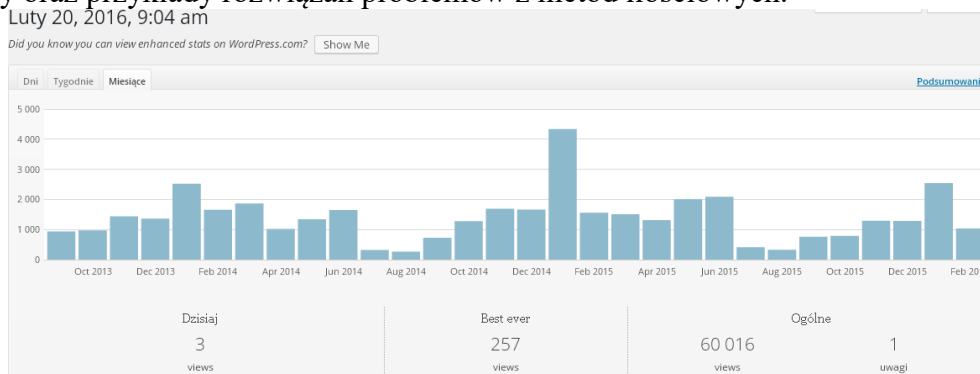
Skrótem *OpenID* określana jest architektura rozproszonego uwierzytelnienia i dystrybucji tożsamości użytkowników w usługach webowych⁷¹. *OpenID* rozwiązuje problem dystrybucji składników tożsamości użytkownika (imię, nazwisko, e-mail, adres) pomiędzy wieloma serwisami webowymi np. sklepy internetowe, grupy dyskusyjne. Zamiast zakładać niezależne konta w każdym z serwisów, użytkownik zakłada jedno konto na serwerze *OpenID*.

2.3. Statystyki witryny

W *WordPress* statystyka ruchu internautów dotycząca danego blogu jako witryny wielostronicowej prowadzona jest z dokładnością do dni. Raporty uzyskujemy także dla kolejnych tygodni czy też miesięcy. Przykład raportu statystycznego w układzie miesięcy na dzień 20 lutego 2016 roku określonego na godzinę 9:04 pokazano na Rycinie 2.9. Jest to wczesna godzina jak na notowania wejść (otwarcia blogu) w wyszukiwarce Google, stąd w podanym dniu i godzinie było tylko trzech internautów zainteresowanych kliknięciem na dany adres w zestawieniu wyszukiwania.

Na Rycinie 2.9 widzimy wykres słupkowy z całego horyzontu trwania blogu, a więc z miesięcy lat 2013 do 2016. W tym okresie było łącznie 60 016 wejść. Największa ilość wejść (*views*) była w styczniu 2014 roku bo ponad 4 000 tysięcy. Obserwujemy tu dużą zmienność zainteresowania tematyką blogu poświęconego zasadniczo wykładom i ćwiczeniom z metod ilościowych, a w tym statystyki, ekonometrii, prognozowania oraz badań operacyjnych.

Prezentowany blog w ostatnim okresie został wzbogacony o problematykę analizy, projektowania oraz wdrażania zintegrowanych systemów informatycznych klasy ERP. Zawiera również akcenty prywatne autora blogu, czyli moje dotyczące m.in. dorobku publicystycznego. Zwróćmy jeszcze uwagę na liczbę 257 informująca o maksymalnej ilości wejść w jednym z dni, prawdopodobnie w styczniu 2014 roku. Największe zainteresowanie tematyką blogu występuje w okresie sesji zimowej (styczeń-luty), co wskazuje nam na grupę internautów do której należało by dalej opracowywać dobre teksty oraz przykłady rozwiązań problemów z metod ilościowych.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie statystyki oferowanej przez WordPress w ramach ewidencji ruchu internetowego.

Ryc. 2.9. Statystyka miesięczna wejść do mego blogu Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych

⁶⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wid%C5%BCet>, dostęp: 23.02.2016.

⁶⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Tag>, dostęp: 23.02.2016.

⁷⁰ https://pl.wikipedia.org/wiki/S%C5%82owo_kluczowe, dostęp: 23.02.2016.

⁷¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/OpenID>, dostęp: 23.02.2016.

2.4. Wpisy na stronie głównej i na stronach strony tematycznych

Powróćmy do Ryciny 2.9 i dnia wcześniejszego tj. 19 lutego 2016 roku, aby przekonać się o liczności popularności stron. Wszystkich wyświetleń było 30, z tego internauci poprzestali aż 18 razy na czytaniu wpisu na stronie głównej zwanej *Home page*. Otwarcie głębsze w 12 przypadkach dotyczyło stron tematycznych, przy czym trzy tematu *Prognozowanie w oparciu o model autoregresyjny – skrót ćw. 6* (zob. Rycina 2.10).

Najlepsze wpisy i strony ▲

Dzisiaj | Wczoraj [Podsumowania](#)

Tytuł	Wyświetlenia
Home page / Archives	18
Prognozowanie w oparciu o model autoregresyjny – skrót ćw. 6	3
Zakres	2
Zagadnienie dualne w programowaniu liniowym	2
Metody rozwiązywania zagadnień transportowych	1
Pytania na egzamin pisemny z badań operacyjnych (kierunki: zarządzanie, ekonomia)	1
Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa	1
Reguły decyzyjne – zastosowanie strategii czystych	1
Zadania na zaliczenie ćwiczeń z „Prognozowania i symulacji”	1

Wszystkie wyświetlenia wpisów na Twoim blogu 30

Źródło: Opracowanie własne na podstawie statystyki oferowanej przez WordPress.

Ryc. 2.10. Liczby wyświetleń stron blogu w dniu 19.02.2016

WordPress umożliwia także sporządzanie podsumowanych statystyk z całego okresu trwania blogu na moment żądany przez administratora – autora. Obrazuje to Rycina 2.11 na której pokazano tabele zainteresowania blogiem w ogólności w układzie *miesiące i lata* oraz *Średnio na dzień* również w tym układzie.

Luty 20, 2016, 9:10 am

[« Wróć do statystyk](#)

miesiące i lata

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	W sumie
2012	73	576	538	810	1 633	1 286	278	135	319	461	576	704	7 389
2013	1 419	1 557	1 140	1 597	1 782	2 087	607	493	939	969	1 442	1 361	15 393
2014	2 522	1 652	1 866	1 022	1 342	1 648	318	266	726	1 280	1 688	1 664	15 994
2015	4 340	1 555	1 509	1 310	2 003	2 086	414	327	758	789	1 293	1 287	17 671
2016	2 541	1 037											3 578

Średnio na dzień

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Overall
2012	6	20	17	27	53	43	9	4	11	15	19	23	21
2013	46	56	37	53	57	70	20	16	31	31	48	44	42
2014	81	59	60	34	43	55	10	9	24	41	56	54	44
2015	140	56	49	44	65	70	13	11	25	25	43	42	48
2016	82	54											72

Źródło: Opracowanie własne na podstawie statystyki oferowanej przez WordPress.

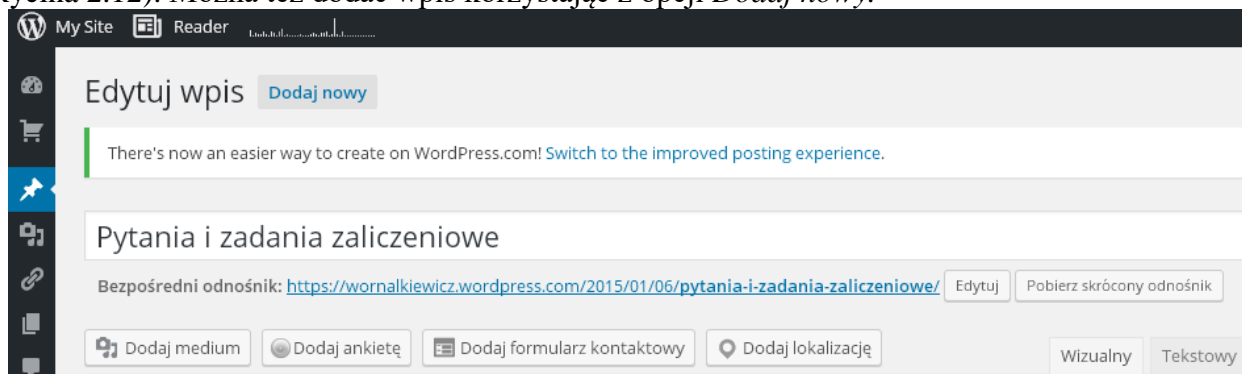
Ryc. 2.11. Liczność wejść do podglądania omawianego blogu w układzie *miesiące i lata* na dzień 19.02.2016

Analizując dane na Rycinie 2.11 zauważamy w okresach pełnych lat 2013-2015 tendencję rosnącą zainteresowania blogiem. Przykładowo w zestawieniu *Średnio na dzień* w miesiącach aktywności naukowej studentów występowały wartości:

46, 81, 140 w styczniu (*Jan*),
70, 55, 70 w czerwcu (*Jun*).

Natomiast ogólnie średnio dzienne (*overall*) liczności liczby wejść do blogu w latach 2012-2016 kształtowały się następująco: 2012 – 21, 2013 – 42, 2014 – 44, 2015 – 48, 2016 – 72.

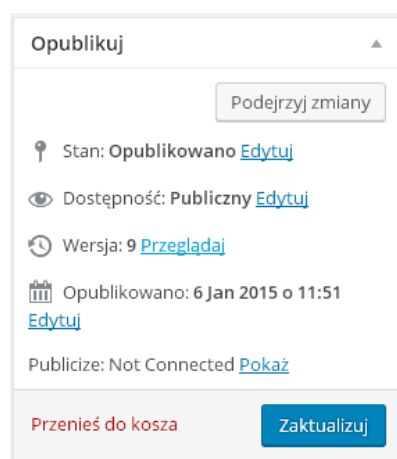
Boks *Statystyki Aksimeta* umożliwia wywołanie statystyki z rozróżnieniem rodzaju wejścia np. SPAM-u jako nietrafione w okresach sześciu miesięcy, roku, przez cały czas trwania blogu, i tak wejść typu SPAM było 745. Zajmijmy się teraz zakładką *Wpisy (posts)*, która obejmuje boksy: *Wszystkie wpisy, Dodaj nowy, Kategorie, Tagi, Skopiuj wpis*. Po wskazaniu określonego wpisu występują opcje: *Edytuj, Szybka edycja, Kosz, Zobacz*. Po kliknięciu opcji *Wszystkie wpisy* wywołanie konkretnego wpisu np. *Pytania i zadania zaliczeniowe* umożliwia jego edycję (zob. Rycina 2.12). Można też dodać wpis korzystając z opcji *Dodaj nowy*.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie statystyki oferowanej przez *WordPress*.

Ryc. 2.12. Fragment menu bocznego dotyczący wpisów

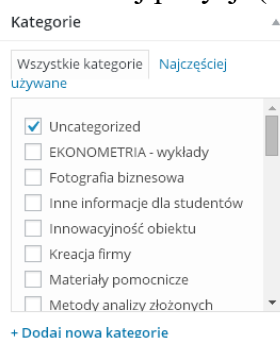
Po edycji wpisu klikamy w specjalnym oknie dialogowym przycisk *Aktualizuj* (zob. Rycina 2.13). Możemy też zmienić status wpisu np. z *Publiczny* na *Zabezpieczone hasłem* lub *Prywatne*.



Źródło: Opracowanie własne w *WordPress*.

Ryc. 2.13. Okno dialogowe korekty statusu wpisu

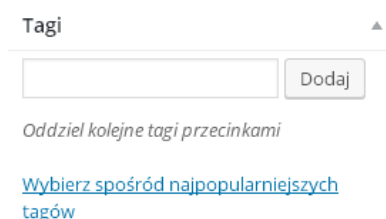
Program *WordPress* zachęca nas do przydzielenia wpisu do określonej kategorii lub zrezygnowania z takiego przydziału (*Uncategorized*). Możemy też wprowadzić do okna nowa kategorię wpisów, co ułatwia wyszukiwanie danej pozycji (zob. Rycina 2.14).



Źródło: Opracowanie własne w *WordPress*.

Ryc. 2.14. Okno dialogowe przydziału kategorii wpisów

Precyzyjniejsze wyszukiwanie określonego wpisu jak i ulokowanie się w górnych pozycjach zestawienia ułatwiają automatowi jakim jest serwer danej wyszukiwarki słowa lub ich grupy zwane *tagami*. Są to jak już wspomniano frazy wyszukiwania oddające sedno danego kontekstu wpisu, których możemy wprowadzić kilka oddzielając je przecinkiem (zob. Rycina 2.15).



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 2.15. Okno dialogowe dodawania tagów

2.5. Przykład wpisu „Pytania i zadania zaliczeniowe”

Wiele powiedzieliśmy już sobie o funkcjonalności narzędzia jakim jest *WordPress* do budowy prywatnych blogów, chociaż nie tylko, bo i instytucje mogą je tworzyć. W tym celu zobaczymy przykładowy wpis pt. *Pytania i zadania zaliczeniowe* wprowadzone przez zemnie przed zakończeniem semestru zimowego w styczniu 2015 r. prostym edytorem jakim jest *Notatnik* w grupie *Akcesoria*. Zapisany tekst kolejnych pytań zaliczeniowych z wykładów przedmiotu MRP (*Planowanie potrzeb materiałowych*) jest następujący:

1. Co oznacza określenie MPR?
2. Jakie były kolejne generacje systemu MRP?.
3. Czy system klasy ERP wykracza poza firmę i jaką technologię informacyjną stosuje?
4. Funkcje systemu informatycznego MRP w zakresie produkcji podstawowej.
5. Organizacja bazy danych dla potrzeb zasobów produkcyjnych.

Natomiast w ramach tego wpisu pytania zaliczeniowe z wykładów *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego klasy ERP* są następujące:

1. Etapy wdrożenia systemu informatycznego klasy ERP.
2. Kryteria wyboru pakietu standardowego ERP do już eksploatowanego systemu informatycznego.
3. Rola metodyki zalecanej przez producenta oprogramowania.
4. Oczekiwania inwestora od wdrażanego systemu zintegrowanego.
5. Kolejne generacje systemów informatycznych od systemu ewidencyjnego po zintegrowane systemy wykorzystujące terminale mobilne.
6. Na czym polega dostosowanie systemu standardowego do uwarunkowań danej firmy?
7. Obszary oraz typowe moduły systemu informatycznego klasy ERP.
8. Zastosowanie odrębnej platformy programowej do implementacji (oprogramowania) systemu pod potrzeby danej firmy.
9. Podejście do przeprowadzenia analizy przedwdrożeniowej.
10. Techniki automatycznej identyfikacji transakcji w procesach logistycznych, magazynowych i produkcyjnych.
11. Idea budowy relacyjnej bazy danych wspólnej dla całego systemu informatycznego.
12. Co to jest hurtownia danych?
13. Funkcje podsystemu CRM dotyczącego zarządzania relacjami z klientami.
14. Jak adoptować duży system do średnich firm?
15. Omówić internetowy system obsługi firmy na przykładzie systemu ISOF.

Zaliczenie ćwiczeń z przedmiotu *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego klasy ERP* odbywa się na podstawie pracy domowej – projektu pt. *Modernizacja eksploatowanego systemu informatycznego do klasy ERP w zakresie obszaru zakładu pracy studenta*.

Pytania zaliczeniowe wykładów przedmiotu Statystyka opisowa są następujące:

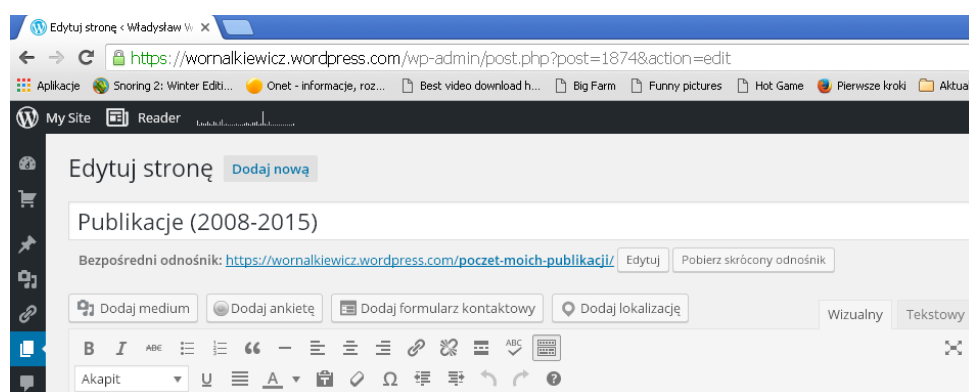
1. Podaj wzór i objaśnij jego elementy dla średniej arytmetycznej ważonej szeregu rozdzielczego z przedziałami klasowymi.
2. Przedstaw sposób obliczenia odchylenia przeciętnego szeregu szczegółowego.
3. Jakimi różnymi wzorami określamy ilość klas szeregu?

4. Podaj wzór i objaśnij sposób obliczania wariancji szeregu rozdzielczego z przedziałami klasowymi.
5. Sposób obliczania współczynnika zmienności.
6. Objaśnij pojęcia asymetria i kurtoza.
7. W jaki sposób obliczamy współczynnik koncentracji Lorenza?
8. Objaśnij pojęcia modalna oraz rozstęp.
9. Objaśnij pojęcia mediana, kwartył, pierwszy, kwartył trzeci.
10. Jak obliczamy odchylenie standardowe szeregu szczegółowego?
11. Typowy obszar zmienności rozkładu normalnego.
12. Pojęcie trendu jako funkcji określonej dla szeregu szczegółowego.
13. Objaśnij pojęcia: indeksy dynamiki jednopodstawowe, indeksy dynamiki łańcuchowe.
14. Jak obliczamy wskaźnik tempa przyrostu (podaj wzór i objaśnij jego elementy)?
15. Jak określamy średnie tempo zmian zjawiska (podaj wzór i objaśnij jego elementy)?

Był to tylko fragment wpisu w formie tekstu. Niektóre jednak wpisy jak i strony tematyczne, zwłaszcza dotyczące ćwiczeń z przedmiotów *metod ilościowych* wymagają wprowadzenia złożonych wzorów matematycznych, co stanowi pewne utrudnienie w redakcji dla potrzeb programu *WordPress*.

2.6. Strony (*Seites*) w ramach blogu

W panelu bocznym występuje często wykorzystywana przez administratora blogu zakładka *Strony (Seites)* zawierająca boksy: *Wszystkie strony*, *Dodaj nową*, *Kopiuj stronę*. Po wskazaniu wybranej strony mamy do dyspozycji opcje: *Edycja*, *Szybka edycja*, *Kosz*, *Zobacz*. Przykładowo wybierzmy stronę *Publikacje (2008-2015)* – zobacz Rycina 2.16.



Źródło: Opracowanie własne w *WordPress*.

Ryc. 2.16. Fragment górny widoku wyboru strony *Publikacje (2008-2015)*

W ramach tej strony dopisuję kolejne moje publikacje zarówno zwarte (książki) jak i artykuły opublikowane w monografiach wydanych przez Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu. Przykład informacji marketingowej do zakupu książki jak i strona tytułowa pozycji wydanej w roku 2015 pokazano na Rycinie 2.17.

Kontakt do zakupu lub wypożyczenia pozycji książkowych
<http://www.wszia.opole.pl/strefa-studenta/biblioteka/>
<http://bibliofil.com.pl/formulowanie-modeli-ekonometrycznych-na-potrzeby-xzarzadzania-c2-ii-w-wornalkiewicz-opole-2014-zarzadzanie.html>
<http://ksiegarnia-ue.com.pl/matematyka-i-ekonometria-formulowanie-modeli-ekonometrycznych,c21,p20747,pl.html>

KSIĄŻKA 2015

"Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie" (370 stron).



KSIĄŻKI 2014

"Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania"

Dwa tomy.

Część I **"Środowiska programowe statystyki opisowej"** (216 stron)

Część II **"Zagadnienia ekonometrii"** (449 stron)

Źródło: Opracowanie własne w *WordPress*.

Ryc. 2.17. Fragment informacji o dorobku publicystycznym autora niniejszego materiału

2.7. Statystyki szczegółowe

Powróćmy jeszcze do wykresów statystycznych słupkowych z dnia 19. 02. 2016 r. jako uzupełnienie wykresu pokazanego na Rycinie 2.9 dla godzin porannych dwudziestego lutego 2016 roku. *WordPress* daje nam propozycję statystyk w układzie: *Insights* (w danym momencie), *Days* (dni), *Weeks* (tygodnie), *Months* (miesiące), *Years* (lata życia blogu). Jako przykład przyjrzyjmy się na początek statystyce według dni począwszy od 19 lutego 2016 roku wstecz (zob. Rycina 2.18). Ogółem zainteresowało się adresem blogu i jego wstępem 18 internautów, z czego 13 zagłębiło się w jego lekturę. Możemy swobodnie klikać na pozycje menu poziomego otrzymując analogiczne co do formy wykresy słupkowe.



Źródło: Opracowanie własne w *WordPress*.

gdzie:

VIEWS – liczba internautów, którzy kliknęli na adres blogu (otworzyli go) po wylistowaniu adresów przez wyszukiwarkę,

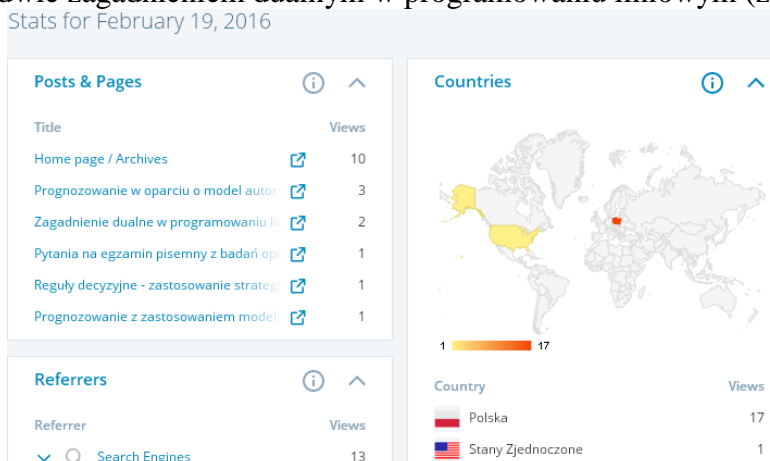
VISITORS – liczba gości zainteresowanych głębiej stronami blogu,

LIKES – liczba osób, którzy określili że „polubili” dany blog,

COMMENTS – liczba komentarzy do przedstawionego tekstu lub grafiki ze strony internautów.

Ryc. 2.18. Statystyka wchodzących (*views*) oraz gości (*visitors*) blogu w układzie dni

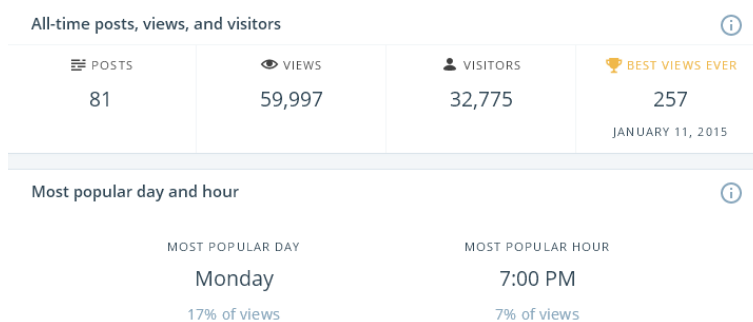
Interesującą statystyką jest pokazanie zasięgu światowego użytkowników danego blogu poprzez jego teksty na stronach tematycznych. W dniu 19. 02. 2016 r. było 17 wejść z Polski i jedno ze Stanów Zjednoczonych, przy czym trzy osoby zainteresowane były modelem autoregresyjnym a dwie zagadnieniem dualnym w programowaniu liniowym (zob. Rycina 2.19).



Źródło: Opracowanie własne w *WordPress*.

Ryc. 2.19. Statystyka według tematów (*Title*) oraz krajów (*Country*)

W okresie prowadzenia blogu wpisywane były niecyklicznie różne teksty w ramach strony głównej jak i stron tematycznych. Zauważyłem zwiększenie liczby internautów po każdorazowym wprowadzeniu i opublikowaniu nowego tekstu, szczególnie nowego wpisu na stronie głównej, chociaż też i na stronie tematycznej. Zachęciło to mnie do bieżącej intensywnej pracy publicystycznej w ramach wirtualnej przestrzeni internetowej. Było też bodźcem do pisanie i wydawania nowych pozycji książkowych, czy też publikowania artykułów. Inspiracją do pracy twórczej są często słowa kluczowe wyszukiwania tematów, czy też zapytania e-mailowe internautów. Mam nadzieję, że część z mego dorobku będzie można wydać w przyszłości w formie e-booków. Przyczyni się to do dogodnego korzystania z wiedzy podczas wykładów, czy też ćwiczeń. Przyglądnijmy się jeszcze statystyce ogólnej dotyczącej całego blogu (zob. Rycina 2.20).



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 2.20. Statystyka z całego okresu (all-time post, views and visitors) trwania blogu

Suma postów, czyli wpisów do wszystkich stron blogu wynosi 81, a łączna ilość otwarcia blogu (*views*) wynosi 59 997. Zainteresowanych głębiej zawartością stron blogu było 32 775 internautów. Tak więc współczynnik VPV wynosi $(59\ 997/32\ 775) = 1,83$. Jak już nadmieniałem największa ilość 257 „odwiedzających” blog była w dniu 11 stycznia 2015 roku. Najbardziej popularnym dniem jest poniedziałek (17% z dni tygodnia), a godziną 7.00 po południu podczas której jest około 7% wejść (*views*). Z takich danych można sądzić, że Czytelnikami blogu są przede wszystkim studenci studiów zaocznych, zwłaszcza kierunków ekonomicznych, mających zajęcia w sobotę i w niedzielę.

Miesiąc styczeń 2015 roku to wzmożone zainteresowanie metodami ilościowymi prezentowanymi poglądowo w ramach omawianego blogu. Wynika to prawdopodobnie z rozkładu przedmiotów w semestrach kierunków *Zarządzanie*, *Ekonometria*, *Statystyka*, czy też *Logistyka*. Przyjrzyjmy się więc wykresowi słupkowemu w układzie tygodniowym począwszy od tygodnia generowania wykresu w lutym 2016 roku (zob. Rycina 2.21). W drugim tygodniu (*Jan 11*) stycznia 2015 roku było 676 odwiedzających blog. Z czego 455 to tzw. goście (*visitors*) co daje w miarę dobry współczynnik VPV = 1,49.



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 2.21. Statystyka w układzie tygodni

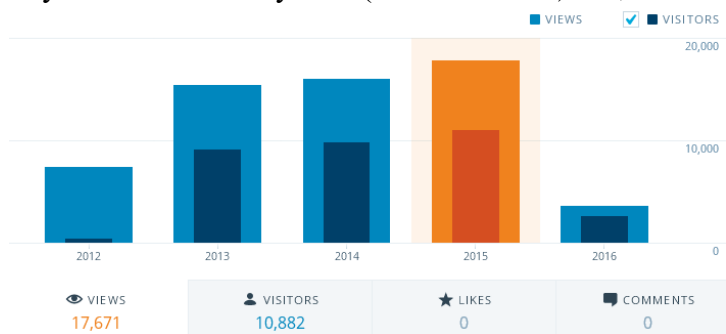
W ramach wykresów statystycznych występuje też układ miesięczny obrazujący na jednym wykresie liczby wejść (*views*) jak też korzystania ze stron (*visitors*). Począwszy od miesiąca bieżącego opracowania niniejszego materiału, w naszym przypadku od lutego 2016 roku (zob. Rycina 2.22). W miesiącu styczniu (*Jan*) 2015 roku współczynnik VPV wynosił $2541/1850 = 1,37$, czyli korzystny, z punktu widzenia promocji wiedzy z metod ilościowych.



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 2.22. Statystyka w układzie miesięcy

Pozostaje nam jeszcze zobrazowanie statystyki w układzie lat trwania blogu, a więc lata 2012-2015, przy czym rok 2012 był niepełny (zob. Rycina 2.23). Wyliczmy sobie teraz współczynnik VPV, który dla roku 2015 wynosi: $(17\ 671/10\ 882) = 1,62$.



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 2.23. Statystyka w układzie lat trwania blogu

Z punktu widzenia obszaru merytorycznego interesuje nas zainteresowanie internautów konkretnymi tekstami mającymi niekiedy charakter artykułów. Możliwie dokładnie co do wyrażen matematycznych opracowałem i opublikowałem przykład rozwiązania problemu *Prognozowanie z modeli Holta-Wintersa* i pozycja ta znalazła najwięcej Czytelników bo 753 (zob. Rycina 2.24).

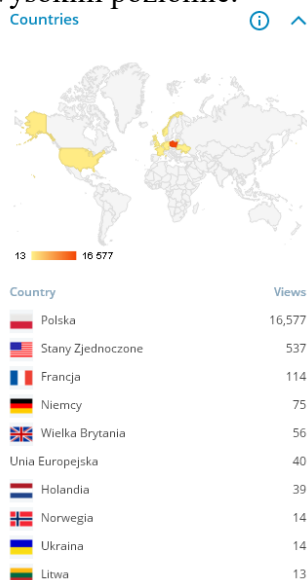
Home page / Archives	View	10,692
Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa	View	753
Zagadnienie dualne w programowaniu liniowym	View	544
Prognozowanie w oparciu o model autoregresyjny - skrót ćw. 6	View	527
Zakres	View	369
Zadania	View	347
Nowości-zawartość	View	314
Kolokwia	View	309
O mnie	View	248
Metody rozwiązywania zagadnień transportowych	View	243
Podwójne wyrównywanie wykładnicze - model Browna	View	231
Analiza wrażliwości	View	194
Zawartość	View	168
Współpraca	View	161
Zastosowanie twierdzeń o równowadze	View	152
Przykładowe zadanie do zaliczenia ćwiczeń z badań operacyjnych (kierunek: Logis)	View	148

Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 2.24. Fragment statystyki w układzie malejącym licznosci zainteresowania wpisem

Jest też sugestia, aby potraktować wpisy na blogu komercyjnie poprzez odpłatny do nich dostęp tak jak to czyni wiele innych witryn świadczących usługi, czy też sprzedających drobne wyroby codziennego użytku. Może się komuś wydawać, że wymienione na rycinie liczby nie są wysokie, ale należy zważyć na bardzo specyficzny obszar prezentowanej wiedzy skierowany do stosunkowo niedużej liczby pasjonatów metod ilościowych.

Powróćmy jeszcze do układu krajów pochodzenia internatów (zob. Rycina 2.25). Mimo, że teksty pisane są w języku polskim stosunkowo duże jest zainteresowanie osób ze Stanów Zjednoczonych, gdzie w uczelniach zagadnienia modelowania ekonometrycznego, prognozowania oraz optymalizacji postawione są na wysokim poziomie.



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 2.25. Fragment statystyki w układzie malejącym dotyczących wejść z poszczególnych krajów

2.8. Zagadnienia

1. Witryna internetowa
2. Marketing internetowy
3. Skrypty języka programowania
4. Serwer
5. Dynamiczna strona WWW
6. Menu boczne blogu
7. Boks
8. Statystyki witryny
9. Wejścia do blogu
10. Statystyki Aksimeta

* * *

Obserwacja ruchu internetowego na stronach blogu daje nam informację o zainteresowaniach internatów. Pozwala autorowi skoncentrować się na tych tekstach, których rozwijanie zwłaszcza z zastosowaniem techniki obliczeniowej jest celowe w danym okresie czasu. Umożliwia także obserwacje reakcji odbiorców na nowo wprowadzone wpisy. Daje obraz przestrzeni krajów do których docierają teksty naszych wpisów.

Zauważono silne zainteresowanie metodami ilościowymi z krajów wysoko rozwiniętych zwłaszcza z USA. Ponadto występuje znaczny skok liczności wejść oraz wizyt do głębi blogu w sytuacji opracowań mających charakter artykułów z przykładami formuł – wzorów obliczeniowych. Zaobserwowane w ramach tego opracowania zachowania internatów przypuszczalnie ze środowiska uczelnianego mogą być przesłaniem do dalszego doskonalenia technik marketingu internetowego.

3. Popularyzacja metod ilościowych poprzez media społecznościowe⁷²

3.1. Wstęp

Z punktu widzenia komercyjnego zależy nam na występowaniu adresu naszej strony WWW na pierwszym ekranie lub drugim, odsłony zestawienia wszystkich stron sporządzonym przez daną wyszukiwarkę. Płacący inwestor chce, aby jego strona była umieszczona jak najwyżej w indeksie dotyczącym danego hasła czy też frazy. Zaobserwowano, że już występowanie adresu strony na trzecim ekranie odsłony zestawienia (listy) wywołuje reakcje internautów w formie zmiany słów wywoływania, co skutkuje nowym zestawieniem. Wysokie wypożyczonowanie strony skutkuje lepszą reklamą towaru lub usługi, co przyczynia się do wzrostu sprzedaży i popularności danej firmy. Kilkakrotne znaczne obniżenie pozycji strony określonej firmy zniechęca ją do dalszego płacenia za usługę prowadzenia strony internetowej przez wyspecjalizowaną jednostkę. Ze względu na fakt opłacania domeny na której jest strona WWW i hostingu oraz zatrzymania płatności przez użytkownika strona schodzi z sieci Internetu.

Podstawowym celem jest dotarcie do maksymalnej ilości zainteresowanych danym towarem lub usługą internautów, gdyż zauważono, że około 5% z nich wchodzi w transakcję zakupu. Stąd celowość promowania internetowego w powszechnie stosowanych wyszukiwarkach, gdzie masowo korzystają użytkownicy Internetu. Gdy uwzględnimy podział według domen to prym wiedzie Google około 95%, a np. Bing stanowi 1,38%, onet.pl – 1,06%⁷³. Wiąże się to z siłą wyszukiwarki i zgromadzonymi zasobami informacyjnymi z których ona korzysta. Ogólnie biorąc wyszukiwarka internetowa (*search engine*) to program lub strona internetowa realizująca odnajdywanie w Internecie informacji według podanych przez użytkownika słów kluczowych lub wyrażeń sformułowanych w języku naturalnym⁷⁴. Określenie *wyszukiwarka* stosujemy do:

- stron internetowych serwisów wyszukujących,
- oprogramowania przeznaczonego do indeksowania i wyszukiwania informacji w sieciach komputerowych.

Wyszukiwarki nie tylko udostępniają zgromadzone informacje, ale także poprzez specjalizowane roboty programistyczne organizują bazę informacji w taki sposób, aby natychmiast uzyskać dostęp do tysięcy dokumentów tekstowych lub innych plików podlegających indeksacji, a zgromadzonych w obszarze jej sieci. Wyszukiwarki dzielimy według różnych kryteriów opartych na⁷⁵:

a) Analizie treści stron Gdy użytkownik poda wyszukiwarce zapytanie, ona odpowie mu łącząc do stron, które uzna, w zależności od użytego algorytmu, za najbardziej odpowiednie. Wyszukiwarki stanowią dogodne narzędzie reklamodawców, bowiem internauta wyszukujący dane hasło jest nim zainteresowany, a udostępniona reklama sprzyja realizacji jego celu. Z tego względu większość wyszukiwarek oferuje reklamy zależne od treści zapytań, a przykładem jest AdWords.

b) Analizie topologii sieci Stronę uważa się za odpowiadającą konkretnemu zapytaniu – tematowi, jeśli wiele stron do niej linkuje, zwykle używa się algorytmu losowego skakania po linkach; pierwszą wyszukiwarką, która zastosowała zaawansowane algorytmy analizy topologii sieci był Google.

c) Zasadzie aukcji miejsc Osobnym pomysłem jest system, gdzie strony płacą wyszukiwarce kilka centów za każde kliknięcie, przy czym miejsca są licytowane – strona która daje więcej za kliknięcie znajdzie się wyżej na liście rezultatów. System ten jest korzystny dla właścicieli stron – płacą oni tylko za wejścia nie za wyświetlenia. Z drugiej jednak strony wiele użytecznych stron jest niekomercyjnych, a nawet przy stronach komercyjnych wyniki będą często nieoptymalne – np. na taką reklamę nie mogą sobie pozwolić strony, które mają niskie marże i oferują produkty po niskich cenach, a jedynie te, które mają wysokie marże i oferują produkty drożej.

Wspomniany AdWords jako system reklamowy oferowany przez Google pozwala na wyświetlanie linków sponsorowanych w wynikach wyszukiwania⁷⁶. Według danych za rok 2010

⁷² Opracowanie bazuje na artykule autora *Wyszukiwarki i media społecznościowe* zamieszczonym w monografii: Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu - interdyscyplinarność badań, Opole 2016, strony: 320-333.

⁷³ Danowski B., Makaruk M., *Pozycjonowanie i optymalizacja stron WWW. Ćwiczenia praktyczne*, Helion, Gliwice 2012.

⁷⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyszukiwarka_internetowa, dostęp: 15.04.2016.

⁷⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyszukiwarka_internetowa#Podzia.C5.82_wyszukiwarek, dostęp: 15.04.2016.

⁷⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Google_AdWords, dostęp: 14.04.2016.

reklama generuje dla Google'a aż 97% przychodów firmy⁷⁷. Wyróżniane są dwa główne sposoby tworzenia linku sponsorowanego AdWords na których wyświetlana będzie reklama i to poprzez wybór: słów kluczowych, witryn internetowych. Pozycja linku ustalana jest na podstawie: wyniku jakości reklamy, maksymalnej stawki CPC ustalonej przez reklamodawcę. Wynik jakości jest podstawą pomiaru trafności i jakości reklamy. Jest ona wyznaczana przede wszystkim na podstawie współczynnika klikalności (CTR), stanowiącego procentowy stosunek liczby kliknięć do liczby wyświetleń słowa kluczowego. Współczynnik CTR jest ważnym elementem oceny odpowiedniego doboru słów kluczowych w programie reklamowym Google AdWords. Jeżeli jego wartość jest niższa niż 1%, oznacza to, że mamy do czynienia ze źle dobranymi słowami kluczowymi, co w konsekwencji prowadzi to wyświetlania reklamy użytkownikom niezainteresowanym produktem lub usługą⁷⁸.

3.2. Domena internetowa

Domena internetowa stanowi ciąg nazw systemu *Domain Name System* (DNS) wykorzystywany w Internecie. Składa się z wyrazów umieszczonych w pewnym poddrzewie struktury DNS zakończonych stałym sufiksem (rozszerzeniem)⁷⁹. Składa się z nazwy głównej oraz końcówki – rozszerzenia. Nazwę główną tworzy np. skrót nazwy firmy lub nazwa działalności, którą dana firma wykonuje. Rozszerzenie jest ogólnie ustalone – można wybrać spośród możliwych propozycji, a każdy kraj posiada przypisane rozszerzenie np. Polska – „.pl”. Rozróżniamy domeny najwyższego poziomu: .com, .net, .org. Pierwszym największym rejestratorem nowych domen w Polsce była spółka Domeny.pl Sp. z o.o. Aby lepiej zrozumieć sens domeny internetowej dobrze jest przeanalizować elementy adresu przykładowo Wikipedii: *pl.wikipedia.org*. W adresie tym *org* to domena najwyższego poziomu przypisywana jest stronom wszystkich organizacji, *wikipedia.org* to nazwa domeny wykupionej przez fundację Wikimedia, natomiast domena *pl.wikipedia.org* identyfikuje jego polską wersję. Tak więc domeny tworzą hierarchię, która pozwala katalogować komputery w sieci. Trzeba dodać, że wiele nazw domen jest płatnych⁸⁰.

Oprócz wymienionych w Tabeli 3.1 wyróżniamy jeszcze domeny tzw. proponowane, a wśród nich wymienię np. geograficzne, języki i społeczności, inne. Domeny krajowe są zawsze dwuliterowe, większość z nich odpowiada kodom krajów ze standardu ISO 3166-1. Oprócz państw, przyporządkowuje się je też odrębnym lub autonomicznym obszarom geograficznym.

Przedstawię jeszcze adres własnej domeny komercyjnej prowadzonej w ramach platformy programowej WordPress (zob. Rycina 3.1). Prowadzę na niej blog z wpisami i stronami tematycznymi zagadnień jakie wyłaniają się podczas zajęć na semestrach z przedmiotów obejmujących metody ilościowe, a mianowicie:

- statystyki opisowej i matematycznej,
- ekonometrii,
- badań operacyjnych,
- prognozowania i symulacji,
- optymalizacji procesów gospodarczych,
- zintegrowanych systemów informatycznych i zastosowania w nich zagadnień optymalizacyjnych.

WordPress bazuje na języku skryptowym PHP i jest projektem Open Source. Cechuje go swoisty system zarządzania treścią CMS, który jest najistotniejszym czynnikiem publikowania tekstów. W WordPress udostępniony jest edytor WYSIWYG oraz dodatkowe elementy, które pozwalają na zamieszczanie i publikowanie różnych multimediów. Platforma ta współpracuje z popularnymi narzędziami do publikowania i edycji blogów⁸¹.

⁷⁷ Ibidem.

⁷⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Wsp%C3%B3lczynnik_klikalno%C5%9Bci, dostęp: 14.04.2016.

⁷⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Domena_internetowa, dostęp: 14.04.2016.

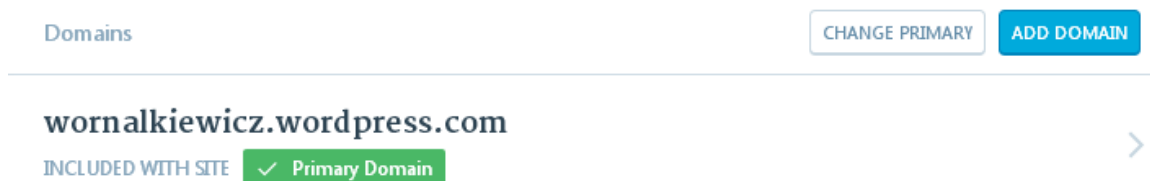
⁸⁰ https://pl.wikipedia.org/wiki/Domena_internetowa#/media/File:Dns-schemat.svg, dostęp: 15.04.2016.

⁸¹ Komputer Ekspert Biblioteczka Nr 01/2011, *WordPress Kompletny Poradnik*, ringer axel springel.

Tab. 3.1. Zestawienie stosowanych domen najwyższego poziomu⁸²

Lp.	Rodzaj domeny	Określenie	Nazwa
1.	Funkcjonalne niesponsorowane	.com	Komercyjne
		.edu	Edukacyjne
		.gov	Rządowe, polityczne
		.mil	Militarne
		.net	Internetowe
		.org	Organizacyjne
		.int	Organizacyjne międzynarodowe
		.biz	Biznesowe
		.info	Informacyjne
		.name	Nazewnicze indywidualne
		.pro	Zawodowe
2.	Funkcjonalne sponsorowane	.areo	Transport lotniczy
		.cat	Katalonia
		.coop	Kooperacja, współpraca
		.jobs	Zatrudnienie
		.mobi	Telefonia komórkowa
		.muzeum	Muzealne
3.	Infrastrukturalne	.arpa	Infrastruktura sieciowa Internetu Reverse DNS
		.root	Niektóre główne serwery DNS
4.	Usługowe	.post	Pocztowe i firmowe prywatne
		.tel	Telekomunikacyjne

Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Lista_domen_najwy%C5%BCszego_poziomu.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3.1. Adres domeny w ramach własnego blogu o temacie: Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych

Na liście podanej przez Google, ze względu na unikalność hasła i ilość wejść – przeważnie studentów pozycja pod tym adresem zajmuje pierwsze miejsce na pierwszej stronie (zob. Rycina 3.2).

Władysław Wornalkiewicz | Zastosowanie komputera w ...

<https://wornalkiewicz.wordpress.com/>

05.04.2016 - Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych.

Odwiedziłeś tę stronę wiele razy. Ostatnio 11.04.16

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3.2. Informacja o blogu Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych na liście wyszukiwarki Google

3.3. Oprogramowanie wyszukiwarek

Oprogramowanie wyszukiwarek to zestaw programów, modułów, z których każdy ma oddzielne zadanie, a w skład zestawu wchodzi takie elementy jak:

Crawler, Robot, Pająk, Spider, Bot – moduły pobierające dokumenty z sieci

Indekser – moduł analizujący i oceniający

Searcher – interfejs wyszukujący wyszukiwarki / podsystem odpowiadający na zapytania / analizator zapytań oraz moduł prezentacji wyników.

⁸² https://pl.wikipedia.org/wiki/Lista_domen_najwy%C5%BCszego_poziomu, dostęp: 15.04.2016.

Dochodzą do tego:

- programy konwersji dokumentów (np. PDF),
- programy archiwizujące repozytorium (najczęściej w postaci skompresowanej),
- programy analizy i wykrywania technik niepożądanych (spam),
- moduły administracyjne.

Współczesne oprogramowanie wyszukiwarek jest wysoce skomplikowanym systemem rozproszonym uruchamianym zwykle w wielu oddzielnych etapach na tysiącach oddzielnych komputerów – zarówno ze względu na rozmiar i skalę przeszukiwanej sieci, jak i ze względów na poprawienie dostępności usługi w wypadku awarii poszczególnych komponentów.

3.4. Algorytmy stosowane w wyszukiwarkach

Algorytmy oceny istotności (tzw. relewancji) dokumentu względem szukanej frazy – algorytmy oceny zawartości strony są następujące:

- binarne,
- ważenie częstością słów TF (częstość wystąpień słowa);
- częstość słów (odwrotna częstość w dokumentach TFIDF – model wektorowy);
- PageRank i *In-degree*;
- Metoda Robertsona i Sparck-Jones (1997);
- Okapi BM-25 TF (Metoda Robertsona – 1994);
- KL-Dir (Model Markova);
- Metoda bazowa B;
- Liczba wizyt (tzw. klikohit);
- metody: HITS, PHITS, PLSA, PLSA/PHITS.

W zakresie pozycjonowania stron WWW wyróżniamy algorytmy: *Cloaking*, *Doorway page Jump Pages*, *Portal Pages*, keyword stuffing (*meta tag stuffing*), *spamdexing*, *invisible text* (niewidzialny tekst), link farm (Farmy linków), *biasing*, *client pull* (odświeżanie).

3.5. Przykładowe firmy i wyszukiwarki internetowe

Obecnie występuje już wiele firm świadczących usługi w Internecie, a jedną z nich jest udostępnianie zasobów poprzez oprogramowanie zwane wyszukiwarkami. Teraz zaprezentuję kilka z nich:

Google Inc. – amerykańskie przedsiębiorstwo z branży internetowej. Jego flagowym produktem jest wyszukiwarka Google, a deklarowaną misją – *skatalogowanie światowych zasobów informacji i uczynienie ich powszechnie dostępnymi i użytecznymi*⁸³. W ramach polskiego oddziału – Google Polska – zostało stworzone centrum badawczo-rozwojowe w Krakowie oraz centrum innowacji we Wrocławiu. Koncern uruchomił na terenie Centrum Praskiego Koneser inkubator przedsiębiorczości pod nazwą *Campus Warsaw*. Jego zadaniem jest uaktywnienie środowiska polskich *start-upów* z sektorów nowoczesnych technologii. Znane są już podstawowe usługi Google takie jak internetowa wyszukiwarka oraz serwisy reklamowe AdWords oraz AdSense. Ponadto popularna jest poczta Gmail, serwisy Google Maps i Google Earth. Znanymi produktami oprogramowania są Google Chrome, Google Desktop oraz Picasa. Google wraz z innymi przedsiębiorstwami z Open Handset Alliance kreuje rozwój platformy Android. Ponadto Google uruchomiło w Polsce usługę płatnego wypożyczenia oraz kupowania filmów w dystrybucji cyfrowej.

Bing – opracowana przez Microsoft wyszukiwarka internetowa, początkowo jako część portalu MSN, obecnie jest samodzielną wyszukiwarką⁸⁴, traktowaną jak silnik decyzyjny, gdyż umożliwia podjęcie decyzji między innymi w zakresie ze względu na liczbę wyboru restauracji czy biletów lotniczych. Wspomniany silnik decyzyjny Bing ma wiele implementacji, a mianowicie:

- Bing Health – wyszukuje informacje dotyczące zdrowia;
- Bing Images – wyszukuje i edytuje obrazy;
- Bing Local – dostarcza informacji o lokalnych przedsiębiorstwach i usługach;

⁸³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Google>, dostęp: 15.08.2019.

⁸⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bing>, dostęp: 15.08.2019.

- Bing Maps – udostępnia widoki, a w tym mapy, zdjęcia satelitarne;
- Bing News – udostępnia zagregowane wiadomości z serwisów informacyjnych;
- Bing Shopping – szukanie produktów i sklepów;
- Bing translator – tłumaczenie tekstu;
- Bing Travel – szukanie połączeń lotniczych i hoteli;
- Bing Video – szukanie i oglądanie wideo z witryn internetowych;
- Bing xRank – szukanie gwiazd kultury i śledzenie ich popularności.

Onet – największy polski portal internetowy⁸⁵. Według wyników Megapanelu PBI/Gemius, w sierpniu 2012 był drugim najczęściej odwiedzanym polskim portalem (Grupa Onet.pl). Pod względem miesięcznej liczby odsłon wyprzedzała go jedynie Grupa Allegro.pl.

Plejada.pl – serwis informacyjno rozrywkowy należący do portalu Onet. Strona jest w całości poświęcona gwiazdom rozrywki, a wśród publikowanych materiałów znajdują się również relacje z różnych imprez. Serwis ten dostępny jest również w wersji *lajt* dla telefonów komórkowych.

VOD.pl – serwis z serialami i programami telewizyjnymi.

Trzeba jeszcze wymienić inne serwisy, a mianowicie: blog.onet.pl, czat.onet.pl, onet.tv, Encyklopedia WIEM, zapytaj.onet.pl, Zumi, nk.pl.

Yahoo! Search – wyszukiwarka internetowa, której celem jest skatalogowanie wszystkich możliwych informacji i udostępnienie ich za pomocą Internetu⁸⁶.

MSN (*The Microsoft Network*) – zestaw serwisów internetowych udostępnianych przez Microsoft⁸⁷. W Polsce, działa portal MetroMSN będący polską wersją MSN.

Ask.com – wyszukiwarka internetowa wprowadzona w 1996 roku⁸⁸.

NetSprint – wyszukiwarka zasobów polskiego Internetu i zasobów poszczególnych witryn.

3.6. Zagadnienia

1. Media społecznościowe
2. Pozycjonowanie stron WWW
3. Wyszukiwarki
4. Analiza treści stron
5. Współczynnik klikalności
6. Słowo kluczowe
7. Hierarchia domen
8. Domena komercyjna
9. Oprogramowanie wyszukiwarek
10. Wyszukiwarka Yahoo

⁸⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Onet.pl>, dostęp: 15.04.2016.

⁸⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Yahoo!_Search.

⁸⁷ [https://pl.wikipedia.org/wiki/MSN_\(portal_internetowy\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/MSN_(portal_internetowy)).

⁸⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ask.com>.

4. Aplikacje stosowane w projektowaniu stron WWW⁸⁹

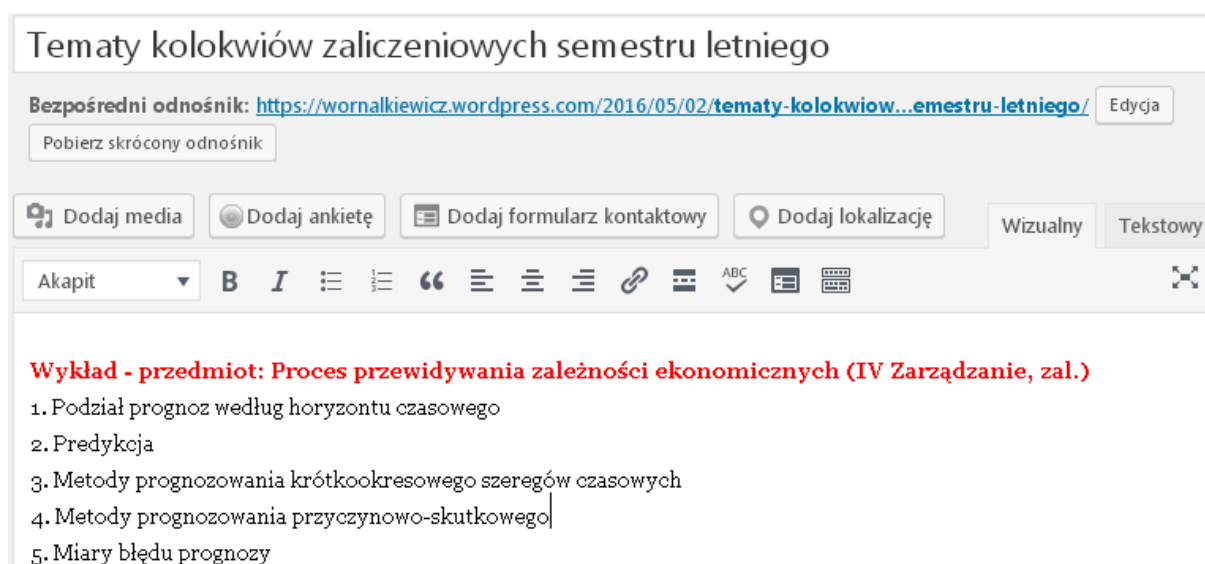
4.1. Wprowadzenie⁹⁰

Projektowanie i wdrażanie stron WWW, blogów oraz innych form publikacji w środowisku wirtualnym wyszukiwarek internetowych wymaga szeregu specjalistycznych aplikacji językowych do:

- formułowania struktury strony;
- edycji blogów, witryn na których wprowadzane są kolejne wpisy oraz istnieje możliwość prowadzenia kilku stron dotyczących obranej tematyki przez danego twórcę np. internautę;
- nadania poszczególnym stronom, czy też blogowi charakterystycznych dla twórcy ulubionych formatów linii, czcionek czy też kolorystyki;
- ożywienie strony/blogu poprzez umożliwienie aktualizacji;
- wprowadzenie grafiki oraz różnych elementów multimedialnych w postaci dźwięku, filmików video.

Według wirtualnej encyklopedii zarządzania, wspomniana tu witryna internetowa, zwana również serwisem internetowym lub serwisem WWW to zbiór powiązanych tematycznie i umieszczonych na jednym serwerze stron internetowych. Każda z tych stron zawiera tekst, grafikę, a czasem również funkcje zaawansowane jak formularze zamówień lub panel przeszukiwania bazy danych⁹¹. Za każdą niemal witryną kryje się specjalny zestaw kodów HTML (*HyperText Markup Language*), czyli języka znaczników hipertekstowych, które umożliwiają przeglądarkom formatowanie i wyświetlanie łączy tekstowych i graficznych w obrębie witryny.

Mimo stosunkowo krótkiego okresu rozwoju technologii webowej opracowano wiele wyszukiwarek, implementowano wcześniejsze języki programowania do nowych potrzeb użytkowników. Dotyczy to zwłaszcza eksponowania działalności określonej jednostki gospodarczej, zakresu jej produkcji, czy też usług. Proste strony WWW może internauta opracować we własnym zakresie korzystając z podpowiedzi na prowadzonych kursach, w tym internetowych. Przykład wpisu do blogu autora niniejszego opracowania, w wersji wizualnej oraz tekstowej, z zestawem kodów HTML pokazano na Rycinach 4.1 oraz 4.2.



The image shows a screenshot of a WordPress blog post editor. The title of the post is "Tematy kolokwiów zaliczeniowych semestru letniego". Below the title, there is a direct link: "Bezpośredni odnośnik: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/2016/05/02/tematy-kolokwiow...emestru-letniego/>" with an "Edycja" button. There is also a "Pobierz skrócony odnośnik" button. Below these are several action buttons: "Dodaj media", "Dodaj ankietę", "Dodaj formularz kontaktowy", and "Dodaj lokalizację". There are also tabs for "Wizualny" and "Tekstowy". The main content area shows a list of topics under the heading "Wykład - przedmiot: Proces przewidywania zależności ekonomicznych (IV Zarządzanie, zal.)":

1. Podział prognoz według horyzontu czasowego
2. Predykcja
3. Metody prognozowania krótkookresowego szeregów czasowych
4. Metody prognozowania przyczynowo-skutkowego
5. Miary błędu prognozy

Źródło: Opracowanie własne.

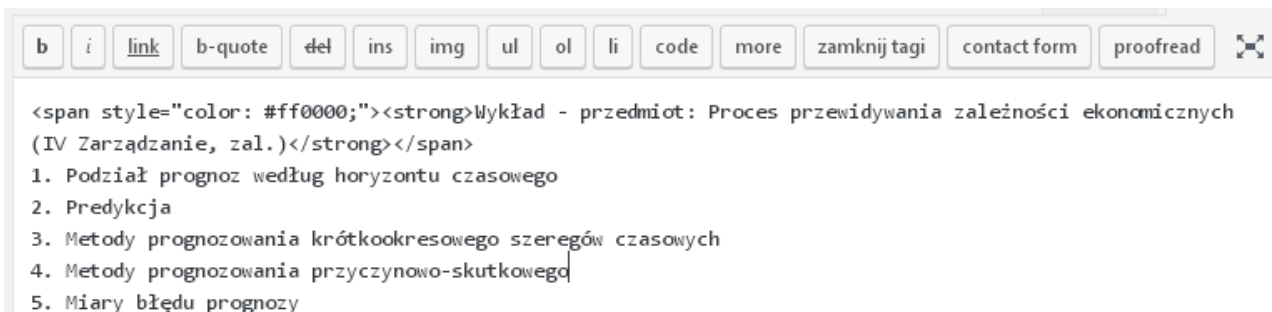
Ryc. 4.1. Przykład fragmentu wpisu w formacie „Wizualnym” w ramach blogu „Procesy decyzyjne w teorii i praktyce”

⁸⁹ Opracowanie bazuje na rozdziale 7. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁹⁰ Wersja skrócona artykułu znajduje się w monografii: *Modern and Management: Aconomy and Administration*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2018, strony: 154-161.

⁹¹ https://mfiles.pl/pl/index.php/Rodzaje_witryn_internetowych, dostęp: 15.02.2018.

Zapis heksadecymalny (*hex triplet*) składa się z sześciu cyfr szesnastkowych (trzech bajtów). Zgodnie z modelem RGB (*red, green, blue*) bajty odpowiadają kolejno za barwę czerwoną, zieloną i niebieską. Każdy bajt może przyjąć wartość od 00 (0) do FF (255), co oznacza, odpowiednio, najmniejszą i największą intensywność danej barwy⁹². Zapis szesnastkowy jest używany w językach HTML i CSS, w formacie grafiki wektorowej SVG oraz w innych aplikacjach. Konwersja zapisu heksadecymalnego na zapis RGB polega na zapisaniu dziesiętnych wartości kolejnych par cyfr szesnastkowych, np. 0FAB40 = RGB(15, 171, 64).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.2. Sposób zakodowania fragmentu tekstu wymienionego na rycinie 27.1

Zwróćmy uwagę, że kolor czerwony nazwy wykładu oznaczono jako „#ff0000”. Jeśli zmienimy na symbol „#008000” to kolor będzie ciemnozielony. Możemy też zapisać symbole kolorów dużymi literami np. „#FF0000”. Specyfikacja języka np. HTML 4.01 zawiera szesnaście nazwanych kolorów (zob. Rycina 4.3).

Kolor	Nazwa po angielsku	Zapis szesnastkowy	Kolor	Nazwa po angielsku	Zapis szesnastkowy
cyjan	aqua	#00FFFF	granatowy	navy	#000080
czarny	black	#000000	oliwkowy	olive	#808000
niebieski	blue	#0000FF	fioletowy	purple	#800080
fuksja	fuchsia	#FF00FF	czerwony	red	#FF0000
zielony	green	#008000	srebrny	silver	#C0C0C0
szary	grey	#808080	morski	teal	#008080
limonka	lime	#00FF00	biały	white	#FFFFFF
wiśniowy	maroon	#800000	żółty	yellow	#FFFF00

Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Kolory_w_Internecie.

Ryc. 4.3. Zapis szesnastkowy nazw kolorów w języku HTML

W ten sposób, w stosunku do innych elementów tekstu lub grafiki możemy edytować sobie wpis na blogu.

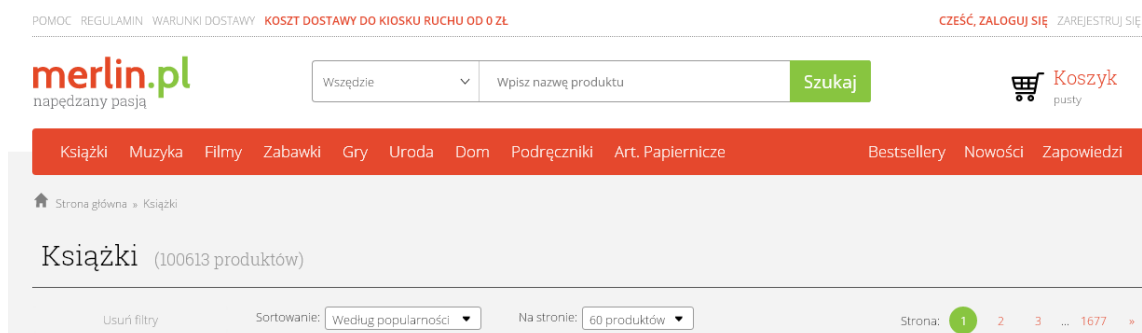
Niniejsze opracowanie ma na celu wskazanie i scharakteryzowanie podstawowych narzędzi programistycznych na etapie rozpoczęcia projektowania, oprogramowania i bieżącego doskonalenia stron WWW. Dotyczy to zwłaszcza stopniowego włączania coraz to nowszych rozwiązań programistycznych z zakresu korzystania w prezentacji tematu ze środków multimedialnych. Jednak zdaniem niektórych wykładowców kursów internetowych w budowanie i utrzymywaniu obiektów funkcjonujących w przestrzeni wirtualnej konieczna jest wcześniejsza znajomość jakiegoś współczesnego języka programowania ogólnego przeznaczenia, chociażby języka C++. Ponadto trzeba orientować się w terminologii z tego obszaru, w zakresie obowiązków, czy też uprawnień pracowników zatrudnionych w kreowaniu i wdrażaniu technologii webowej. Czas jednak na określenie co to jest *aplikacja webowa* (*web application*, zwana również internetową). Jest to program, który pracuje na serwerze internetowym, obsługującym żądania protokołu komunikacyjnego HTTP, zwany potocznie serwerem WWW⁹³. Serwer ten poprzez sieć

⁹² https://pl.wikipedia.org/wiki/Kolory_w_Internecie, dostęp: 17.05.2018.

⁹³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Serwer_WWW, dostęp: 17.05.2018.

komputerową, przeglądarkę internetową, pobiera wskazaną stronę WWW. Może on też korzystać z innego, równoległe działającego oprogramowania, np. MySQL i PHP, udostępniając wynikowe, dynamicznie utworzone strony WWW, wzbogacone danymi z bazy danych. Tak więc wykorzystuje się w tym względzie przeglądarkę użytkownika, będącą interaktywnym klientem aplikacji internetowej⁹⁴.

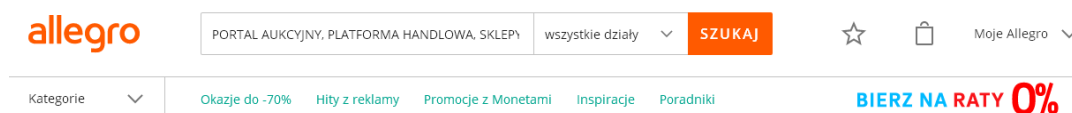
Do przygotowania aplikacji użytkowej stosuje się różne mechanizmy programistyczne, a mianowicie CGI, JSP, ASP.Net oraz języki programowania, a wśród nich PHP, Java oraz C#. Przykładami rozwiniętych aplikacji internetowych są mechanizm edycji treści encyklopedii *Wikipedia*, serwis aukcyjny *allegro*, czy też księgarnia internetowa *Merlin*, z której zamieszczono fragment strony głównej. Na Rycinie 4.4. jest przykład serwisu funkcji sklepu internetowego umożliwiającego wyszukanie np. książki z obszernego zbioru 100613 oferowanych produktów, a ponadto towarów z branży muzyka, filmy, zabawki, gry, uroda, dom, podręczniki, artykuły papierniczne i inne⁹⁵.



Źródło: <https://merlin.pl/>.

Ryc. 4.4. Przykład serwisu księgarni internetowej Merlin

Przyjrzyjmy się jeszcze fragmentowi portalu aukcyjnego platformy handlowej jaką jest *allegro* (zob. Rycina 4.5).



Źródło: <https://allegro.pl/>.

Ryc. 4.5. Portal allegro

4.2. Stanowiska w zespole projektującym aplikacje webowe

Przyjęło się nazywać osobę zajmującą się projektowaniem, kodowaniem, szatą graficzną oraz aktualizacją witryny mianem *webmaster*. Przeważnie witrynę WWW wykonuje on na zamówienie osoby (firmy), która chce zaistnieć w sieci internetowej. Taka usługa może mieć charakter jednorazowy, lub też ciągły i w takim przypadku *webmaster* aktualizuje i rozbudowuje stronę zgodnie z bieżącym zapotrzebowaniem zleceniodawcy.

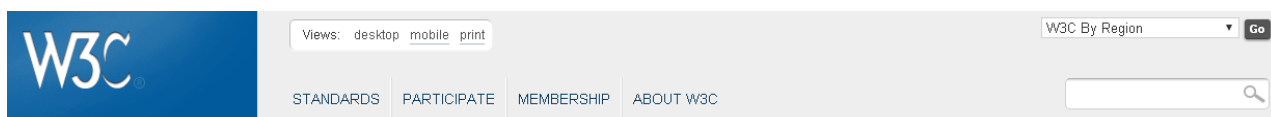
Profesjonalnie wykonana strona WWW powinna być zgodna ze standardami wyznaczonymi przez W3C (*World Wide Web Consortium*)⁹⁶. Organizacja W3C zajmuje się ustanawianiem standardów pisania i przesyłania stron WWW. Jest ona zrzeszeniem ponad 400 organizacji, firm, agencji rządowych i uczelni z całego świata. Publikowane przez W3C rekomendacje nie mają jednak mocy prawnej, nakazującej ich użycie. Z ciekawości zobaczymy jak swoją stronę WWW rozpoczyna organizacja W3C dająca zalecenia co do standaryzacji w tym zakresie. Możemy tu

⁹⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Aplikacja_internetowa, dostęp: 15.02.2018.

⁹⁵ https://merlin.pl/catalog/ksiazki-m10349074/?gclid=EAIaIQobChMI4Oeshcrw2QIVBhIbCh2kUwOuEAAYAAAEgIlxvD_BwE&gclsrc=aw.ds, dostęp: 15.02.2018.

⁹⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web_Consortium, dostęp: 15.02.2018.

zauważyć stonowanie kolorystyczne tła i ciekawe wkłęsłe wpisanie „W3C”⁹⁷ (zob. Rycina 4.6). Obecnie bowiem do wykonania „przyciągającej” internautów witryny internetowej nie wystarcza już posługiwanie się prostą grafiką, czy też podstawowa znajomość tylko języka HTML. Trzeba uwzględniać ciekawe graficznie efekty.



Źródło: <https://www.w3.org/>.

Ryc. 4.6. Forma opracowania strony organizacji W3C

Nadmienię, że jeśli określona firma oferuje *hosting* to istnieje możliwość umieszczenia zamawianej strony na tzw. własnym serwerze. Usługa zwana potocznie *hosting*⁹⁸ oznacza udostępnianie przez dostawcę usług internetowych zasobów serwerowni i polega na oddaniu do dyspozycji klienta:

- określonej objętości dysku twardego (zazwyczaj na macierzy RAID);
- maksymalnej ilości danych do przesłania przez łącza internetowe serwerowni;
- usług obsługiwanych przez serwerownię (w zakresie zależnym od specyfiki usługi, np. udostępnienie bazy danych z określeniem maksymalnej jej objętości);
- maksymalnego stopnia obciążenia serwerowni przez usługi.

Coraz częściej zadanie wykonania aplikacji webowej powierza się firmom specjalistycznym, w których występuje podział zadań i wyodrębnione są stanowiska:

a) *Administrator serwera WWW*. Konfiguruje on serwis i udostępnia odwiedzającym, przy czym może stosować na serwerze następujące technologie sprzętowe: *Apache, Cherokee, Caudium, Internet Information Services, Roxen*. Dla przykładu wymienię tu *Apache*, oznaczające otwarty serwer HTTP dostępny dla wielu systemów operacyjnych, a wśród nich takich jak: UNIX, GNU/Linux, BSD, OS X, Microsoft Windows⁹⁹.

b) *Administrator bazy danych*. Przy projektach o charakterze biznesowym definiuje on strukturę bazy danych na serwerze i może korzystać z technologii: *MySQL, Oracle, PostgreSQL, Firebird, MS SQL, PhpMyAdmin*. Dodam tu, że bazy danych systemu zarządzania bazą danych DBMS (*Database Management System*), nazywane w skrócie *MySQL*, stanowią ważny element wielu witryn WWW. Przechowują niezbędne do jej działania dane, min. loginy i hasła. Występujący tu symbol SQL (*Structured Query Language*) oznacza język zapytań do bazy.

c) *Webdeveloper, czyli programista*¹⁰⁰. Tworzy on kod serwisu w wybranym języku. Jest odpowiedzialny za sprawną wymianę danych pomiędzy stroną WWW, a odwiedzającym internautą. Programista korzysta z jednego lub kilku edytorów tekstu, API, frameworków, interpretera lub kompilatora. Może pisać programy w językach: *Java, Perl, PHP, Python, Ruby, ASP, NET*. Zwrócę uwagę na API (*application programming interface*), czyli interfejs programowania aplikacji rozumiany jako ściśle określony zestaw reguł i ich opisów, w jakim programy komputerowe komunikują się między sobą¹⁰¹. Przykładami takiego interfejsu są POSIX i Windows API.

Jak już wspomniałem, coraz częściej odwiedzający strony WWW zatrzymują się dłużej nad stronami atrakcyjnymi graficznie. Z tego względu firmy pozycjonerskie zatrudniają osoby po akademii sztuk pięknych lub architektury na stanowisko *webdesigner*, czyli grafik. Jego zadaniem jest opracowanie szaty graficznej strony. Tekstową zawartością tekstu zajmuje się *webmaster* korzystając z edytorów tekstu, programów do obróbki graficznej oraz edytorów WYSIWYG. Jako technologie stosowane są *JavaScript (AJAX), XHTML i CSS*. Ponadto *webmaster* wzbogaca interfejs aplikacji instalując gotowe moduły, pełniąc często również rolę programisty. Webmasterzy korzystają z walidatorów formalnych W3C, które są dostępne on-line, aby sprawdzić wyniki swoich prac programistycznych. Walidator W3C po analizie zawartości zwraca wynik analizy, wskazując listę błędów. Nad całością czuwa administrator, który w przeglądarce internetowej edytuje serwis, korzystając z wbudowanego interfejsu zaprojektowanego przez programistę i grafika.

⁹⁷ <https://www.w3.org/>, dostęp: 15.02.2018.

⁹⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Hosting>, dostęp: 15.02.2018.

⁹⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Apache_HTTP_Server, dostęp: 15.02.2018.

¹⁰⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Webmaster>, dostęp: 15.02.2018.

¹⁰¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Interfejs_programowania_aplikacji, dostęp: 15.02.2018.

Czasem w zespole serwisu internetowego występuje też redaktor nowych treści do podstron serwisu. Proponuję teraz zagłębienie do strony WWW Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie¹⁰², gdzie zaskakuje nas odważne posługiwanie się kolorem, grafiką i ładne rozmieszczenie tekstów (zob. Rycina 4.7).



Źródło: <https://www.asp.krakow.pl/>.

Ryc. 4.7. Forma opracowania strony Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie

4.3. Przykładowe aplikacje technologii tworzenia stron WWW

Z przytoczonych do tej pory wstępnych treści wynika, że stosowanymi, popularnymi technologiami programowania webowego są: HTML, CSS, PHP, JS, MySQL, *fremworki*¹⁰³. Ma to odbicie w prowadzonych kursach video w Internecie w zakresie *web*, gdzie uwaga skoncentrowana jest na poznaniu przede wszystkim wymienionych podstawowych narzędzi. Ponadto występują ćwiczenia z zakresu MySQL, sprowadzające się do korzystania z języka SQL w zakresie:

- formułowania prostych zapytań formułujących
- złożonych zapytań wyszukiwujących,
- zapytania INSERT INTO i UPDATE.

Polecenie INSERT INTO służy do wstawiania nowych informacji do bazy danych¹⁰⁴, a UPDATE przeznaczony jest do aktualizowania danych.

W ramach MySQL buduje się modele danych i nadaje relacje między obiektami. Natomiast z zakresu języka C++ trenuje się dynamiczne alokowanie pamięci, tworzenie takich elementów jak stos, kolejka, lista, czy też drzewo binarne. W informatyce drzewo binarne to jeden z rodzajów drzewa (struktury danych), w którym liczba synów każdego wierzchołka wynosi nie więcej niż dwa, przy czym wyróżnia się wtedy lewego syna i prawego syna danego wierzchołka¹⁰⁵.

W ramach poznawania CSS, o czym jeszcze powiem, następuje stylizowanie pól formularza tzw. *inputów*. Już z pobieżnego wymienienia narzędzi technologii webowych i wielości różnorodnych pojęć, wynika potrzeba bliższego zapoznania się z tą tematyką w literaturze przedmiotu, przy czym na uwagę zasługują następujące książki wydawnictwa Helion:

¹⁰² <https://www.asp.krakow.pl/>, dostęp: 15.02.2018.

¹⁰³ <http://miroslawzelent.pl/kurs-mysql/>, dostęp: 15.02.2018.

¹⁰⁴ <https://msdn.microsoft.com/pl-pl/library/encyklopedia-sql--dodawanie-danych--insert.aspx>, dostęp: 15.02.2018.

¹⁰⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Drzewo_binarne, dostęp: 15.02.2018.

- Prata S., *Język C++*. *Szkola programowania*, wydanie VI;
- Duckett J., *HTML i CSS. Zaprojektuj i zbuduj witrynę WWW*¹⁰⁶ (zob. Rycina 4.8);
- Duckett J., *JavaScript i JQuery. Interaktywne strony WWW dla każdego*;
- Lis M., *PHP i MySQL. Dla każdego*, wydanie III;
- Horstmann C. S., *Java. Podstawy*, wydanie X.



Źródło: <https://helion.pl/ksiazki/>.

Ryc. 4.8. Strona tytułowa książki: *HTML i CSS. Zaprojektuj i zbuduj witrynę WWW*

Zwrócę uwagę na pozycję „*HTML i CSS. Zaprojektuj i zbuduj witrynę WWW*”, która traktowana jest jako przewodnik *webmastera*. Pierwsza część tej książki poświęcona jest językowi HTML, a w ramach niego pokazano znaczniki oraz techniki tworzenia układu strony. Druga została poświęcona kaskadowym arkuszom stylów (CSS 3), aby projektowana witryna nabrała efektownego kształtu i kolorów. Ostatnia część to praktyczne porady oraz wskazówki dla uniknięcia problemów w trakcie tworzenia własnej strony WWW (witryny).

Elementami wykładów na kursie technologii webowej jest ponadto zapoznanie się z podejściem obiektowym, użycie HTML-u do tworzenia stron WWW, zastosowanie arkuszy stylów (CSS), tworzenie tzw. *front-end* w JavaScript, a także *back-end* w języku PHP¹⁰⁷. *Front-end* i *back-end* wyrażają początkowe oraz końcowe stadium procesu tworzenia własnej strony. *Front-end* jest odpowiedzialny za pobieranie danych od użytkownika oraz przekazanie ich do *back-endu*. Następnie *back-end* na podstawie tych danych wykonuje określone zadanie. Rozważmy teraz bliżej pojęcia podstawowe występujące w technologii webowej.

Wolnodostępny system zarządzania relacyjnymi bazami danych, czyli często wymieniany (MySQL)¹⁰⁸. W systemie tym wprowadzono dodatkowe rozszerzenia i nowe elementy języka o tej nazwie, przy czym w wersji piątej występują dodatkowo:

- procedury składowe (*stored procedures*),
- wyzwalacze (*triggers*),
- widoki,
- kursory,
- partycjonowanie tabel oraz harmonogram zadań.

Zbliża to najnowsze wersje MySQL do PostgreSQL pod względem funkcjonalności. *Trigger* określa procedurę wykonywaną automatycznie jako reakcję na pewne zdarzenia w tabeli bazy danych¹⁰⁹. Wyzwalacze mogą ograniczać dostęp do pewnych danych, rejestrować zmiany danych lub nadzorować modyfikacje danych. Systemami baz danych posiadającymi wyzwalacze są:

- *Microsoft SQL Server*,
- *PostgreSQL*,
- *Sybase*,

¹⁰⁶ <https://helion.pl/ksiazki/html-i-css-zaprojektuj-i-zbuduj-witryne-www-podrecznik-front-end-developera-jon-duckett,htcsww.htm#format/d>, dostęp: 17.05.2018.

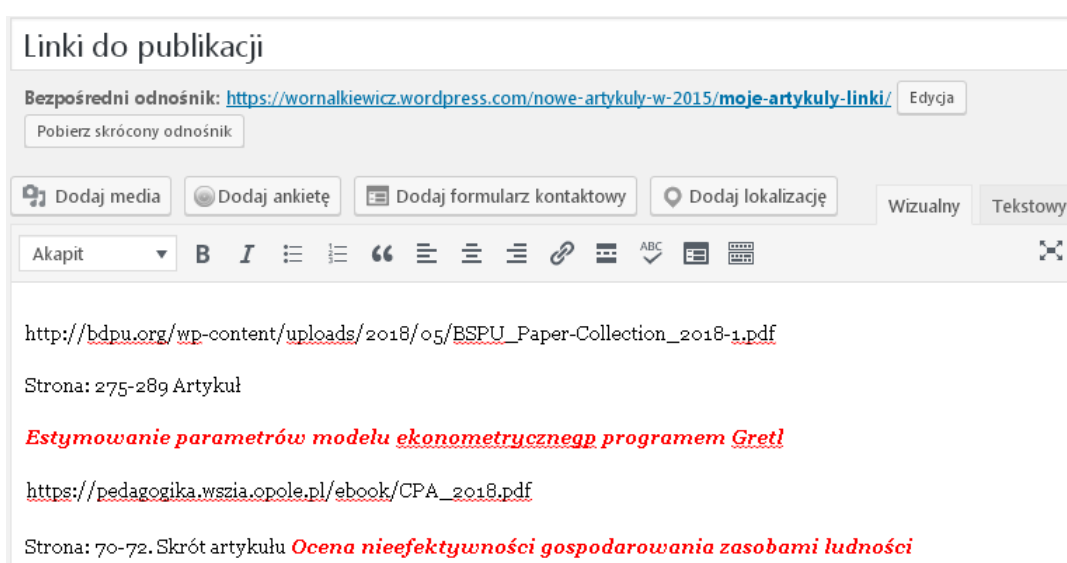
¹⁰⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Front-end_i_back-end, dostęp: 15.02.2018.

¹⁰⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/MySQL>, dostęp: 15.02.2018.

¹⁰⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyzwalacz>, dostęp: 15.02.2018.

- Oracle,
- Firebird,
- SQLite,
- InterBase SQL,
- MySQL (od wersji 5.0.
- Progress.

Hipertekstowy język znaczników (HTML – HyperText Markup Language). Jest wspomnianym jest to język, wykorzystywany do tworzenia dokumentów hipertekstowych¹¹⁰. Język ten pozwala opisać strukturę informacji zawartych wewnątrz strony internetowej. Można nim formułować hiperłącza, akapity, nagłówki, listy oraz umieszczać w tekście pliki multimedialne i elementy baz danych, a w tym interaktywne formularze danych. Hiperłącze (*hyperlink*) jest odwołaniem zamieszczonym w dokumencie elektronicznym (tekstowym, graficznym, wideo, animacji, PDF, HTML)¹¹¹. Kliknięcie lub nadejście odpowiedniego momentu powoduje otwarcie dokumentu docelowego. Hiperłącza są powszechnie używane na stronach internetowych. Przykład fragmentu strony z własnego blogu *Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych* z linkami odwołującymi się do publikacji autora niniejszego opracowania pokazano na Rycinie 4.9.



Źródło: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin/post.php?post=2735&action=edit>.

Ryc. 4.9. Fragment strony „Linki do publikacji” w ramach blogu „Procesy decyzyjne w teorii i praktyce”

Język HTML umożliwia określenie wyglądu dokumentu w przeglądarce internetowej. Jednak do szczegółowego opisu formatowania sugeruje się wykorzystywanie kaskadowych arkuszy stylów, oznaczanych symbolem CSS. HTML składa się z:

- znaczników, czyli tagów i ich atrybutów;
- typów danych;
- referencji znakowych;
- odwołań w postaci encji;
- deklaracji typu dokumentu.

Występuje tu pojęcie encji, przez którą rozumie się reprezentację wyobrażonego lub rzeczywistego obiektu (grupy obiektów) stosowaną przy modelowaniu danych podczas analizy informatycznej¹¹². Większość atrybutów elementów składa się z par (nazwa-wartość), rozdzielonych znakiem „=”, zawartych w znaczniku otwierającym element. Wartość może być zapisana w pojedynczych cudzysłowach lub bez nich. Atrybut *id* nadaje elementowi unikatowy identyfikator, a *class* służy do sklasyfikowania elementów do celów prezentacyjnych.

¹¹⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/HTML>, dostęp: 15.02.2018.

¹¹¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Hiper%C5%82%C4%85cze>, dostęp: 15.02.2018.

¹¹² [https://pl.wikipedia.org/wiki/Encja_\(bazy_danych\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Encja_(bazy_danych)), dostęp: 15.02.2018.

Wersja 4.0 i dalsze definiują listę 252 encji, pozwalających na zapisanie określonych znaków za pomocą specjalnych stałych. W języku HTML istnieje możliwość definiowania kilku typów danych, a mianowicie: skrypty (*script data*), dane arkuszy stylów (*stylesheet data*), identyfikatory, nazwy, adresy zasobów sieci (URI), liczby, jednostki miary, długości, języki, deskryptory mediów, kolory, kodowania znaków, data i czas. Natomiast, aby uaktywnić definicję typu dokumentu (DTD) do celów poprawnej walidacji strony WWW, dokument powinien rozpoczynać się deklaracją dokumentu.

Kaskadowe arkusze stylów (CSS – (Cascading Style Sheets)¹¹³ Język CSS służy do opisu formy prezentacji stron WWW. Nazwa ta wynika z faktu, że gdy reguły CSS wykluczają się wzajemnie w arkuszu zewnętrznym, arkuszu wewnętrznym oraz na poziomie elementów HTML, priorytet stylów ustalany jest hierarchicznie i pierwszeństwo mają style zdefiniowane „bliżej” formatowanego elementu. Wymienione arkusze stylów to lista dyrektyw, czyli reguł ustalających w jaki sposób ma zostać wyświetlana przez przeglądarkę internetową zawartość wybranego elementu. Można w ten sposób opisać rodzinę czcionek, kolor tekstu, marginesy, odstęp międzywierszowy, pozycję danego elementu względem innych. Celem postania CSS było oddzielenie struktury dokumentu od formy jego prezentacji. Ponadto ten zabieg umożliwia dostosowanie dokumentu w zależności od obsługiwanej sprzety. Tak więc arkusze CSS dają możliwość zmiany wyglądu stron naraz bez ingerowania w sam kod w wersjach HTML. Powstało już kilka wersji kaskadowych arkuszy danych. Wersja CSS 3, wprowadza modułowy charakter tego języka opisu elementów strony WWW.

Utworzono specjalne biblioteki (*CSS Frameworks*), a ich zadaniem jest ułatwienie definicji stylu dla stron internetowych. Są one dołączane jako zewnętrzne pliki (*.css*) w znaczniku HTML `<head>`. Dają one gotowe rozwiązania do projektowania stron. Jako przykłady bibliotek wymienię: *Foundation*, *Blueprint*, *Bootstrap*, *Cascade Framework*. Arkusz stylów składa się z reguł określających styl dla wybranych elementów dokumentu, przy czym reguła składa się z selektora, określającego grupę elementów i deklaracji wskazującej na formatowanie. Dokument można powiązać z arkuszem określając relację za pomocą elementu zwanego linkiem.

Interpretowany skryptowy język programowania (PHP) Język ten zaprojektowany został do generowania stron internetowych i budowania aplikacji webowych w czasie rzeczywistym i najczęściej stosowany jest do tworzenia skryptów po stronie serwera WWW¹¹⁴, chociaż można go stosować do przetwarzania danych z wiersza poleceń lub tworzenia programów w trybie graficznym za pomocą biblioteki GTK+. Biblioteka ta służy do tworzenia interfejsu graficznego do programów komputerowych¹¹⁵. Pierwotnie stworzona została na potrzeby programu GIMP, stąd też nazwa, pochodząca od *The GIMP Toolkit*. Znak + pojawił się w nazwie, gdy autorzy dodali do oryginalnego GTK możliwość programowania obiektowego. Skrypty w PHP umieszczane są w plikach tekstowych, choć nie tylko. PHP ma budowę modułową, co daje możliwość programowania samodzielnych aplikacji z interfejsem graficznym. Trzeba dodać, że PHP umożliwia współpracę systemami zarządzania bazami danych, plikami tekstowymi, dokumentami XML, a ponadto z serwisami WWW. Cała funkcjonalność PHP zawarta jest w czterech zbiorach różniących się od siebie dostępnością dla programisty. Składnia języka PHP zapożyczona jest ze składni języków C, Java, i Perl. Obsługiwane rodzaje danych w języku PHP są następujące:

- łańcuchowy tekstowy (*string*),
- liczba całkowita (*int*),
- liczba zmiennoprzecinkowa (*float*),
- typ logiczny (*bool*),
- tablica (*array*),
- obiekt (*object*),
- zmienna niezdefiniowana (*null*),
- resource (zasób spoza PHP).

¹¹³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/CSS>, pobrano: 15.02.2018.

¹¹⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/PHP>, dostęp: 15.02.2018.

¹¹⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/GTK%2B>, dostęp: 15.02.2018.

W wersji PHP 5 wprowadzono zmienne klasy, obsługę interfejsów, kontrolę dostępu oraz kontrolę typów. Język ten wyposażony jest w znaczną ilość domyślnych funkcji, mających odpowiedniki w języku C, a ponadto obsługuje rekurencję do poziomu aż 100 zagłębień. Obecnie PHP jest dominującym językiem programowania i obejmuje około $\frac{3}{4}$ domen internetowych¹¹⁶. W tym języku powstała znaczna część istniejących aplikacji sieciowych, a także systemów zarządzania treścią, forów dyskusyjnych oraz aplikacji pocztowych. Na chwilę zatrzymajmy się nad potocznym określeniem fora (forum) dyskusyjnego, co oznacza przeniesioną do struktury stron WWW formę grup dyskusyjnych, która służy do wymiany informacji i poglądów między osobami o podobnych zainteresowaniach przy użyciu przeglądarki internetowej¹¹⁷. Są one obecnie bardzo popularną formą grup dyskusyjnych w Internecie. Prowadzą je prawie wszystkie portale, wortale i ISP. Portale jako mega strona jest serwisem skierowanym do szerokiego grona odbiorców. Umożliwia surfowanie po Internecie, utrzymywanie konta internetowego, pocztowego, prowadzenia blogów, budowania własnych stron internetowych, otrzymywanie wiadomości ze świata¹¹⁸. Określenie wortal (*Vertical Portal*) oznacza portal tematyczny obejmujący jedną dziedzinę wiedzy, gałąź gospodarczą, dział przemysłu lub krąg zainteresowań. Bazą podstawową wortalu tematycznego są aktualne i weryfikowalne informacje koncentrujące się wokół tematyki wortalu, a mianowicie: badania, statystyki, recenzje, linki branżowe, grupy dyskusyjne i inne serwisy zarówno edukujące jak i mające charakter relaksowy. Skrót ISP (*Internet service provider*) określa dostawcę usług internetowych¹¹⁹.

Skryptowy język programowania (JavaScript) Język ten, określane też jako JS opracowany został przez firmę Netscape¹²⁰. Stosowany jest do programowania na stronach internetowych. Pod koniec lat 90. ubiegłego wieku organizacja ECMA sformułowała na podstawie tego języka standard o nazwie *ECMAScript*. Skrypty w tym języku służą do zapewnienia interakcji poprzez reagowanie na zdarzenia, walidację danych wprowadzanych w formularzach lub do generowania efektów wizualnych. Trzeba jednak dodać, że w *JavaScript* można także pisać pełnoprawne aplikacje. Wersja *JScript.NET* stanowi podstawowy język środowiska (.NET), przy czym istnieje także opracowane przez IBM środowisko *SashXB* dla systemu *Linux*. Występują obecnie różne odmiany *JavaScriptu* stworzone przez firmy Netscape oraz Microsoft. Interpretowane są za pomocą odrębnych silników np. graficznych, przy czym bazują one na standardzie *ECMAScript*. Pod pojęciem silnik graficzny rozumiana jest część kodu aplikacji odpowiedzialna za tworzenie grafiki (2D lub 3D) na ekranie komputera¹²¹, zawierająca elementy konieczne do wykonywania złożonych matematycznych obliczeń i przekształceń elementów grafiki. Silnik graficzny zajmuje się renderowaniem obrazu na ekranie w czasie rzeczywistym i może wspomagać się bibliotekami graficznymi *DirectX* czy *OpenGL*. Implementacje *JavaScript-u* dostępne są w przeglądarkach internetowych.

Platforma programistyczna (framework) *Framework* oznacza szkielet (ramę) do budowy aplikacji programistycznej¹²². Definiuje ona strukturę aplikacji oraz ogólny mechanizm jej działania. Ta platforma programistyczna dostarcza komponenty i biblioteki do wykonywania określonych zadań. Mając stworzoną „ramę” programista buduje gotową aplikację poprzez dostosowanie poszczególnych komponentów do projektu przyszłego użytkownika. *Framework* składa się z tzw. zamrożonych i gorących punktów. Zimne punkty definiują ogólną architekturę konkretnego oprogramowania i pozostają one niezmiennie we wszystkich tworzonych aplikacjach. Natomiast gorące punkty reprezentują te części, które programista rozszerza, dodając własne cechy danego projektu. Powstałe klasy i komponenty użytkownika otrzymują sygnały od *frameworka*, który zarządza realizacją konkretnej aplikacji. Trzeba nadmienić, że *frameworki* stosowane są również do tworzenia szkieletów programistycznych komponentów złożonej aplikacji.

¹¹⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/GTK%2B>, dostęp: 15.02.2018.

¹¹⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Forum_dyskusyjne, dostęp: 15.02.2018.

¹¹⁸ Ibidem.

¹¹⁹ Ibidem.

¹²⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/JavaScript>, dostęp: 15.02.2018.

¹²¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_graficzny, dostęp: 15.02.2018.

¹²² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Framework>, dostęp: 15.02.2018.

Platforma programistyczna Microsoftu Określenie (*.Net Framework*) oznaczane w skrócie (*.Net*) obejmuje środowisko uruchomieniowe (*Common Language Runtime – CLR*) oraz biblioteki klas dostarczające standardowej funkcjonalności dla projektowanej aplikacji¹²³. Technologia ta nie jest związana z konkretnym językiem programowania, bowiem zadaniem platformy (*.Net Framework*) jest zarządzanie elementami systemu, a mianowicie: kodem aplikacji, pamięcią oraz zabezpieczeniami. Umożliwia to tworzenie oprogramowania po stronie serwera internetowego oraz na systemach na których istnieje implementacja tej platformy. Aplikacje w obecnie funkcjonujących systemach operacyjnych Microsoftu kompilowane są do kodu maszynowego procesora, a z systemem operacyjnym komunikują się poprzez zestaw funkcji Win32API, zwany w skrócie API. W platformie (*.Net*) występuje język *Common Language Infrastructure*. Każdy inny język programowania, który spełni odpowiednie standardy, może być implementowany do bogatej biblioteki tej platformy, przy czym obecnie ponad 40 języków programowania jest już zgodnych z (*.Net*). Jak każde wiodące rozwiązanie informatyczne tak i platforma (*.Net*) ma kilka pochodnych technologii, na uwagę zasługują jednak: ułatwiony dostęp do bazy danych – ADO.NET, budowanie dynamicznych stron WWW¹²⁴ – ASP.NET.

Dynamiczny HTML lub DHTML (*Dynamic HyperText Markup Language*) jest to dynamiczny hipertekstowy język znaczników. Jest to umowna nazwa technik służących do dynamicznej zmiany treści, wyglądu, zachowania dokumentu HTML umożliwiających interakcję strony WWW z użytkownikiem i stosowanie efektów wizualnych. Wymieniony ASP.NET przeznaczony jest do budowy różnorodnych aplikacji internetowych, a także aplikacji typu XML Web Services¹²⁵. Strony ASP.NET są uruchamiane przy użyciu serwera, który umożliwia wygenerowanie treści HTML(CSS), WML lub XML, rozpoznawanych oraz interpretowanych przez przeglądarki internetowe. Pliki zawierające treść stron internetowych ASP.NET posiadają rozszerzenie (.aspx). Dokumenty tego typu zawierają statyczną treść (X)HTML, a w ramach tego kodu istnieje możliwość dodania fragmentów dynamicznych.

4.4. Zagadnienia

1. Aplikacja programowa
2. Strona WWW
3. Środowisko wirtualne
4. Język znaczników hipertekstowych
5. Konwersja zapisu
6. Język HTML
7. Język C++
8. Księgarnia internetowa Merlin
9. Webmaster
10. Technologie programowania webowego

* * *

W obecnych czasach stale rozwijane są istniejące technologie webowe umożliwiające korzystanie z zasobów globalnych sieci informatycznych. Powstają też nowe projekty adekwatnych aplikacji i języków programowania dostosowujących się do potrzeb prowadzenia stron WWW, blogów, forów internetowych. Firmy pozycjonerskie prześcigają się w tworzeniu efektywnych, dynamicznych rozwiązań w Internecie do prezentacji swoich zakładów, ich wyrobów, czy też usług.

Tradycyjny marketing stopniowo przechodzi na wirtualne reklamowanie i wymaga przy tym korzystnego usytuowania swoich stron WWW na liście wygenerowanej przez określoną wyszukiwarke, np. dominującą na tym rynku. Wszystko to ponagla projektowanie, oprogramowanie i oczekuje innowacyjności w aplikacjach funkcjonujących w cyberprzestrzeni.

¹²³ https://pl.wikipedia.org/wiki/.Net_Framework, dostęp: 15.02.2018.

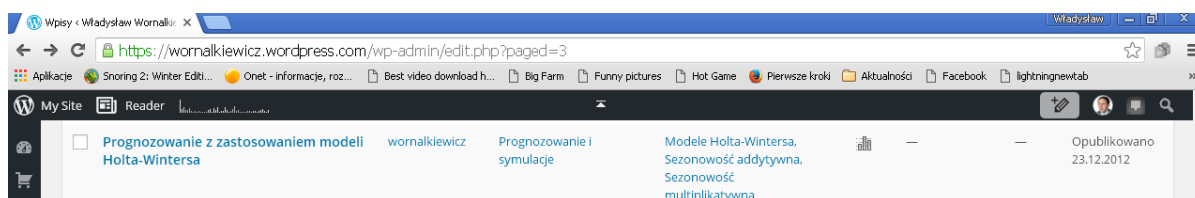
¹²⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Dynamiczny_HTML, dostęp: 17.05.2018.

¹²⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/ASP.NET>, dostęp: 15.02.2018.

5. Modelowanie ekonometryczne ruchu internetowego¹²³

5.1. Zastosowanie modelu wielomianowego

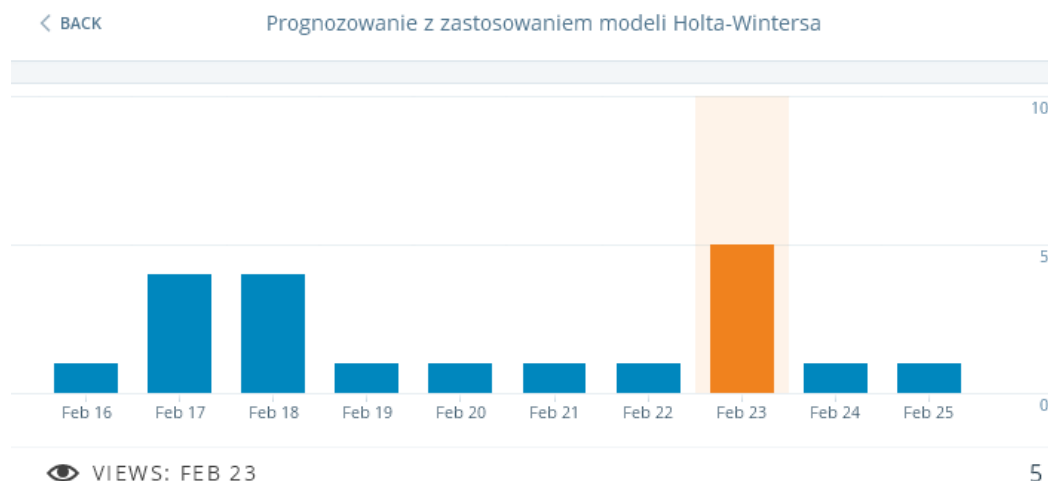
Niniejszy temat jest kontynuacją problematyki rozdziału skupiającego się na statystyce ruchu internetowego obserwowanej na blogu autora pt. „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”. Blog ten na stronie głównej zawiera wiele wpisów (*postów*), ale najczęściej na przestrzeni życia blogu wywoływany przez internautów był wpis pt. „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”. Jego zaznaczenie w ramach szerszego zestawu wpisów pokazano na Rycinie 5.1.



Źródło: Opracowanie własne według WordPress.

Ryc. 5.1. Fragment zestawu wpisów dotyczący wpisu „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”

Statystykę wejść w przykładowych dniach lutego 2016 roku pokazano na Rycinie 5.2.



Źródło: Opracowanie własne według statystyki WordPress.

Ryc. 5.2. Dzienna liczność wejść do wpisu „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”

Jeśli pobierzemy z omawianego blogu statystykę z całego okresu istnienia blogu poprzez adres: (<https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin/index.php?page=stats&view=post&post=768>) w układzie lat i miesięcy podanych w skrótach angielskich (Jan – Dec), to zauważamy jako interesujące do modelowania ekonometrycznego są kompletne dane z lat 2013-2015. Na zamieszczonej Rycinie 5.3 dotyczącej statystyki omawianego wpisu pokazano również podsumowania liczb wejść miesięcznych dla poszczególnych lat (kolumna *Total*).

Widzimy wyraźny skok zainteresowania problematyką metod ilościowych w roku 2014 w stosunku do roku poprzedniego (361 do 786). Zapiszmy dane lat 2013, 2014 oraz 2015 w formie tabeli Worda (zob. Tabela 5.1). Zwróćmy uwagę na zaznaczone na czerwono dwa okresy roku akademickiego tj. 09.2013/06.2014 i 09.2014/06.2015.

¹²³ Opracowanie bazuje na rozdziale 2.17 w książce autora: *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2016, strony: 510-522.

Months and Years

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
2012												2	2
2013	18	12	5	20	48	46	15	12	22	40	57	66	361
2014	165	42	35	65	77	63	11	26	22	29	147	104	786
2015	150	50	80	33	76	71	22	19	35	39	85	93	753
2016	183	65											248

Źródło: Opracowanie własne według statystyki WordPress.

Ryc. 5.3. Pełna statystyka wejść w układzie lat i miesięcy wpisu „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”

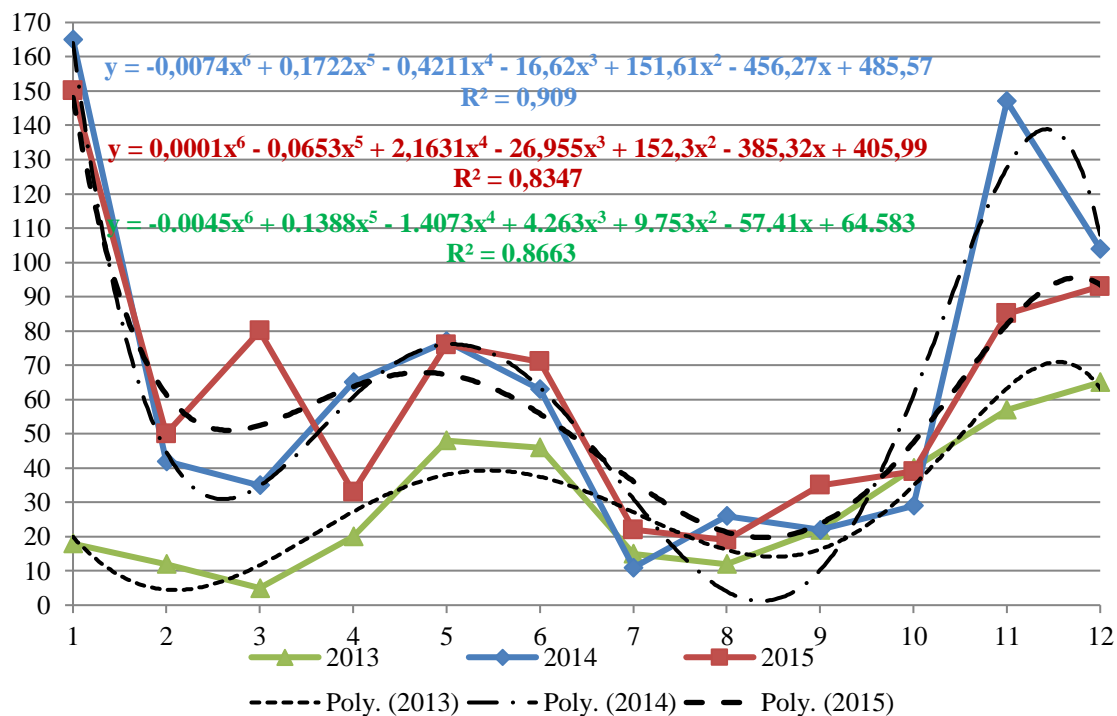
Największe zainteresowanie przykładowym tematem występuje w miesiącach przygotowania się do egzaminów z wykładów czy też zaliczeń z ćwiczeń, czyli orientacyjnie w styczniu oraz maju. Wysunąć można z tego przypuszczenie, że model ekonometryczny ma charakter cykliczny zbliżony do modelu multiplikatywnego Holta-Wintersa z sezonowością.

Tab. 5.1. Dane statystyczne dotyczące przykładowo jednego z najpopularniejszych wpisów

Rok/M-c	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
2013	18	12	5	20	48	46	15	12	22	40	57	65
2014	165	42	35	65	77	63	11	26	22	29	147	104
2015	150	50	80	33	76	71	22	19	35	39	85	93

Źródło: Opracowanie własne.

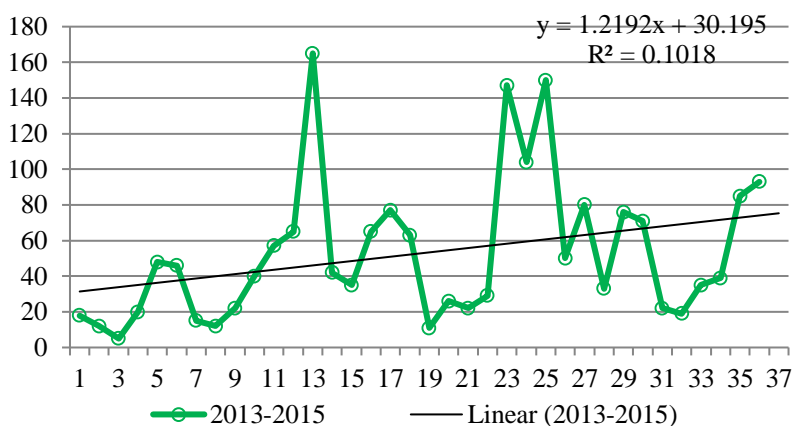
Na początek jednak zobrazujmy dane lat 2013, 2014, 2015 w formie modelu wielomianowego szóstego stopnia wykonanego przy zastosowaniu Excela. Na Rycinie 5.4 widzimy naniesione dane statystyczne oraz wygenerowane modele wielomianowe wykonane oddzielnie dla roku 2013, 2014, 2015. Zaskakują nas wysokie współczynniki determinacji R^2 , świadczące o dobroci dopasowania określonych modeli do empirii.



Źródło: Opracowanie własne według statystyki WordPress.

Ryc. 5.4. Dane statystyczne oraz trendy wielomianowe liczby wejść do omawianego wpisu

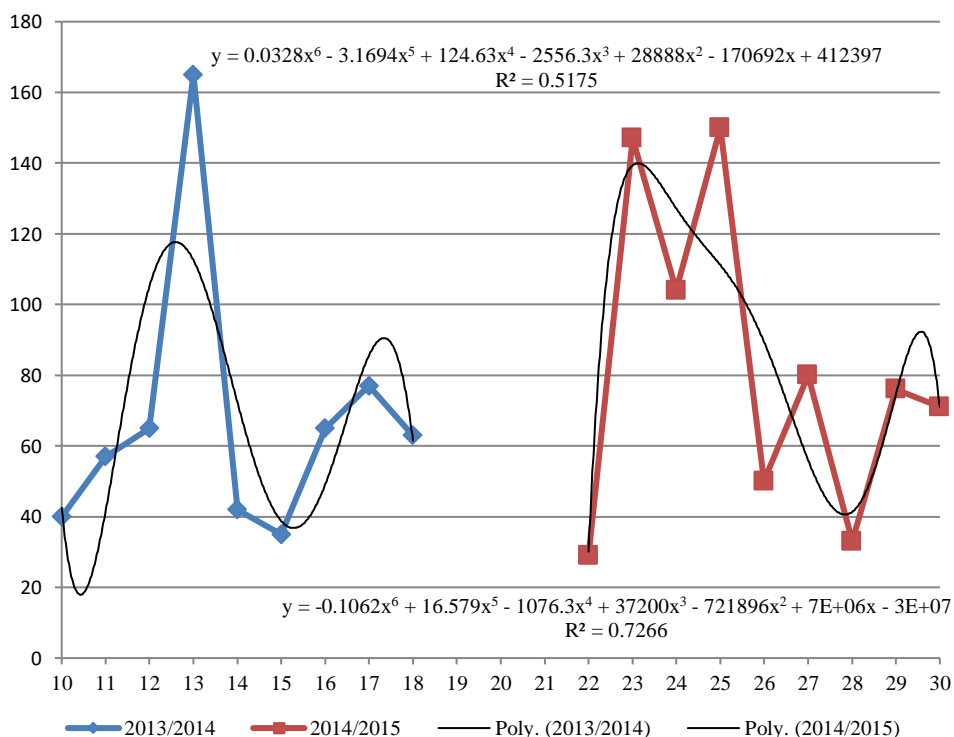
W celu zastosowania modelu Holta-Wintersa warto wcześniej poznać występowanie trendu liniowego w całym przedziale badawczym tj. w 36 miesiącach lat 2013-2015. Na wykonanym w Excelu wykresie (zob. Rycina 5.5) występuje nieznaczny trend liniowy określony współczynnikiem 1,2192, przy niskim współczynniku determinacji $R^2 = 0,1018$.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 5.5. Trend liniowy liczby wejść do omawianego wpisu w okresie 36. miesięcy

Określmy jeszcze trendy wielomianowe szóstego stopnia, przy których występuje najlepsze dopasowanie modelu do danych empirycznych w przedziałach czasowych roku aktywności akademickiej tj. miesiąca października do miesiąca czerwca włącznie. Rezultat z wykonania dwóch wykresów na jednej odciętej (miesiące 10.2013 do 06.2014 oraz 10.2014 do 06.2015) zaprezentowano na Rycinie 5.6. Możemy zauważyć możliwie dobry $R^2 = 0,7266$ dla okresu 10.2014 do 6.2015.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 5.6. Trend wielomianowe liczmy wejść do wybranego wpisu dla dwóch okresów aktywności akademickiej

5.2. Modele Holta-Wintersa

Zasadniczo możemy wyróżnić trzy rodzaje modeli Holta-Wintersa: bez sezonowości, z sezonowością multiplikatywną, z sezonowością addytywną¹²⁴. Wyrównywana jest wartość trendu z poprzedniego okresu.

Model Holta-Wintersa bez sezonowości Model bez sezonowości ma zastosowanie, gdy występuje trend i wahania okresowe. W modelu bez sezonowości oprócz parametru α występuje drugi parametr β odpowiednio do wygładzania wartości poziomu i trendu. Równania tego modelu są następujące:

$$\begin{aligned}S_n &= \alpha Y_n + (1 - \alpha) (S_{n-1} + b_{n-1}) \\b_n &= \beta (S_n - S_{n-1}) + (1 - \beta) b_{n-1} \\F_{n+m} &= S_n + b_n m.\end{aligned}$$

Gdzie Y_n odnosi się do zmiennej objaśnianej i są to obserwacje w kolejnych okresach szeregu czasowego. W modelu tym przyjmujemy następujące wartości początkowe:

$$S_1 = Y_1; \quad b_1 = [(Y_2 - Y_1) + (Y_4 - Y_3)]/2.$$

Działania optymalizacyjne sprowadzają się do takiego dobrania parametru α , β , aby uzyskać minimalną wartość pierwiastka kwadratu średniego błędu *RMSE* prognozy *ex post*.

Model Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną W modelu tym występuje trend, wahania okresowe oraz zmienna sezonowość zależna od trendu. Wyrównywanie sezonowości następuje poprzez zastosowanie parametru γ stosowanego do obliczania indeksów sezonowości. Postać modelu z sezonowością multiplikatywną jest następująca¹²⁵:

$$Y_{n+1} = (S_n + b_n) I_{n-L+1} + z_{n+1}$$

gdzie:

I_{n-L+1} – wyrównana wartość indeksu sezonowości na okres $n + 1$;

z_{n+1} – błąd w okresie $n + 1$;

L – długość cyklu sezonowości (12 dla danych miesięcznych, 4 dla kwartalnych).

Wyrównana wykładniczo wartość Y_n po usunięciu sezonowości:

$$S_n = \alpha (Y_n / I_{n-L}) + (1 - \alpha) (S_{n-1} + b_{n-1}).$$

Wyrównana wykładniczo wartość trendu w okresie n :

$$b_n = \beta (S_n - S_{n-1}) + (1 - \beta) b_{n-1}.$$

Wyrównany wykładniczo indeks sezonowości w okresie n :

$$I_n = \gamma (Y_n / S_n) + (1 - \gamma) I_{n-L}.$$

Określenie wcześniej podanych wartości wyrównanych pozwala na określenie prognozy na okres $n + m$, przy czym m to horyzont prognozy:

$$F_{n+m} = (S_n + b_n m) I_{n-L+m}.$$

Jako wartości początkowe możemy przyjąć: $\alpha = 0,2$; $\beta = 0,2$; $\gamma = 0,1$. Jednak dla doboru najlepszej wartości tych parametrów możemy zastosować moduł *Forecasting and Lineal Regression* programu WinQSB przy warunku minimum *RMSE* bez podawania wartości początkowych.

Model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną Model ten określony jest równaniami:

$$\begin{aligned}S_n &= \alpha (Y_n - I_{n-L}) + (1 - \alpha) (S_{n-1} + b_{n-1}) \\b_n &= \beta (S_n - S_{n-1}) + (1 - \beta) b_{n-1}\end{aligned}$$

¹²⁴ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania cz. II*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015, rozdz. 2.12. Wyrównywanie trendu z zastosowaniem modelu Holta-Wintersa.

¹²⁵ Ibidem, s. 504.

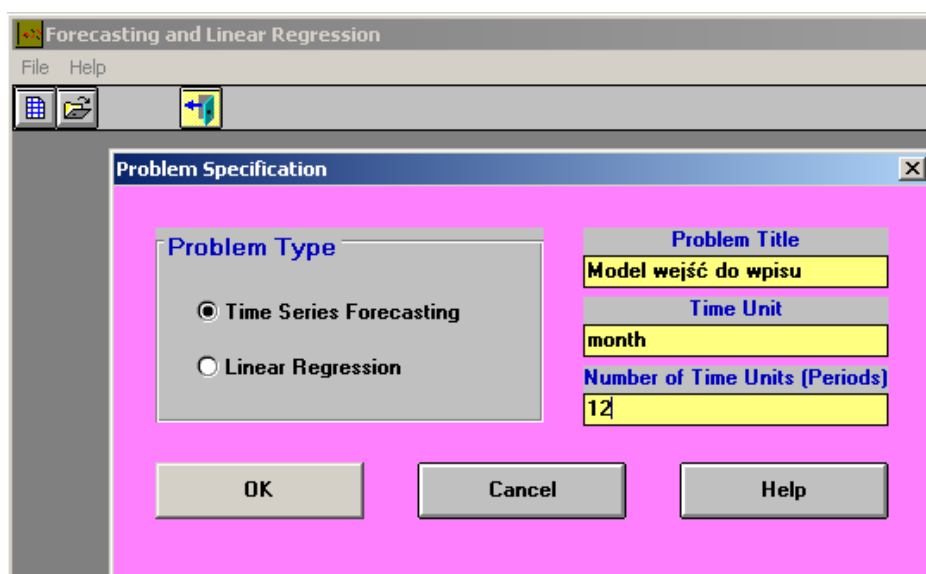
$$I_n = \gamma (Y_n - S_n) + (1 - \gamma) I_{n-L}$$

$$F_{n+m} = S_n + b_n m + I_{n-L+m}$$

Widzimy, że model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną stanowi analogię do modelu multiplikatywnego. Zwróćmy jednak uwagę na odejmowanie indeksu sezonowości I_{n-L} .

5.3. Sformułowanie modelu multiplikatywnego

Powróćmy do naszych modeli wielomianowych rocznych ilości wejść do wpisu „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”, lecz zastosujemy model z sezonowością multiplikatywną oraz moduł *Forecasting and Linear Regression* (FC) programu WinQSB (zob. Rycina 5.7). Wykorzystamy również opcję *Holt-Winters Multiplicative Algorithm* (HWM) do automatycznego dobierania parametrów α , β , γ w celu osiągnięcia minimum błędu według miary $RMSE$ ¹²⁶. Dobór przeprowadzamy ze skokiem co 0.01 (z kropką dziesiętną) bez podawania wartości początkowych.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 5.7. Wstępne definiowanie modelu multiplikatywnego

Następną czynnością jest wprowadzenie danych dotyczących obserwacji wejść do omawianego wpisu internetowego dla 12 miesięcy roku 2013 (zob. Rycina 5.8).

Month	Historical Data
1	18
2	12
3	5
4	20
5	48
6	46
7	15
8	12
9	22
10	40
11	57
12	65

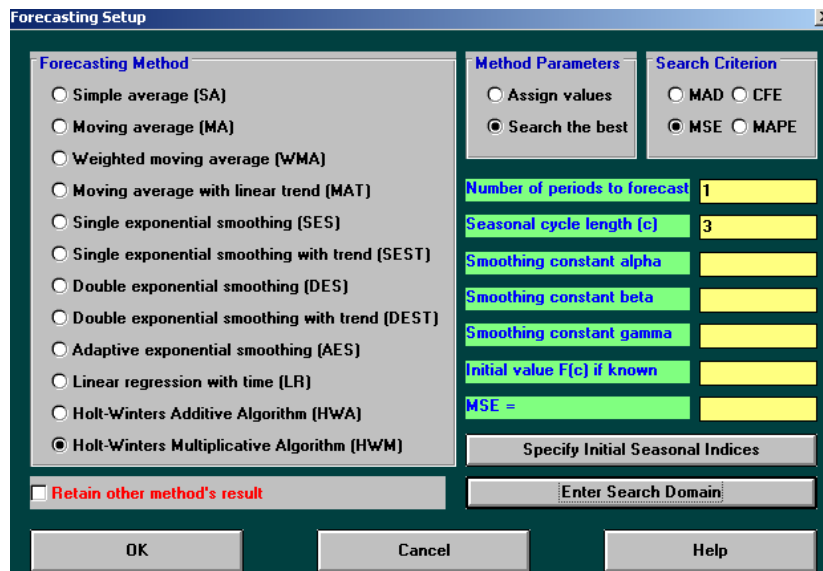
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 5.8. Okno wprowadzania danych

¹²⁶ Zabazowano na rozdziale 2.12.2.2 *Model Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną*, książki autora pt. „Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania”, s. 514.

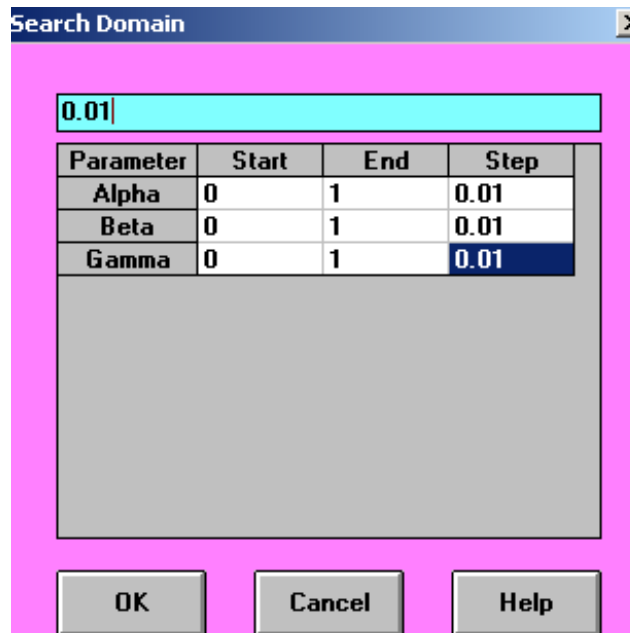
Pozostaje nam teraz wybór rodzaju modelu prognozowania *Holt-Winters Multiplicative Algorithm* (HWM) oraz opcji dotyczących procesu iteracyjnego optymalizacji parametrów α , β , γ . Wykorzystamy metodę szukania tych parametrów jako *Search the best*, czyli najlepszy wybór z punktu widzenia kryterium sumarycznego błędu *Search Criterion* jako MSE, z którego pierwiastek równa się RMSE. Przystąpienie do formułowania modelu prognozy na pierwszy miesiąc nowego roku wymaga podania opcji:

- *Number of periods to forecast* (liczby okresów prognozowania) równej 1,
- *Seasonal cycle length (c)* - ilość okresów cyklu sezonowości = 3,
- określenia skoku iteracyjnego (*Step*) doboru kolejnych parametrów α , β , γ co 0.01 z kropką dziesiętną w podoknie *Enter Search Domain* (zob. Rycina 5.9 oraz 5.10).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 5.9. Okno ustawienia opcji prognozowania



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 5.10. Podokno definiowania przedziałów iteracji parametrów modelu

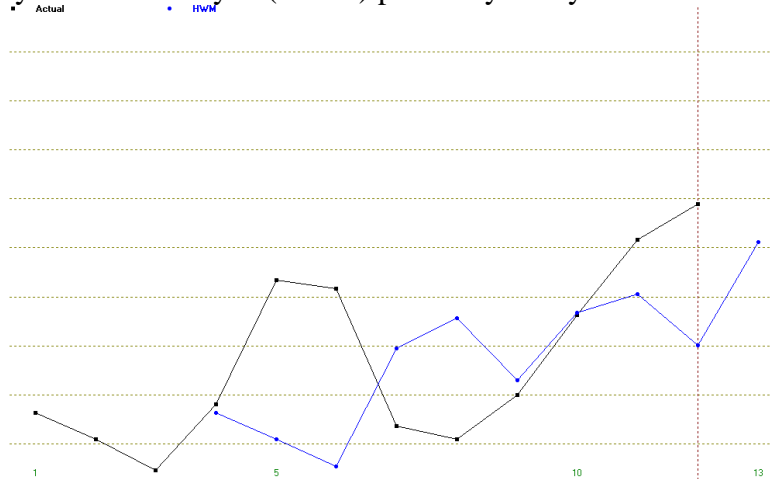
Po kliknięciach na menu *Solve and Analyze / Perform Forecasting*, po pewnym czasie, gdyż proces optymalizacyjny jest przebiega na wielu wariantach trzech parametrów α , β , γ uzyskujemy rozwiązanie zaprezentowane na Rycinie 5.11.

03-01-2016 Month	Actual Data	Forecast by HWM	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]	Tracking Signal	R-square
1	18								
2	12								
3	5								
4	20	18	2	2	2	4	10	1	
5	48	12,08	35,92	37,92	18,96	647,1231	42,41666	2	
6	46	5,948	40,052	77,972	25,99067	966,1364	57,30096	3	
7	15	32,52462	-17,52462	60,44738	23,87416	801,3804	72,18343	2,531917	
8	12	39,38581	-27,38581	33,06157	24,57649	791,1008	103,3898	1,345252	0,8269053
9	22	25,4188	-3,418797	29,64277	21,0502	661,1987	88,74813	1,408194	0,7574807
10	40	40,53912	-0,5391235	29,10365	18,12005	566,7833	76,26237	1,606157	0,869369
11	57	44,76883	12,23117	41,33482	17,38394	514,6356	69,41184	2,377759	0,7938924
12	65	33,30332	31,69668	73,0315	18,97425	569,0849	67,11765	3,848981	0,6827483
13		56,52769							
CFE		73,0315							
MAD		18,97425							
MSE		569,0849							
MAPE		67,11765							
Trk.Signal		3,848981							
R-square		0,6827483							
		c=3							
		Alpha=0,03							
		Beta=1							
		Gamma=0,23							
		F(0)=11,6667							
		T(0)=0							
		S(1)=1,542857							
		S(2)=1,028571							
		S(3)=0,4285714							

Źródło: Opracowanie własne w programie WinQSB.

Ryc. 5.11. Określenie prognozy na okres 13 (1'2014) oraz informacje dodatkowe generowane przez modul FC

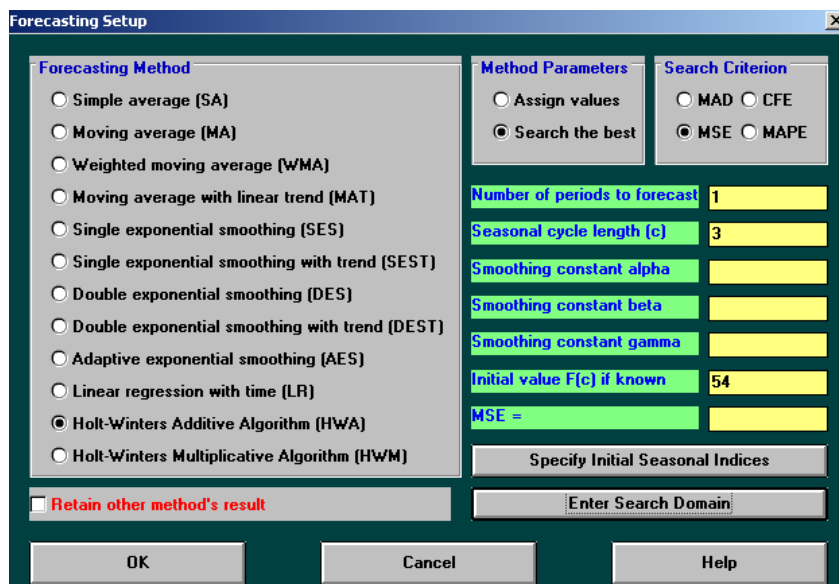
Określony przez modul FC sumaryczny błąd prognozy RMSE jako pierwiastek z MSE równy 569,0849 wynosi 23,86. Optymalne parametry są następujące: $\alpha = 0,03$, $\beta = 1$, $\gamma = 0,23$. Wartość początkowa prognozy $F(0)$ potrzebna w procedurze obliczania komputerowego jest średnią z trzech pierwszych obserwacji $(18 + 12 + 5)/3 = 11,6667$. Wygasła prognoza *Forecast by HWM* na okres 4 (04'2013) została przyjęta przez FC jako równa pierwszemu okresowi tj. 18. Mimo precyzyjnego doboru parametrów wartość teoretyczna prognozy (około 57) wyraźnie odstaje od nagłego zainteresowania internautów omawianym wpisem na moim blogu w miesiącu 1'2014, gdzie liczba rzeczywista wejść wynosiła 165 (zob. Tabela 5.1). Tak więc wobec aktywności korzystających z wejścia – głównie studentów w okresie sesji egzaminacyjnej, zaprezentowany model może być stosowany tylko do badania zaległych prognoz lub powinniśmy przystąpić do możliwie najlepszego doboru cyklu obserwacji np. 5 okresów, co jednak wymaga dłuższego horyzontu badawczego danych statystycznych. Zobaczmy jeszcze obraz graficzny kształtowania się danych empirycznych (*Actual*) i teoretycznych – modelowych (*HWM*) pokazany na Rycinie 5.12.



Źródło: Opracowanie własne modulem FC programu WinQSB.

Ryc. 5.12. Porównanie danych rzeczywistych i modelowych

Pouczeni wcześniejszym badaniem, przyjmijmy teraz do testowania „sklejone” szeregi danych dwóch okresów akademickich, tj. miesiące 10’2013 do 6’2014 oraz 10’2014 do 6’2015. Zastosujmy model *Holt-Winters Additive Algorithm* (HWA) i średnią jako $F(0)$ z liczb wejść dla miesięcy 10’2013, 11’2013 i 12’2013: $(40 + 57 + 65)/3 = 54$. Pozostawiamy dobór opcji tego modelu taki jak dla HWM (zob. Rycina 5.13).



Źródło: Opracowanie własne modułem FC programu WinQSB.

Ryc. 5.13. Opcje modelu HWA

Na Rycinie 5.14 pokazano rezultat pracy modułu FC w modelu HWA. Zastosowanie modelu HWA przy cyklu trzech miesięcy okazało się bardzo niekorzystne, gdyż znacznie wzrosł MSE z którego pierwiastek, czyli współczynnik sumarycznego błędu prognoz $RMSE = 49,6$. Sugeruje to nam potrzebę przyjęcia innej długości cyklu sezonowości np. semestr, czyli 5 miesięcy.

03-01-2016 Month	Actual Data	Forecast by HWA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	40,0000								
2	57,0000								
3	65,0000								
4	165,0000	40,0000	125,0000	125,0000	125,0000	15625,0000	75,7576	1,0000	
5	42,0000	60,8750	-18,8750	106,1250	71,9375	7990,6330	60,3490	1,4752	0,7732
6	35,0000	69,6649	-34,6649	71,4601	59,5133	5727,6400	73,2468	1,2007	0,2026
7	65,0000	45,9826	19,0174	90,4775	49,3893	4386,1450	62,2495	1,8319	0,2390
8	77,0000	62,9483	14,0517	104,5292	42,3218	3548,4060	53,4494	2,4699	0,2575
9	63,0000	72,2244	-9,2244	95,3049	36,8056	2971,1870	46,9815	2,5894	0,2131
10	29,0000	49,8393	-20,8393	74,4655	34,5247	2608,7710	50,5355	2,1569	0,1324
11	147,0000	65,7830	81,2170	155,6825	40,3612	3107,2000	51,1248	3,8572	0,2187
12	104,0000	76,7370	27,2630	182,9455	38,9058	2844,5410	48,3570	4,7023	0,2635
13	150,0000	55,9319	94,0681	277,0135	44,4221	3444,9670	49,7925	6,2359	0,3862
14	50,0000	77,4020	-27,4020	249,6116	42,8748	3200,0480	50,2481	5,8219	0,2950
15	80,0000	86,6880	-6,6880	242,9235	39,8592	2937,1050	46,7574	6,0945	0,2875
16	33,0000	66,5184	-33,5184	209,4052	39,3715	2797,5960	50,9738	5,3187	0,2051
17	76,0000	83,5026	-7,5026	201,9026	37,0951	2601,7880	48,0380	5,4428	0,2011
18	71,0000	92,8648	-21,8648	180,0377	36,0798	2460,2070	46,8885	4,9900	0,1991
19		71,4370							
CFE		180,0377							
MAD		36,0798							
MSE		2460,2070							
MAPE		46,8885							
Trk. Signal		4,9900							
R-square		0,1991							
		c=3							
		Alpha=0,02							
		Beta=0,55							
		Gamma=0,01							
		F(0)=54							
		T(0)=0							
		S(1)=14,0000							
		S(2)=3,0000							
		S(3)=11,0000							

Źródło: Opracowanie własne modułem FC programu WinQSB.

Ryc. 5.14. Opcje modelu HWA dla horyzontu sklejonych dwóch okresów akademickich, tj. 18 miesięcy

5.4. Propozycja zastosowania modelu podwójnego wyrównywania wykładniczego

Podwójne wyrównywanie wykładnicze polega na zastosowaniu dwóch procedur wyrównywania przy tym samym parametrze wyrównującym α . Oblicza się różnice między pojedynczo i podwójnie wygładzonymi wartościami zmiennej w celu estymacji trendu¹²⁷. Szukając metody postępowania w modelowaniu rocznych szeregów obserwacji wejść do wpisu internetowego zawartego w konkretnym blogu weźmy pod uwagę osobno trzy szeregi czasowe lat 2013, 2014, 2015. Skorzystajmy teraz z metody DEST dla roku 2013 (zob. Rycina 5.15).

03-01-2016 Month	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal
1	18,00							
2	12,00	18,00	-6,00	-6,00	6,00	36,00	50,00	-1,00
3	5,00	6,12	-1,12	-7,12	3,56	18,63	36,20	-2,00
4	20,00	-1,98	21,98	14,86	9,70	173,43	60,76	1,53
5	48,00	34,56	13,44	28,30	10,63	175,23	52,57	2,66
6	46,00	75,73	-29,73	-1,44	14,45	317,00	54,99	-0,10
7	15,00	44,60	-29,60	-31,03	16,98	410,15	78,71	-1,83
8	12,00	-15,41	27,41	-3,62	18,47	458,90	100,09	-0,20
9	22,00	8,45	13,55	9,93	17,85	424,49	95,28	0,56
10	40,00	31,73	8,27	18,20	16,79	384,92	86,99	1,08
11	57,00	57,84	-0,84	17,36	15,19	346,50	78,44	1,14
12	65,00	74,02	-9,02	8,35	14,63	322,39	72,57	0,57
13		73,18						
CFE		8,35						
MAD		14,63						
MSE		322,39						
MAPE		72,57						
Trk.Signal		0,57						
R-square		2,17						
		Alpha=0,99						
		F(0)=18						
		F'(0)=18						

Źródło: Opracowanie własne modulem FC programu WinQSB.

Ryc. 4.15. Określenie prognoz wygasłych i prognozy na styczeń kolejnego roku 2014

Widzimy dla wygasłych prognoz niski MSE = 322,29, którego pierwiastek, czyli współczynnik sumarycznego błędu wynosi 18. Nie kierujemy się na razie prognozą na styczeń 2014 roku, która wyraźnie odstaje od danej rzeczywistej (165). W kolejności określamy również modelem DEST wygasłe prognozy dla roku 2014 (zob. Rycina 5.16).

03-01-2016 Month	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal
1	165,00							
2	42,00	165,00	-123,00	-123,00	123,00	15129,00	292,86	-1,00
3	35,00	64,14	-29,14	-152,14	76,07	7989,07	188,06	-2,00
4	65,00	19,57	45,43	-106,71	65,86	6014,04	148,67	-1,62
5	77,00	31,25	45,75	-60,96	60,83	5033,85	126,36	-1,00
6	63,00	50,83	12,17	-48,78	51,10	4056,72	104,95	-0,95
7	11,00	50,56	-39,56	-88,35	49,18	3641,46	147,40	-1,80
8	26,00	9,92	16,08	-72,27	44,45	3158,18	135,18	-1,63
9	22,00	8,25	13,75	-58,52	40,61	2787,03	126,09	-1,44
10	29,00	7,38	21,62	-36,90	38,50	2529,30	120,36	-0,96
11	147,00	15,27	131,73	94,83	47,82	4011,64	117,29	1,98
12	104,00	117,09	-13,09	81,74	44,67	3662,51	107,77	1,83
13		122,30						
CFE		81,74						
MAD		44,67						
MSE		3662,51						
MAPE		107,77						
Trk.Signal		1,83						
R-square		1,58						
		Alpha=0,41						
		F(0)=165						
		F'(0)=165						

Źródło: Opracowanie własne modulem FC programu WinQSB.

Ryc. 5.16. Określenie prognoz wygasłych i prognozy na styczeń kolejnego roku 2015

¹²⁷ Szersze omówienie postaci zastosowanych równań występuje w mojej książce: *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, część II., Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015.

Z powodu dużego skoku liczby wejść w styczniu 2014 roku obserwujemy dla roku 2014 znaczący wzrost MSE, zobaczymy jeszcze sytuację dla bardziej porównywalnego roku 2015 (zob. Rycina 5.17.)

03-01-2016 Month	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal
1	150,00							
2	50,00	150,00	-100,00	-100,00	100,00	10000,00	200,00	-1,00
3	80,00	66,00	14,00	-86,00	57,00	5098,00	108,75	-1,51
4	33,00	60,12	-27,12	-113,12	47,04	3643,83	99,89	-2,40
5	76,00	22,17	53,83	-59,29	48,74	3457,32	92,63	-1,22
6	71,00	47,43	23,57	-35,72	43,70	2876,94	80,74	-0,82
7	22,00	56,77	-34,77	-70,49	42,21	2598,95	93,63	-1,67
8	19,00	21,26	-2,26	-72,75	36,51	2228,40	81,95	-1,99
9	35,00	6,93	28,07	-44,68	35,45	2048,36	81,73	-1,26
10	39,00	17,67	21,33	-23,36	33,88	1871,30	78,73	-0,69
11	85,00	27,71	57,29	33,94	36,22	2012,43	77,60	0,94
12	93,00	71,71	21,29	55,23	34,87	1870,67	72,62	1,58
13		95,58						
CFE		55,23						
MAD		34,87						
MSE		1870,67						
MAPE		72,62						
Trk. Signal		1,58						
R-square		2,24						
		Alpha=0,42						
		F(0)=150						
		F'(0)=150						

Źródło: Opracowanie własne modulem FC programu WinQSB.

Ryc. 5.17. Określenie prognoz wygasłych i prognozy na styczeń kolejnego roku 2016

5.5. Próba wyłonienia procedury wynikowej

Już z pobieżnie pokazanych testów zastosowania różnych modeli prognozowania (w oparciu o szeregi czasowe do modelowania ruchu internetowego na przykładzie liczby wejść do danego wpisu) zauważamy dużą trudność w formalizacji tego zjawiska. Wiele firm pozycjonowania stron WWW jest zainteresowanych opracowaniem lub pozyskaniem formuły przewidywania. Zaprezentowane przykłady niech będą przyczynkiem do rozwiązania modelowania ruchu internetowego, jednak wydaje się za celowe stosowanie postępowania bazującego na:

- szeregach pełzających z trzech ostatnich lat,
- określaniu wstępnym prognoz na styczeń kolejnych trzech lat,
- określeniu prognozy wynikowej na podstawie tych prognoz częściowych metodą LR (*Linear regression with time*),
- uwzględnieniu współczynnika trendu z całego 36. miesięcznego okresu trzech lat, w naszym przypadku równego 1,2192 (zob. Rycina 5.5).

Po dopisaniu liczby wejść kolejnego miesiąca szeregi ulegają pełzaniu – przesunięciu o jeden okres. Obserwacja danych za styczeń 165, 150, 183 odpowiednio lat 2014, 2015, 2016 w miarę stabilnych danych statystycznych daje nadzieję na stopniowe doskonalenie modelowania ekonometrycznego. Rok 2013, który przyjęto do badania z racji braku szerszego horyzontu obserwacji wyraźnie jednak odstawał od obecnej tendencji liczby wejść do wpisu internetowego. Był to początek wejścia z tematem i dlatego w wyniku pełzania okresów po zakończeniu roku 2015 okres roku 2013 będzie pominięty. Spróbujmy teraz wykonać wymienione wcześniej czynności postępowania i porównać z daną rzeczywistością za miesiąc 01'2015, która wynosi 183 wejść.

$$\frac{F_1}{73,18} \mid \frac{F_2}{122,30} \mid \frac{F_3}{95,58}$$

Po skorzystaniu z komputerowej metody LR uzyskujemy prognozę wynikowa równą 119,42. Po uwzględnieniu współczynnika trendu liniowego 1,2192 dla całej zbiorowości 36 obserwacji wynosi skorygowana prognoza $F = 1,2192 \times 119,42 = 145,6$, czyli około 146 wejść.

Gdy porównamy z daną rzeczywistością - 183 (zob. rycina 5.17) to procentowy błąd oszacowania wynosi: $[(183 - 146)/183] \times 100 = 20,2\%$. Odchylenie to przekracza przyjmowane – przeważnie 10%, jako granica błędu. Zważając jednak na rok 2013 oraz wyjątkowo nieprzeidywalną „materię” jaką jest prognozowanie liczby wejść do określonego wpisu przez internautów, oceniam podaną procedurę jako przydatną do celów praktycznych pozycjonowania stron WWW.

5.6. Zagadnienia

1. Ruch internetowy
2. Model wielomianowy
3. Model multiplikatywny
4. Stopień wielomianu
5. Model Holta-Wintersa bez sezonowości
6. Indeks sezonowości
7. Cykl sezonowości
8. Miara błędów RMSE
9. Automatyczne dobieranie najlepszych parametrów modelu wielorównaniowego
10. Podwójne wyrównywanie wykładnicze

6. Wybór lokalizacji obiektu z zastosowaniem programu Expert Choice¹³¹

6.1. Wprowadzenie do programu

Występują obecnie różne narzędzia informatyczne rozwiązywania zadań optymalizacyjnych wielokryterialnych. Postawą ich są jednak wcześniejsze opublikowane metody teoretyczne. Przykładem jest referat Adamusa i Grędy, w którym autorzy zaprezentowali dwie metody wielokryterialnego podejmowania decyzji¹³²:

- analityczny proces hierarchiczny (AHP),
- analityczny proces sieciowy (ANP), stanowiący udoskonaloną formę AHP.

Twórcą obu metod jest amerykański matematyk profesor Thomas L. Saaty z Uniwersytetu w Pittsburgu. Według autorów referatu podejmowanie decyzji to ocenianie alternatyw, które spełniają zbiór pożądaných celów, a decyzja jest wyborem jednego z nich. Natomiast decyzja optymalna to taka która spełnia najmocniej kompletny zbiór celów. Program Expert Choice wspomaga podejmowanie decyzji, umożliwiając zmniejszenie obszaru niepewności. Zastosowano w nim opisaną wcześniej technikę zwaną hierarchiczną analizę problemu (AHP). Czynniki mierzalne mogą być porównywane z czynnikami niemierzalnymi. Umożliwia to uwzględnienie preferencji decydenta. Metodą pozyskiwania danych jest określenie wzajemnej dominacji obiektów, traktowanych jako warianty przez porównywanie parami. Program ten stanowi system do analizy decyzji oraz przeprowadzania ocen i obejmuje¹³³:

- alokację zasobów,
- ocenę pracowników i decyzje płacowe,
- ocenę prac inżynierskich,
- wspomaganie decyzji zespołowych,
- analizę korzyści/nakładów,
- wybór wariantów.

Rozwiązywanie problemu decyzyjnego w Expert Choice rozpoczynamy od budowy modelu hierarchicznego jako drzewa czynników wpływu. Na szczycie tego drzewa jest cel nadrzędny, niżej kryteria, w kolejności podkryteria, które mają wpływ na osiągnięcie tego celu. W ramach kryteriów/podkryteriów na ostatnim szczeblu drzewa znajdują się warianty decyzyjne. W omawianym przykładzie przyjęto jednolite warianty decyzyjne dla wszystkich rozważanych kryteriów, chociaż ich ilość i rodzaj mogą być różne w zależności od danego kryterium. W kolejności w zastosowanym programie następuje wzajemne porównywanie parami kryteriów. Oceny te stanowiące względne istotności rozważanych czynników wpływu określane są mianem preferencji globalnych. Omawiany program udostępnia cztery rodzaje porównań, w tym użyte w przykładzie często stosowane porównanie liczbowe. Następnym etapem (jeśli nie występują podkryteria) jest wprowadzenie ocen dla wariantów przez porównywanie ich parami w ramach określonego kryterium. Ponieważ w ocenie decydenta mogą występować niedoskonałości wynikające z jego intuicji dotyczącej dominacji jednego czynnika nad drugim, program ma „narzędzie” w postaci obliczanego stopnia niespójności (niezgodności) ocen. Jeśli stopień niespójności ocen $> 10\%$ zalecane jest ponowne przeanalizowanie danych, aby wyłonić oceny niezgodne. Program Expert Choice ma możliwość dokonania syntezy wprowadzonych danych i wyłonienia rankingu wariantów decyzyjnych. Etapem końcowym pracy z tym programem może być analiza wrażliwości. Pokazuje ona jak zmiany dokonanych ocen mogą wpływać na końcowy ranking rozpatrywanych wariantów decyzyjnych.

¹³¹ Opracowanie bazuje na artykule autora zawartym w monografii: *Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania zarządzania i administracji - innowacyjność*, komunikacja, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2013, strony: 124-140.

¹³² Internet: Adamus W., Gręda A.: *Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich*, Instytut Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2005.

¹³³ Opracowanie bazuje na publikacji w Internecie: Sikorski M., *Instrukcja do programu Expert Choice v. 9.5 (Student)*, Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii, 2000 r., pobrano: 5.09.2012.

6.2. Przykładowa struktura modelu

Formułowanie struktury hierarchicznej modelu przedstawię na przykładzie.

Inwestor – właściciel sieci aptek zamierza uruchomić kolejną aptekę. Staje przed wyborem miejsca i rozpatruje cztery dostępne potencjalnie lokalizacje. Przyjął skalę liczbową ocen (1-9) w odniesieniu do rozważanych kryteriów i wariantów. Jako cel nadrzędny uznał wskazanie najbardziej atrakcyjnego miejsca do prowadzenia biznesu – apteki, a jako kryteria przyjął:

- K₁** – możliwą ilość godzin normalnego czasu pracy apteki (GODZ),
- K₂** – ilość firm konkurencyjnych funkcjonujących w otoczeniu przewidywanej lokalizacji apteki (KONK),
- K₃** – ilość potencjalnych grup klientów (GRUPY),
- K₄** – oszacowane natężenie ruchu w otoczeniu (RUCH),
- K₅** – koszt przyszłego wynajmu i eksploatacji lokalu aptecznego (KOSZT).

Biorąc pod uwagę aktualną możliwość wynajmu lokalu rozpatruje cztery lokalizacje:

- W₁** – supermarket w mieście powiatowym, czynny w godzinach 6.00-22.00 (SUP-P);
- W₂** – duży market przy stacji CPN na obrzeżu miasta wojewódzkiego, czynny całą dobę (M-CPN),;
- W₃** – centrum handlowe na peryferiach dużego miasta o różnych branżach obsługi klientów, czynne 6.00-22.00 (CEN-H);
- W₄** – środek dużej wioski (około 3 tys. mieszkańców), godziny pracy 10.00-17.00 (WIOSKA).

Jak już wspomniano, celem analizy jest:

Wskazanie lokalu najbardziej atrakcyjnego do prowadzenia apteki.

Z uwagi na stopień spełnienia wymagań wynikających z kryteriów opisano je skrótowo słowami i symbolami:

- GODZ** – godziny pracy,
- KONK** – konkurencja,
- GRUPY** – grupy ludności,
- RUCH** – natężenie ruchu,
- KOSZT** – wynajem i eksploatacja.

Jak podano decydent ma możliwość wynajmu i eksploatacji potencjalnie czterech lokali, które stanowią rozważane warianty decyzyjne i opisano skrótowo jako:

- SUP-P** – supermarket w mieście powiatowym,
- M-CPN** – market na stacji CPN,
- CEN-H** – centrum handlowe,
- WIOSKA** – centrum wioski.

Realizację problemu decyzyjnego wykonano stosując dostępny bezpłatnie w Internecie w wersji edukacyjnej program Expert Choice v. 9.5. Budując model hierarchiczny rozpoczynamy od góry wprowadzając do programu kolejno: cel nadrzędny określony symbolem domyślnym GOAL, kryteria, warianty. Do realizacji naszego przykładu korzystamy z modułu *Evaluation and Choice*. Program Expert Choice instalujemy z Internetu na dysku własnego komputera, przykładowo na ścieżce D:\Choice\EC.exe. Uruchomienie programu pod systemem operacyjnym Windows następuje poprzez wywołanie EC.exe ze wskazanej ścieżki lub pobranie poprzez menu (zob. Rycina 6.1):

Start/Programy/ECPro/Evaluation and Choice.

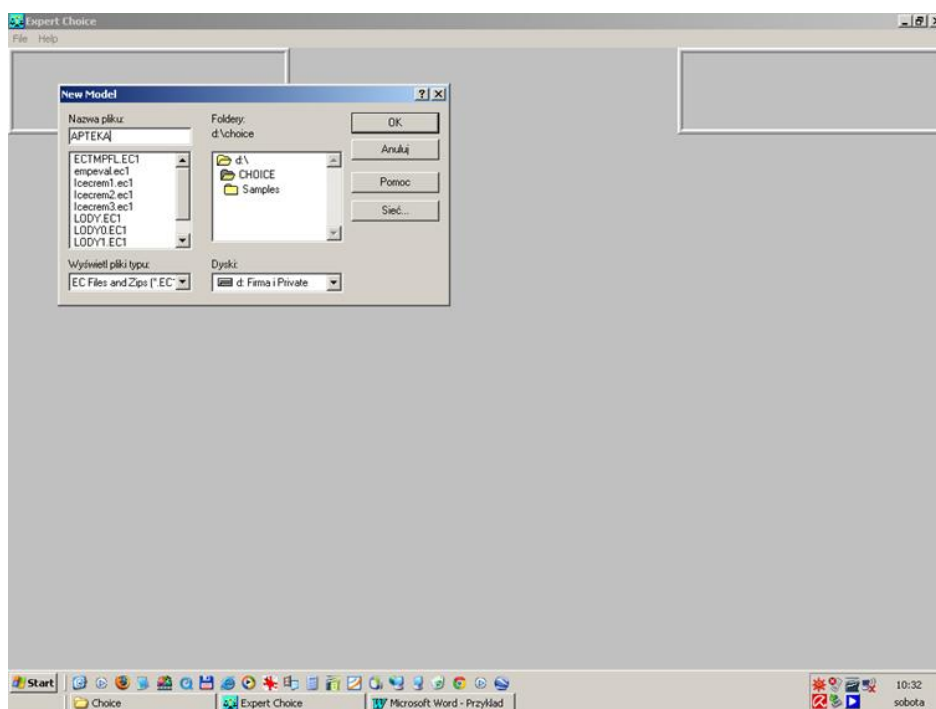
Nadajemy nazwę pliku do 8 znaków, przykładowo APTEKA i zapisujemy we wcześniej utworzonym podkatalogu Choice na dysku D:. Program nadaje plikowi rozszerzenie EC1. Po naciśnięciu ENTER pokazuje się nam okno z którego wybieramy opcję *Direct* umożliwiającą bezpośrednio wprowadzenie czynników w module programowym *Evaluation and Choice*. Po akceptacji tej opcji w okienku *Enter GOAL Definition* wpisujemy opis celu głównego do 65 znaków:

Wskazanie lokalu najbardziej atrakcyjnego do prowadzenia apteki

i akceptujemy klawiszem ENTER. Utworzyliśmy pierwszy poziom struktury hierarchicznej, a dane modelu zapisywane są pliku APTEKA.EC1 katalogu ECPro. Kryteria celu głównego wprowadzamy następująco¹³⁴:

1. Z menu *Edit* wybierz *Insert*.
3. Wprowadź nazwę pierwszego kryterium GODZ i naciśnij ENTER.
4. Wprowadź pełniejszą nazwę: Godziny pracy; OK.
5. Powtórz czynność 2 i 3, aby wprowadzić dalsze kryteria i ich opisy:
 - KONK – konkurencja,
 - GRUPY – grupy ludności,
 - RUCH – natężenie ruchu,
 - KOSZT – wynajem i eksploatacja.
6. Naciśnij klawisz Esc, aby zakończyć wprowadzanie kryteriów.

Utworzenie nowego modelu hierarchicznego wykonuje się przez użycie menu: *File/New model*.



Źródło: Opracowanie własne.

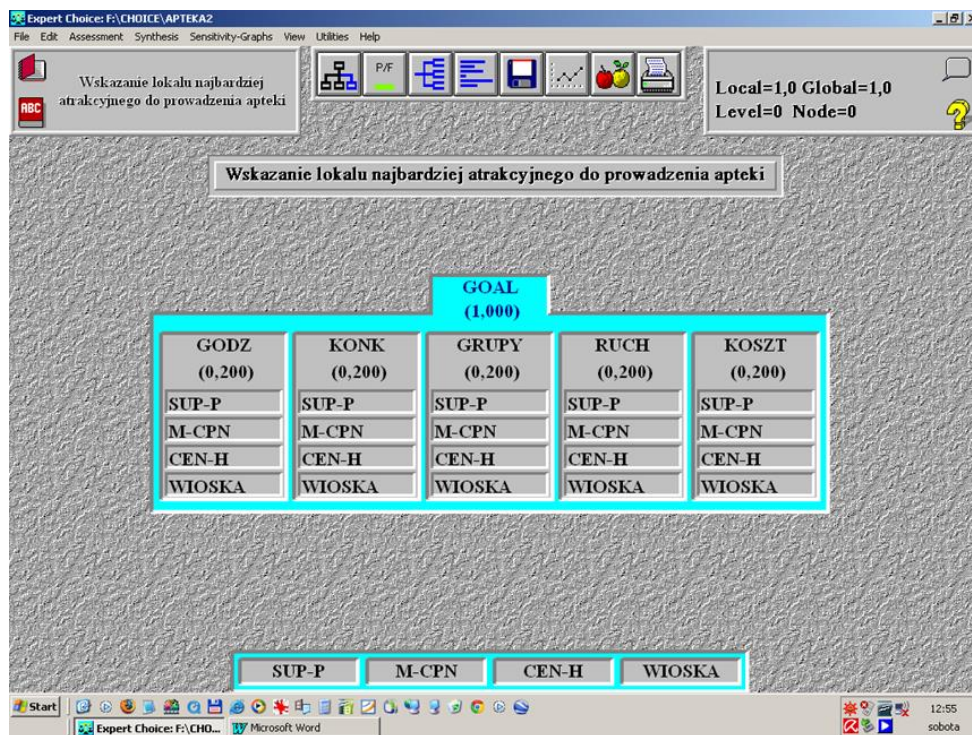
Ryc. 6.1. Ekran po wywołaniu modułu *Evaluation and Choice*

Warianty są wspólne dla wszystkich czterech kryteriów. Dlatego wprowadzamy je najpierw do kryterium GODZ, a następnie skopiujemy pod kryteria dalsze KONK, GRUPY, RUCH, KOSZT. Warianty stanowią trzeci poziom struktury hierarchicznej. Procedura ich wprowadzania jest następująca:

1. Kliknij kryterium GODZ; z menu *Edit* wybierz *Insert*; zostanie utworzone okienko; wpisujemy skróconą nazwę *SUP-P* oraz opis *Supermarket w mieście powiatowym*.
2. Powtarzamy wpisanie skrótu i nazwy dla następnych wariantów: *M-CPN Market na stacji CPN*, *CEN-H Centrum handlowe*, *WIOSKA Centrum wioski*.
3. Po zakończeniu naciśnij klawisz Esc.
4. Mając podświetlony wariant GODZ, z menu *Edit* wybierz *Replicate*.
5. Zaznaczamy "to all Leaves" aby skopiować warianty dla dalszych kryteriów.
6. Dwukrotnie kliknij obiekt GOAL – cel nadrzędny, aby zaktualizować cały model hierarchiczny.

Warianty występują teraz poniżej każdego kryterium oraz wyświetlane są na dole ekranu. Zapisanie danych w przykładowym pliku APTEKA1.EC1 następuje opcją *Save* z menu *File*. Jeśli pomyłimy się w wprowadzaniu czynników struktury modelu to dokonujemy poprawek i model zapisujemy w kolejnym pliku APTEKA2.EC1. Obraz ekranu ze strukturą hierarchiczną prezentuje Rycina 6.2.

¹³⁴ Ibidem, s. 8.



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice.

Ryc. 6.2. Struktura hierarchiczna modelu

Zwróćmy uwagę, na domyślne początkowe oceny ważności celu głównego (1,000) oraz pięciu kryteriów (po 0,200). Po dwukrotnym kliknięciu na dane kryterium ukażą się oceny preferencji czterech wariantów po 0,250 w ramach wariantu wyższego poziomu.

6.3. Ocena liczbowa kryteriów i wariantów

Mamy zbudowany model hierarchiczny problemu decyzyjnego. Przystąpmy zatem do pozyskania ocen od decydenta w zakresie porównywanie parami jego elementów pod kątem względnej ważności kryteriów oraz preferencji w odniesieniu do wariantów. W tym celu decydent korzysta z fundamentalnej skali porównań, której fragment zamieszczono w tabeli 6.1.

Porównywanie realizujemy opcją menu głównego Assessment. Następnie dla naszego przykładu jako rodzaj porównań wariantów przyjmujemy opcję Importance (ważność), a dla wariantów Preference (preferencja). Sposobem porównań jest opcja Numerical (liczbowy), która umożliwia porównywanie czynników z użyciem liczb skali ważności w formie macierzy porównań. Przykładowo najpierw porównujemy warianty, potem określamy istotność kryteriów oceny celu nadrzędnego. Można też odwrotnie. Przystępując do pracy uaktywniamy czynnik nadrzędny wobec rozpatrywanego poziomu w strukturze hierarchicznej.

Tab. 6.1. Fragment fundamentalnej skali porównań

Skala ważności	Definicja	Wyjaśnienie
1	Równe znaczenie	Równoważność obu porównywalnych elementów.
3	Słaba lub umiarkowana przewaga	Słabe (umiarkowane) znaczenie lub preferencja jednego elementu nad drugim.
5	Mocna przewaga	Mocna preferencja (znaczenie) jednego elementu nad drugim.
7	Bardzo mocna (silna) przewaga	Dominujące znaczenie lub bardzo mocna preferencja jednego elementu nad drugim.
9	Ekstremalna lub absolutna	Absolutnie większe (najwyższe) znaczenie (preferencja) jednego elementu nad drugim
2, 4, 6, 8	Dla porównań kompromisowych pomiędzy powyższymi wartościami	Czasem istnieje potrzeba interpolacji kompromisowych opinii.

Źródło: Opracowano na podstawie tabeli 1. publikacji internetowej: Adamus W., Gręda A. *Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich*, Wydawnictwo uczelniane „Badania operacyjne i decyzje” nr 2, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2005.

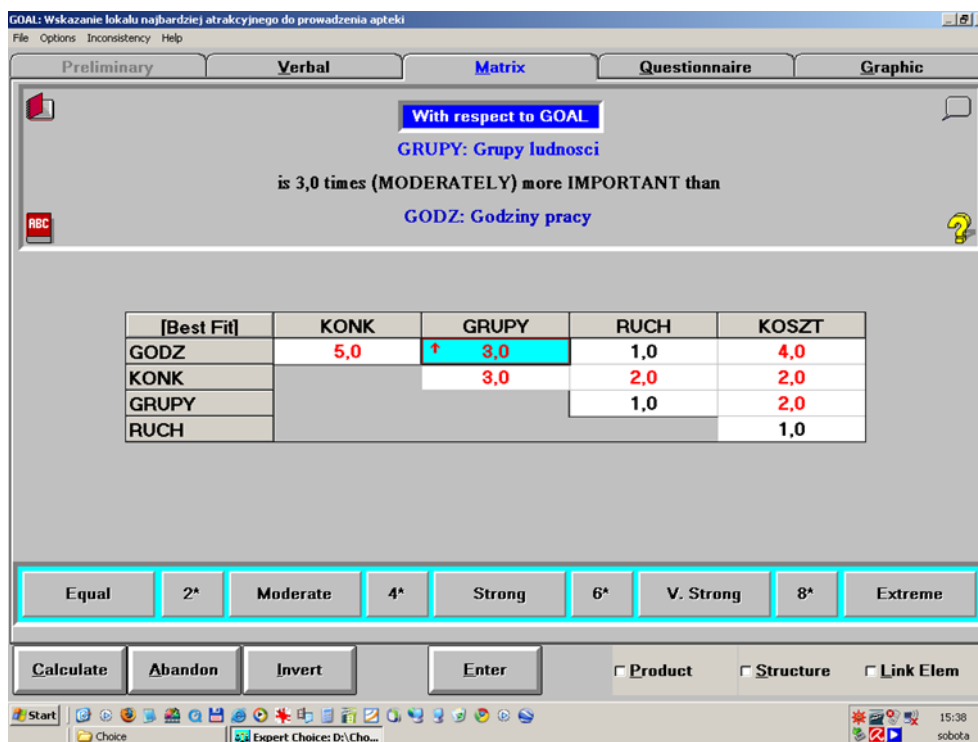
Po otwarciu pliku modelu znajdującego się na ścieżce *D:\Choce\APTEKA2.EC1* dla porównania w sposób liczbowy istotności par kryteriów klikamy na cel nadrzędny GOAL. Z menu *Assessment* wybieramy *Pairwise*. Dla określenia względnej ważności kryteriów wybieramy *Importance* i *Numerical*. Następnie porównujemy parami kryteria zapisując oceny liczbowe w macierzy porównań. Używamy jak już wspomniano dziewięciostopniowej skali ocen, wskazując w ten sposób „krotność” dominacji jednego wariantu nad drugim. Ocenianie wymaga postępowania iteracyjnego, aby zaobserwować skutki naszego działania. Z tego względu poniżej macierzy na ekranie znajdują się następujące przyciski¹³⁵:

- *Calculate*: kończy wprowadzanie ocen, inicjuje obliczenia i wyświetla wyniki w postaci wykresu słupkowego;
- *Abandon*: powraca do menu głównego;
- *Invert*: zmienia kierunek dominacji.
- *Enter*: zapisuje ostatnio wprowadzoną opcję i przenosi kursor do następnej komórki.

Procedura postępowania dla wprowadzania ocen liczbowych dla kryteriów jest następująca:

1. Kliknij na GOAL.
2. Z menu *Assessment* wybierz *Pairwise*.
3. Wybieramy rodzaj porównania *Importance* i sposób porównania *Numerical*.
4. Dla pierwszej pary GODZ i KONK kryterium KONK jest preferowane w dużym stopniu, stąd nadano ocenę (wskaźnik dominacji) równy 5,0; klawiszem ENTER zatwierdzamy wprowadzoną z klawiatury wartość.
5. W analogiczny sposób wprowadź kolejne oceny dla par wariantów wskazując strzałką wariant dominujący; kierunek wariantu dominującego zmieniamy klikając przycisk *Invert* u dołu ekranu (zob. tabela ocen i Rycina 6.3 wprowadzonych porównań parami).
6. W celu obliczenia wartości względnych istotności kryteriów naciśnij przycisk na ekranie *Calculate*; następnie przycisk *Sort*, który służy do uporządkowania kryteriów według malejącej istotności.

Porównanie	KONK	GRUPY	RUCH	KOSZT
GODZ	↑5	↑3	←1	↑4
KONK		↑3	↑2	↑2
GRUPY			←1	↑2
RUCH				←1



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice
Ryc. 6.3. Macierz porównania parami kryteriów

¹³⁵ Ibidem, s. 11.

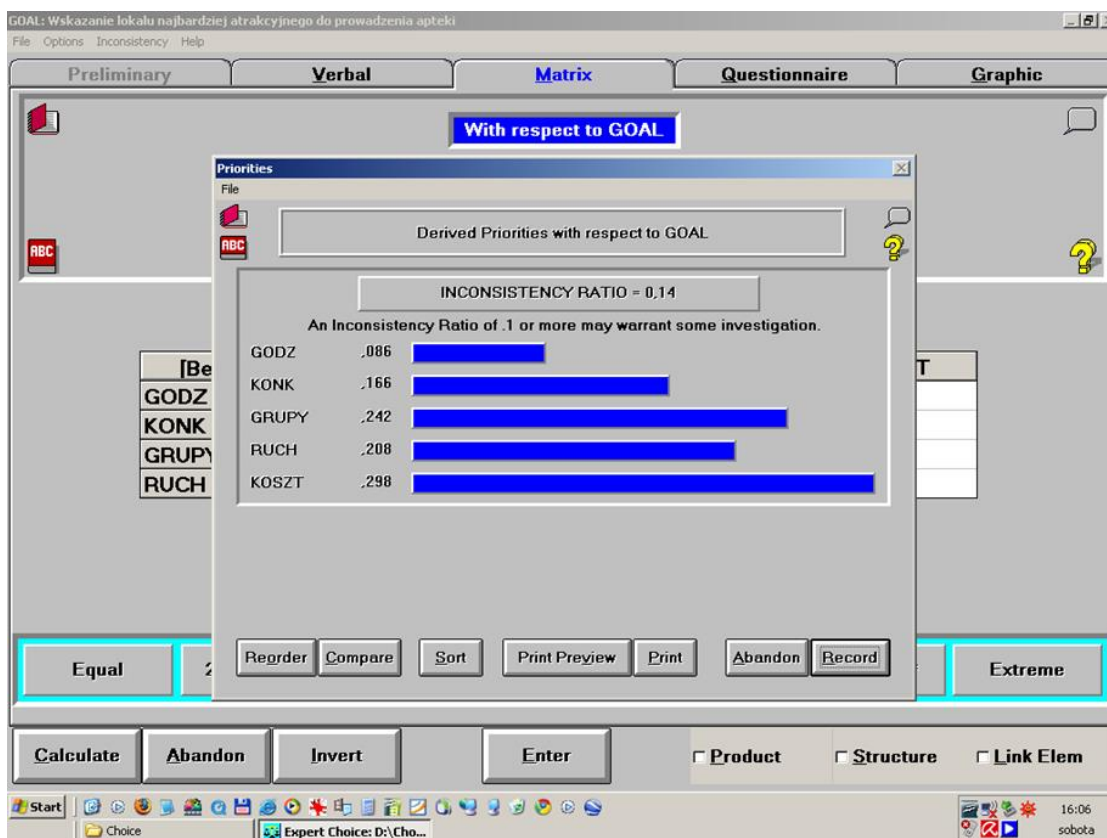
Rezultatem jest wykres słupkowy obliczonych ocen dla kryteriów z jednoczesnym obliczeniem wskaźnika niespójności ocen parami podanego przez decydenta (INCONSISTENCY RATIO) zamieszczonego nad wykresem słupkowym (zob. rycina 6.4). Z tej ryciny wynika, że wskaźnik niespójności przekracza 0,1, wynosi bowiem 0,14 co wskazuje na potrzebę poddania przez decydenta analizie zaproponowanych dotychczas ocen. Doprowadzenie do wskaźnika 0,1 programem Expert Choice jako ćwiczenie pozostawia się Czytelnikowi. Wyznaczone istotności dla kryteriów odczytane z ryciny 6.4 są następujące (Tabela 6.2):

Tab. 6.2. Istotności kryteriów

Kryterium	Istotność
GODZ	0,086
KONK	0,166
GRUPY	0,242
RUCH	0,208
KOSZT	0,298

Źródło: Opracowanie własne.

Z Tabeli 6.2 wynika, że najistotniejszymi dla decydenta kryteriami są koszt wynajmu i eksploatacji (KOSZT) oraz zakres obsługiwanych grup ludności (GRUPY) w danym środowisku (młodzież, dorośli, starsi) – zob. Rycina 6.4).



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice

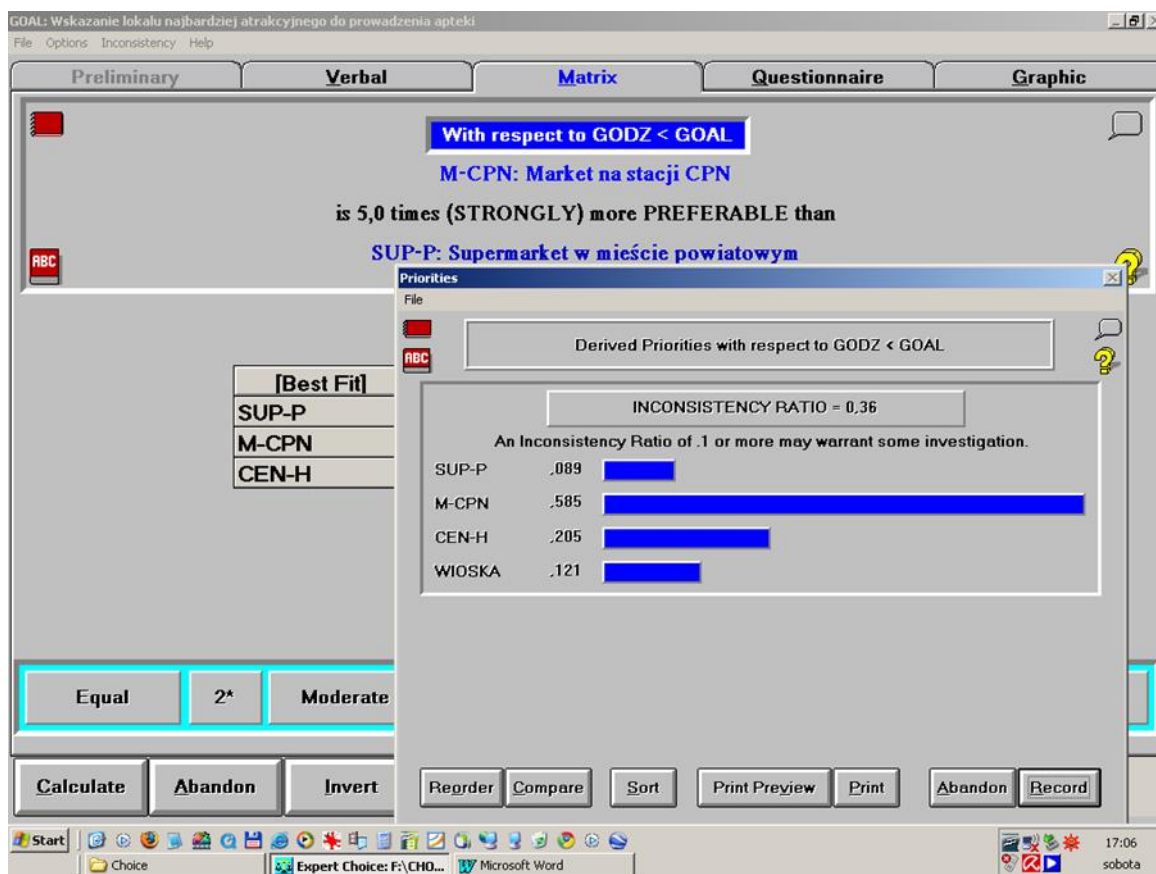
Ryc. 6.4. Wykres słupkowy względnych istotności kryteriów

Przystąpmy teraz do określenia priorytetów, czyli uporządkowania wariantów wobec danego kryterium. Dla wprowadzenia ocen liczbowych dla określenia priorytetów zwanych lokalnymi przez porównywanie parami wariantów należy wykonać następującą procedurę:

1. Wybierz opcję: *Assessment/Pairwise*.
2. Wybierz typ oceny: *Preference* i *Numerical*.
3. Dla pary SUP-P M-CPN lokalizacja jest preferowana w silnym stopniu wynosi bowiem 5. Dla wskazania elementu dominującego przyciskiem *Invert* wskażemy wariant M-CPN.

Kolejne oceny dla par wariantów w ramach kryterium GODZ. (zob. Rycina 6.5).

Porównanie	M-CPN	CEN-H	WIOSKA
SUP-P	↑5	←1	←4
M-CPN		←5	←7
CEN-H			←5



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice

Ryc. 6.5. Wykres słupkowy wyznaczenia priorytetów dla wariantów decyzyjnych w ramach kryterium GODZ

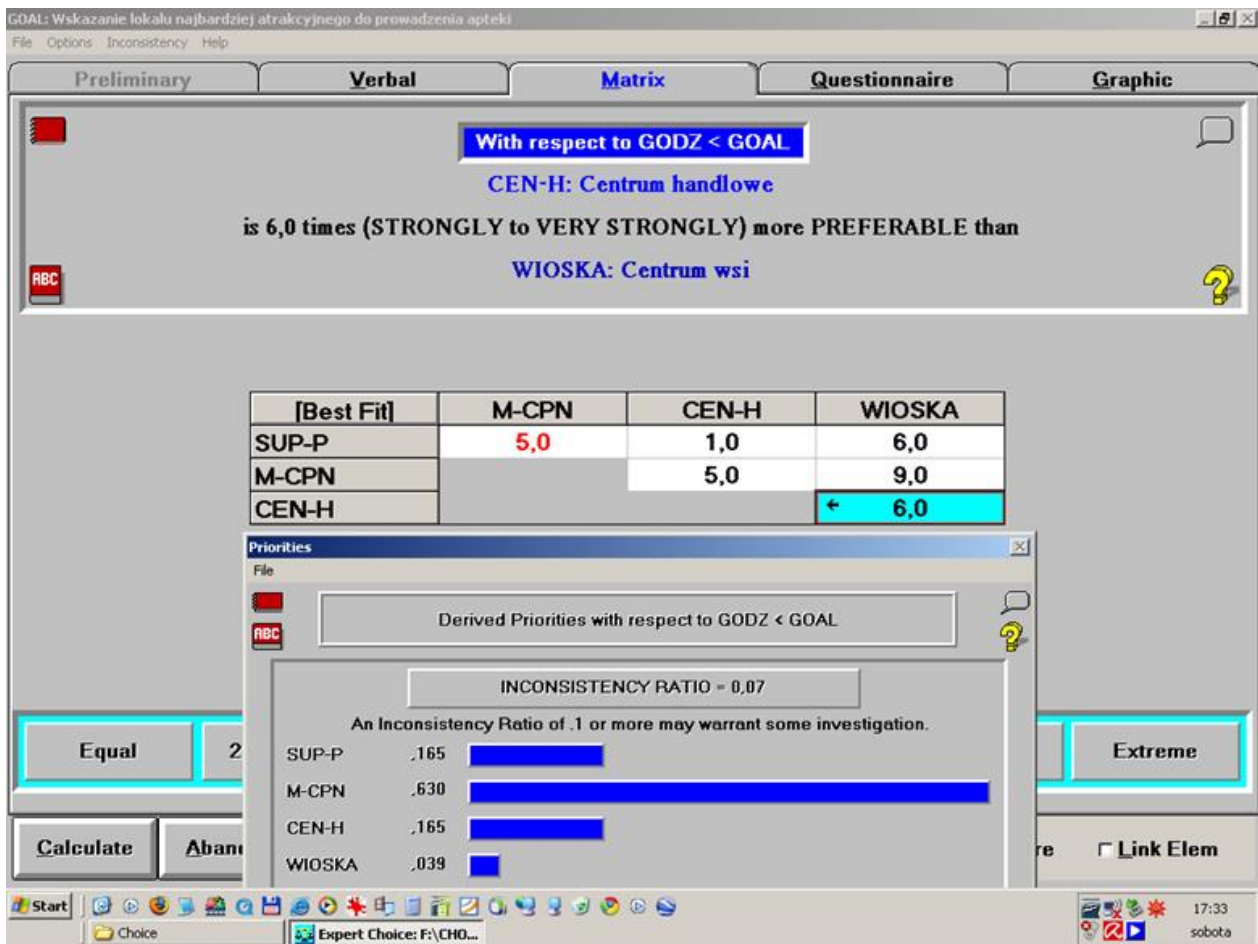
Wskaźnik niespójności ocen wynosi 0,36. Sytuacja wymaga ponownego przeanalizowania przez decydenta wcześniej ocen dla par wariantów. Zmienny zatem za decydenta oceny przykładowo dotyczące par: SUP-P WIOSKA, M-CPN–WIOSKA, CEN-H WIOSKA odpowiednio na ←6, ←9, ←6 i zobaczymy jaka jest będzie reakcja programu (zob. Rycina 6.6). Uzyskaliśmy w ten sposób wymagany wskaźnik niespójności ocen < 0,1. Oczywiście zmiana ocen wymaga starannego i rozważnego przeanalizowania przez decydenta korzystającego niejednokrotnie z doradcy. W analogiczny sposób dokonujemy porównania ze sobą wariantów dla pozostałych kryteriów tj. KONK, GRUPY, RUCH, KOSZT.

KONK

Porównanie	M-CPN	CEN-H	WIOSKA
SUP-P	←5	←	↑7
M-CPN		←5	↑4
CEN-H			↑6

GRUPY

Porównanie	M-CPN	CEN-H	WIOSKA
SUP-P	←5	←3	↑6
M-CPN		↑6	↑8
CEN-H			↑4



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice

Ryc. 6.6. Wskaźniki istotności po korekcie ocen par wariantów

RUCH

Porównanie	M-CPN	CEN-H	WIOSKA
SUP-P	←4	↑6	←5
M-CPN		↑5	←6
CEN-H			←7

KOSZT

Porównanie	M-CPN	CEN-H	WIOSKA
SUP-P	←1	←5	↑7
M-CPN		←4	↑5
CEN-H			↑8

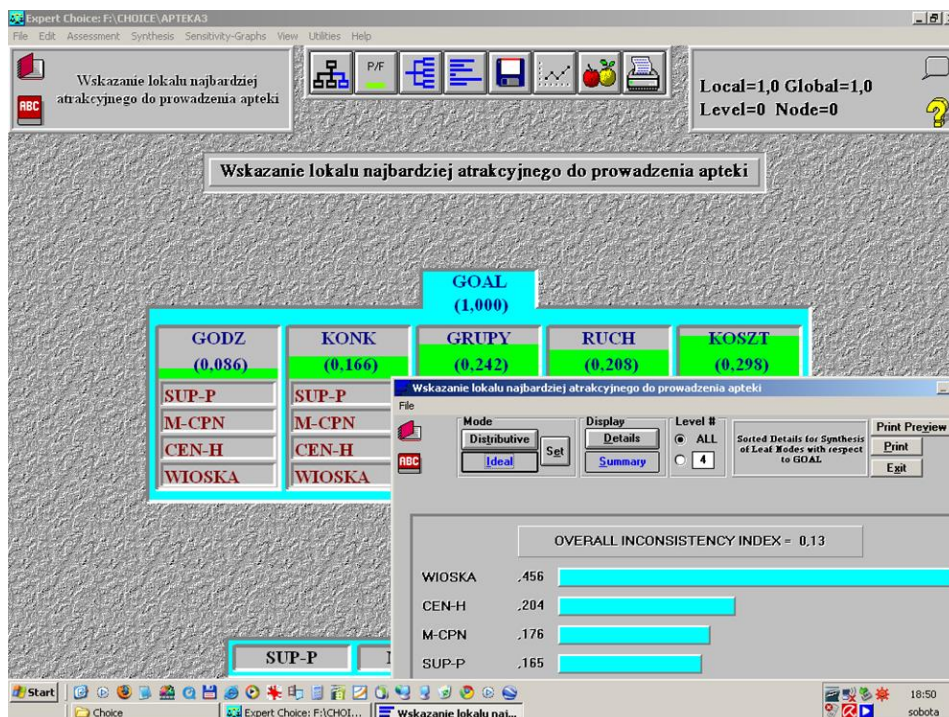
Po zakończeniu wszystkich ocen przechodzimy do ekranu głównego klikając na GOAL

6.4. Wyniki końcowe – synteza ocen

Synteza ocen pokazuje wyniki końcowe względnych priorytetów dla czterech wariantów. Przeprowadzono ją według sposobu idealnego zwanego *Ideal*, który występuje w programie Expert Choice jako domyślny. Procedura otrzymania syntezy wyników przebiega następująco:

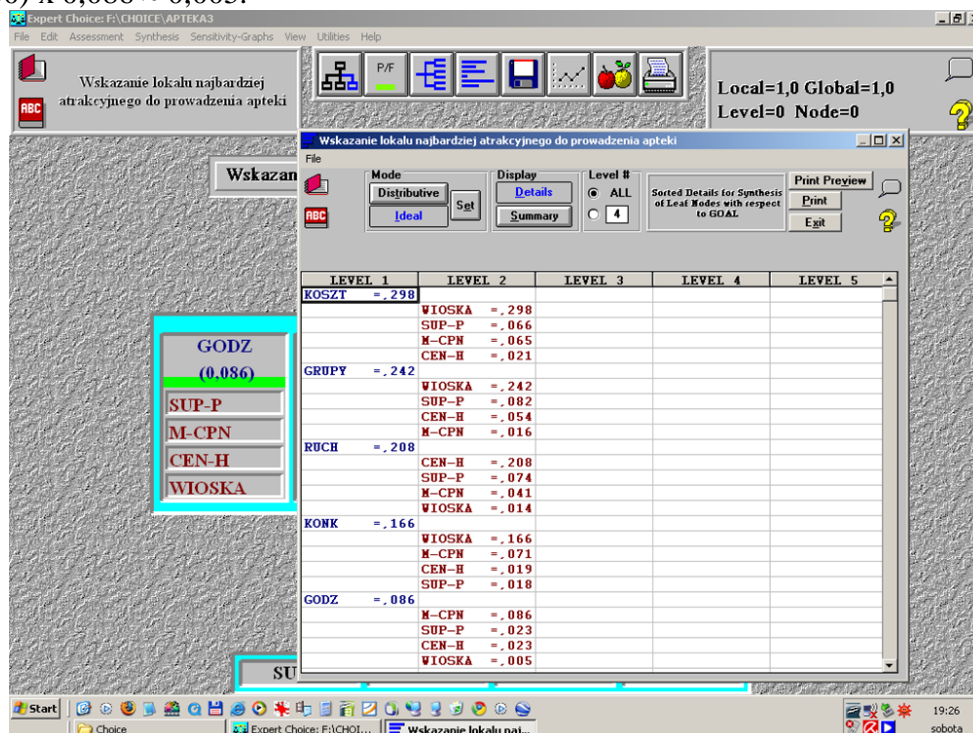
1. Klikamy na cel nadrzędny GOAL.
2. Wybieramy opcję *Synthesis/from GOAL*; pojawi się okienko z wykresem słupkowym priorytetów dla rozważanych wariantów (zob. Rycina 6.7).

Na Rycinie 6.7 pokazano szczegółowe zestawienie ocen końcowych wariantów sposobem *Ideal*. Z wykresu wynika, że na podstawie naszych danych umownych – przykładowych, najlepszym wariantem lokalizacji apteki jest centrum dużej wsi (około 3 tys. mieszkańców), a następnie duże centrum handlowe na obrzeżu miasta wojewódzkiego. Model wymaga jeszcze doskonalenia, gdyż wskaźnik niespójności ocen $> 0,1$.



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice
Ryc. 6.7. Priorytety wyznaczone przez program dla wariantów

Program Expert Choice po naciśnięciu przycisku *Details* sporządza dla decydenta szczegółowy raport zebranych przez wszystkie warianty ocen sposobem *Ideal* (zob. Rycina 6.8.). Priorytety dla wariantów w ramach każdego kryterium pokazane na ekranie obliczone są przez podzielenie ich wartości przez największą uzyskaną pomiędzy nimi wartość i następnie pomnożeniu otrzymanego wyniku przez ogólną wagę (istotność) danego kryterium¹³⁶. Przykładowo obliczenie dla kryterium GODZ i wariantu WIOSKA jest następujące (zob. Ryciny 6.6 i 6.8): $(0,039/0,630) \times 0,086 \approx 0,005$.



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice.
Ryc. 6.8. Zestawienie ocen

¹³⁶ Ibidem, s. 16.

Zaprezentowane postępowanie wyboru najbardziej atrakcyjnej lokalizacji nowej apteki stanowi wstępne rozwiązanie problemu decyzyjnego. Oczywiście musimy dopilnować aby wszędzie wskaźniki niespójności ocen były $< 0,1$. Dalsze doskonalenie zaprezentowanego modelu wyboru wariantu przy określonych uwarunkowaniach – kryteriach sprowadza się do symulacji danych na podstawie analizy wrażliwości naszego modelu, ale jest to odrębny szerszy temat.

6.5. Zagadnienia

1. Funkcje programu Expert Choice
2. Analityczny proces hierarchiczny
3. Uwzględnienie preferencji decydenta
4. Alokacja zasobów
5. Drzewo czynników wpływu
6. Porównywanie parami kryteriów
7. Oceny dla wariantów
8. Stopień niespójności
9. Model hierarchiczny
10. Fundamentalna skala porównań

7. Udoskonalenie techniki przepływów logistycznych

7.1. Słowo wstępne

Określoną formę procesu produkcyjnego realizować można za pomocą różnych sposobów zarządzania operacyjnego¹³⁷. W minionych okresach powstawanie metod i technik wynikało z rozwoju nauki o zarządzaniu. Impulsem w tym zakresie była rewolucja przemysłowa, powstało bowiem wiele zakładów przemysłowych, które musiały zarządzać i organizować swoją pracę. Przyczyniło się to do fundamentalnego przekształcania i ulepszania metod organizowania pracy, nie tylko na stanowiskach roboczych¹³⁸. Właściwe bowiem zarządzanie polega na zapewnieniu warunków, by dana organizacja działała zgodnie ze swymi założeniami, czyli realizowała swoją misję, osiągała zgodne z nią cele strategiczne i zachowywała niezbędny poziom spójności umożliwiający jej przetrwanie. Tak więc doskonalenie procesów jest jednym z podstawowych zadań mających na celu uzyskanie zamierzonego rezultatu określonej działalności. Pomocne w tym względzie są różne kryteria, a mianowicie ekonomiczne, techniczne, organizacyjne, społeczne oraz ekologiczne¹³⁹. Bliższego określenia wymagają wskaźniki produktywności, a w ramach nich dotyczące majątku należące do grupy wskaźników służących do analizy sprawności działania określonego przedsiębiorstwa¹⁴⁰. Im wyższy poziom tych wskaźników, tym efektywność wykorzystania majątku przez przedsiębiorstwo jest większa.

Określa się też elastyczność produkcji względem pracy, przy czym oznacza ona procentową zmianę produkcji wywołaną jednoprocetową zmianą nakładu pracy, przy założeniu, że pozostałe czynniki nie zmieniają się. Nadmienię tu, że Korczak w ramach swojej publikacji internetowej¹⁴¹ jako kryteria organizacyjne logistyki wymienia klarowność struktury logistycznej oraz poprawę w zakresie: organizacji firmy, zarządzania logistyką, zarządzania całą firmą, przepływem informacji, warunków pracy załogi. Natomiast kryteriami społecznymi są poprawy dotyczące obsługi klientów, zamówionych dostaw, informowania o ofercie firmy, obsługi zamówień serwisu wyrobów oraz opinii o firmie.

7.2. Pomysły na udoskonalenie działania organizacji

Jedną z metod doskonalenia procesów logistycznych jest *Kaizen*. Metoda ta polega na zaangażowaniu wszystkich pracowników organizacji, niezależnie od szczebla, w stałe poszukiwanie pomysłów udoskonalenia obszarów danej organizacji. Ma to na celu eliminowanie bieżących problemów, zapobieganie występowania ich w przyszłości, a także powstawanie innowacyjnych rozwiązań¹⁴². W przedsiębiorstwach o zachodnim stylu zarządzania przyjmuje się, że pracownicy powinni stosować instrukcje wykonywania pracy, natomiast w stylu japońskim naturalne dla pracowników jest zgłaszanie rozwiązań mających na celu usprawnienie stosowanych norm. Japońscy przełożeni w pełni akceptują prawo pracowników do zgłaszania pomysłów, gdyż przeważa orientacja na procesy, a przez nie dopiero na wyniki. Występuje bowiem przekonanie, że drobne zmiany nie pociągające za sobą znacznych wydatków są jednak istotnym źródłem oszczędności zasobów danej organizacji. *Kaizen* to również pewien rodzaj strategii biznesowej wskazującej cel, czyli *dobrą zmianę formy zarządzania*, gdyż bieżące wprowadzanie drobnych udoskonaleń jest dla firm japońskich także sposobem osiągnięcia celów strategicznych.

¹³⁷ Opracowanie bazuje na wcześniejszym nieopublikowanym materiale autora pt. *Doskonalenie procesów informacyjnych w zarządzaniu*.

¹³⁸ <https://mfiles.pl/pl/index.php/Zarz%C4%85dzanie>, dostęp: 10.10.2017.

¹³⁹ Niniejsze opracowanie bazuje na publikacji: Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013.

<http://wsb.edu.pl/container/Biblioteka%20WSb/ksi%C4%85%C5%BCki%20elektroniczne/inzynieria-procesow-logistycznych.pdf>, pobrano: 11.10.2017.

¹⁴⁰ http://4business4you.com/finanse/analiza_finansowa/wskazniki-produktywnosci-majatku/ (pobrano: 10.10.2017).

¹⁴¹ Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, op.cit., rys. 5.1.

¹⁴² <https://mfiles.pl/pl/index.php/Kaizen>, dostęp: 10.10.2017.

W początkowej fazie wdrożenia metody *kaizen* w przedsiębiorstwie zachodzą niewielkie zmiany, polegające głównie na utrzymaniu porządku w miejscu pracy¹⁴³. Następny etap to nieustające ulepszanie, które w perspektywie czasu może przyjąć formę kół jakości służących aktywizacji pracowników, a także zaangażowanie zarządu w proces ciągłego doskonalenia. W celu skutecznego wdrożenia *kaizen* należy dodatkowo uwzględnić systemy¹⁴⁴:

- *Total Quality Management* (TQM),
- *Just in Time* (JIT),
- *Total Productive Maintenance* (TPM),
- *Policy Deployment*,
- system sugestii,
- praca w małych grupach.

TQM oznacza zorganizowane działania *Kaizen* nastawione na jakość. Wszyscy członkowie firmy podejmują wspólny wysiłek na rzecz wdrażania tej idei na wszystkich szczeblach. Przyjmuje się, że takie działania prowadzą do wzrostu zadowolenia klienta i większych sukcesów firmy. Kolejny system działania JIT polega na dostarczanie każdemu procesowi produkcyjnemu wszystkich potrzebnych elementów w wymaganym momencie i wymaganej ilości¹⁴⁵. Główną korzyścią związaną z JIT jest zredukowanie czasu realizacji do minimum, co przynosi istotne oszczędności związane z redukcją zapasów. Skuteczność wdrażania metody JIT zależy od znalezienia równowagi pomiędzy elastycznością dostawców, a stałością użytkowników. Wymienione TPM oznacza działania nakierowane na utrzymanie maksymalnej efektywności parku maszynowego i sprzętu przez cały cykl jego życia. TPM motywuje ludzi do dbałości o wyposażenie zakładu produkcyjnego poprzez podejmowanie w małych grupach i niezależnie pewnych podstawowych działań w obszarze kształtowania systemu utrzymania maszyn, upowszechniania wiedzy na temat porządku miejsca pracy, doskonalenia umiejętności rozwiązywania problemów oraz *dążenia do zerowego poziomu awarii i wypadków*. Ważny element omawianego sposobu postępowania stanowią działania konserwacyjne podejmowane przez samych pracowników.

Policy Deployment to proces wdrażania polityki kierownictwa danej organizacji bezpośrednio przez przełożonych i pośrednio poprzez międzywydziałową integrację i współpracę. Wymieniony wcześniej *System sugestii* to silnie zintegrowany element *Kaizen* nakierowany na jednostkę. Stanowi przejaw przedkładania korzyści w postaci wzrostu morale i pozytywnego zaangażowania pracownika ponad zachęty o charakterze ekonomicznym czy finansowym. Poza wymienionymi systemami towarzyszącymi metodzie *kaizen* stosuje się szereg technik procesu zarządzania, a mianowicie¹⁴⁶:

- klasyfikowanie strat produkcyjnych według przyczyn,
- dążenie do poznania pierwotnej przyczyny negatywnych zjawisk,
- koncepcję 5S, która ma na celu¹⁴⁷: poprawę jakości pracy oraz skrócenie czasu jej realizowania, właściwe dostosowanie technicznych elementów systemu, redukcję kosztów.

W firmach stosujących metodę *kaizen* kierownicy nakłaniają pracowników do bieżącego analizowania procesów, zasad i standardów, wyrobów, metod dystrybucji i ukierunkowują ich działanie na wskazywanie potrzeby nowych rozwiązań. Tu dodam, że, w przedsiębiorstwach japońskich jest średnio około 15. propozycji usprawnień zgłoszonych przez pracownika rocznie. Stosuje się też zalecenie, aby słuchać pracowników i nie wprowadzać rozwiązań *na siłę*. Należy zatem stosować metodę dialogu i dyskusji, czasami pozostawiając drobną decyzję pracownikom. W ostatnich latach obserwowany jest wzrost złożoności procesu logistycznego, a przyczynami tego są¹⁴⁸:

- coraz większa skala działania przedsiębiorstw,

¹⁴³ <https://mfiles.pl/pl/index.php/Kaizen>, dostęp: 15.10.2017.

¹⁴⁴ <https://pl.kaizen.com/centrum-wiedzy/sownik-lean-kaizen.html>, dostęp: 15.10.2017.

¹⁴⁵ https://mfiles.pl/pl/index.php/Just_in_time, dostęp: 15.10.2017.

¹⁴⁶ Ibidem.

¹⁴⁷ Ibidem, s. 74.

¹⁴⁸ Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, op.cit., s. 81.

- wydłużający się łańcuch logistyczny,
- łączenie się firm,
- globalizacja gospodarki,
- nasilanie się konkurencyjności,
- wzrost znaczenia obsługi klienta,
- rola czasu w procesie zarządzania.

Ma to wpływ na systemowe traktowanie produktywności i wyłonienie programów działania i wskaźników je oceniających. Pomocna tu jest metoda *Kaizen*, która prowadzi do usprawnienia pracy zespołowej oraz likwidacji marnotrawstwa spowodowanego nadprodukcją, czasem straconym przy maszynie, stratami w transporcie, pionie produkcji, zapasach i wyrobach wadliwych. W procesie produkcji występują następujące rodzaje strat:

- odpady materiałów;
- produkcja nadmiernej ilości;
- przerwy w pracy (wynikające organizacji);
- zbędny transport, procesy i operacje;
- nadmierny poziom zapasów;
- braki w wytwarzaniu.

Powracając do logistyki to do jej oceny możemy stosować różne wskaźniki. Przykładem może być:

$$\text{udział kosztów logistyki w obrocie} = (\text{koszty logistyki}/\text{obróć}),$$

przy czym *obróć* to wartość całkowitej sprzedaży dóbr lub usług organizacji w danym okresie lub całkowita wartość transakcji na określonym rynku¹⁴⁹. Obrotem jest także kwota otrzymanych zadatków, zaliczek i przedpłat. Inny wyznacznik – *wskaźnik rotacji zapasów* wskazuje ile razy w ciągu roku zapasy zostały przekształcone w gotowe wyroby i określony jest stosunkiem wielkości sprzedaży do wartości zapasów. Natomiast *wskaźnik rotacji zapasów w dniach* wskazuje po ilu dniach przedsiębiorstwo odnawia swoje zapasy dla zrealizowania sprzedaży. Wskaźnik rotacji zapasów w dniach obliczany jest jako odwrotność wskaźnika rotacji zapasów pomnożoną przez 360 dni¹⁵⁰.

7.3. Doskonalenie przepływu na przykładzie procesu logistycznego

Logistyka jest procesem planowania, realizowania i kontrolowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów, wyrobów gotowych. Dotyczy też odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta, przy czym działania logistyczne obejmują¹⁵¹:

- obsługę klienta;
- prognozowanie popytu;
- przepływ informacji;
- kontrolę zapasów;
- czynności manipulacyjne;
- realizowanie zamówień;
- czynności reparacyjne i zaopatrywanie w części;
- lokalizację zakładów produkcyjnych i składów;
- procesy zaopatrzeniowe, pakowanie i obsługę zwrotów;
- gospodarowanie odpadami, transport i składowanie.

Proces planowania logistycznego uwzględnia zasady: celowości, *mini-max*, skupienia wysiłku, prostoty, harmonii, elastyczności, optymalizacji, ekologii¹⁵². Wyróżniamy pięć etapów planowania logistycznego: rozpoznanie logistyczne otoczenia, ocena logistyczna otoczenia, określenie środków i warunków do wykonania zadania, opracowanie zbioru działań logistycznych, realizacja planu.

¹⁴⁹ <https://mfiles.pl/pl/index.php/Obr%C3%B3t>, pobrano: 15.10.2017.

¹⁵⁰ <http://finansopedia.forsal.pl/encyklopedia/finanse/hasla/911281,wskaznik-rotacji-zapasow-w-dniach.html>, pobrano: 15.10.2017.

¹⁵¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Logistyka>, dostęp: 15.10.2017.

¹⁵² Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, op.cit., s. 86.

W procesie logistycznym ważne jest określenie standardu logistycznego, przez co rozumie się wspólnie ustalony przez producenta, daną grupę konsumentów oraz organizację standaryzującą zbiór kryteriów, które określają pożądane cechy wytwarzanego produktu, a także usługi logistycznej. Dokumentem opisującym standard logistyczny jest *norma logistyczna*. Postępująca integracja gospodarcza na płaszczyznach ekonomicznej, technicznej, technologicznej i kulturowej sprzyja podejściu integracyjnemu i standaryzacji w logistyce. Obserwowana jest dość szybka ewolucja procesu logistycznego począwszy od logistyki klasycznej, łańcucha dostaw, logistyki modułowej, sieciocentrycznej, a nawet globalnej. Logistyka modułowa jest w relacji do produkcji modułowej, przy czym modułowość zastosowaną w produkcji można określić jako łatwość, z jaką poszczególne moduły (elementy złożone) mogą być oddzielone i łączone bez naruszania integralności produktu¹⁵³. Modułowość oznacza również, że elementy produktu lub procesu mogą być wykonywane niezależnie w różnych organizacjach gospodarczych, a następnie składane przez montownię. Produkty zbudowane modułowo składają się z powiązanych ze sobą elementów, które współdziałają ze sobą według ściśle określonych i ujednoliconych standardów. Ten zabieg pozwala dopasowywać elementy tak długo, jak długo są kompatybilne i odpowiadają różnorodnym oczekiwaniom klienta. Zakupy modułowe (*modular sourcing*) są wynikiem istnienia wielu typów produkcji w systemie modułowym, takich jak: producenci sprzętu, producenci konstrukcji, usługi dla produkcji elektroniki, organizacje wirtualne. W tym celu zawierane są sojusze z modułowymi klastrami przemysłowymi. Takie rozwiązanie jest optymalne dla konfiguracji zasobów, absorpcji nowych technologii i wiedzy w różnych krajach. Przynosi zatem korzyści zarówno dla dostawcy jak i odbiorcy.

Istotą wspomnianych działań sieciocentrycznych w logistyce jest stworzenie szybkiej i efektywnej platformy wymiany informacji, która pozwoli uzyskać przewagę nad konkurentem biznesowym¹⁵⁴. Informacje potrzebne decydentom mogą być pobierane z serwerów oddalonych nawet tysiące kilometrów. Jest to analogiczny mechanizm jaki występuje w systemach telefonii komórkowej oferujących abonentowi dostęp do sieci Internet. Trzeba dodać, że pozytywnym kierunkiem do standaryzacji kontynentalnej było „porządkowanie” gospodarek krajowych Unii Europejskiej poprzez wprowadzenie standardu unifikacyjnego w strumieniu finansowym w Europie w postaci wspólnej waluty euro. Stąd tylko był krok do zastosowania uniwersalnych reguł logistycznych. Ewolucja procesu integracji logistyki w otoczeniu klienta zmierza do totalnego zintegrowania obsługi logistycznej klienta, zabezpieczenia przepływu strumieni materialnych i informacyjnych.

Dośkonalenie przepływu w procesie logistycznym uzyskuje się poprzez synchronizację operacji. Synchronizacja procesów logistycznych polega na uzyskaniu zgodności czasowej zadań w poszczególnych etapach procesu, a miarą synchronizacji procesu logistycznego jest jego ciągłość. Do tych potrzeb stosuje się różnego typu oznaczenia graficzne – symbole zadań takich jak: krytyczne, niekrytyczne, podsumowujące etap, stanowiące kamień milowy w postaci sygnału zakończenia pewnej fazy i przejścia do następnego etapu realizacji. Symbole te można wykorzystać na wykresach – diagramach Gantta (zob. Rycina 7.1)¹⁵⁵. Diagram Gantta, pozwala na prezentację harmonogramu dużego przedsięwzięcia w tym realizacji procesu logistycznego łańcucha dostaw. Dodam, że istnieje wiele metod tworzenia diagramów Gantta, jak również duża ilość możliwych do zastosowania oznaczeń¹⁵⁶.

Oprócz przedstawionego wykresu Gantta do kontroli pracy, przykładowo wieloobsadowego magazynu części zamiennych stosowane są też specjalizowane elektroniczne karty do synchronizacji kompletowania przesyłek w procesie logistycznym. Używa się też pomocniczych naręcznych urządzeń sterowanych radiowo z małym ekranem z którego kompletujący w magazynie

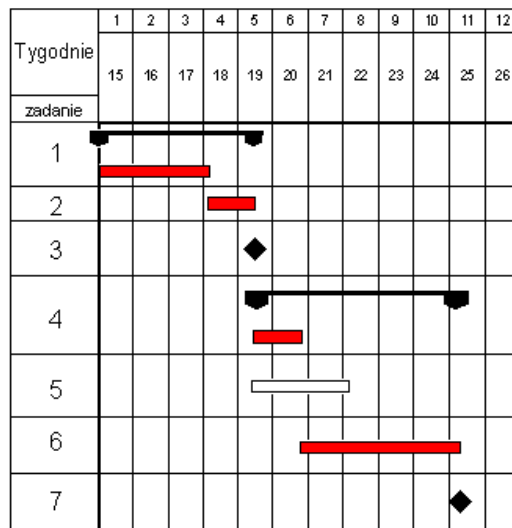
¹⁵³ <http://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/logistyka/item/7831-strategia-zakupow-modulowych-na-potrzeby-produkcji>, dostęp: 15.10.2017.

¹⁵⁴ http://www.pszw.edu.pl/images/publikacje/t032_pszw_2010_michalewski_analiza_systemow_sieciocentrycznych.pdf, dostęp: 15.10.2017.

¹⁵⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Diagram_Gantta, dostęp: 15.10.2017.

¹⁵⁶ Ibidem.

mogą odczytać kolejną pozycje do załadowania w pudełku, czy też skrzynce. Nad całością czuwa jednak algorytm komputerowy i kierownik magazynu ma wgląd do tego procesu.

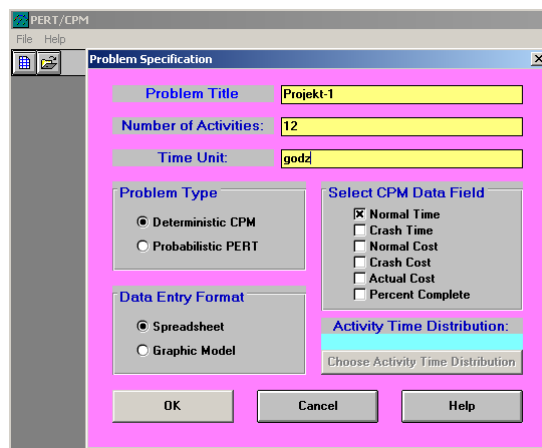


Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Diagram_Gantta.

Rys. 7.1. Wykres Gantta

7.4. Zastosowanie WinQSB do tworzenia i analizy sieci przedsięwzięć

Występujące w ramach *Badań operacyjnych* komputerowe metody sieciowe, ułatwiają rozwiązywanie problemów organizacyjnych procesów, w tym logistycznego poprzez wprowadzenie poszczególnych zadań (operacji), kolejności ich następowania, czasów trwania czy też kosztów jednostkowych operacji do sieci zależności. Stosowane są przede wszystkim dwie metody: metoda ścieżki krytycznej CPM (*Critical Path Method*), metoda PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). Jednym ze sposobów rozwiązywania zadań z *Analizy przedsięwzięć* jest zastosowanie modułu PERT/CPM w ramach pakietu WinQSB (zob. Rycina 7.2). Początkowym krokiem jest określenie specyfikacji problemu. Jak wynika z Ryciny 7.2 przyjęto 12. operacji (czynności), godziny jako jednostkę czasu, typ problemu jako deterministyczny CPM, czyli z określonymi stałymi czasami trwania poszczególnych operacji, oznaczonymi jako „*Normal Time*” oraz zapisanie danych (*Spreadsheet*) podobnie jak arkusz kalkulacyjny w Excelu. Po naciśnięciu „OK” ukazuje nam się okno z menu głównym obejmującym dla modułu PERT/CPM m.in. następujące funkcje: *File* (Zbiór), *Edit* (Edycja), *Solve and Analyze* (Rozwiąż i analizuj).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.2. Okno wejściowe modułu PERT/CPM

Wprowadźmy teraz poszczególne operacje (*Activity Name*), czasy normalne (*Normal Time*) oraz informacje poprzedzające (*Immediate Predecessor*) oddzielone przecinkiem (zob. Rycina 7.3).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		5
2	B		7
3	C		4
4	D	A	2
5	E	C	8
6	F	D,B,E	3
7	G	F	2
8	H	F	5
9	I	F	6
10	J	G	4
11	K	H	3
12	L	I	1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Rys. 6.7. Sieć czynności CPM¹⁵⁷.

Ryc. 7.3. Dane wejściowe sieci czynności CPM

Zapisujemy nasz problem na dysku np. jako plik np. P-1 o rozszerzeniu cpm. Następnie korzystamy z opcji „Solve and Analyze”, a dalej z „Solve Critical Path” i uzyskujemy rozwiązanie z określeniem czynności (operacji) leżących na ścieżce krytycznej (*Critical Path*). Czas realizacji przedsięwzięcia według czasów normalnych po ścieżce krytycznej wynosi 23 godziny. Występuje tu tylko jedna ścieżka krytyczna (zob. Rycina 7.4).

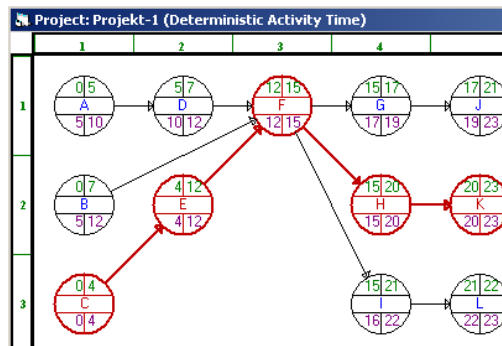
03-27-2017 20:43:55	Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
1	A	no	5	0	5	5	10	5
2	B	no	7	0	7	5	12	5
3	C	Yes	4	0	4	0	4	0
4	D	no	2	5	7	10	12	5
5	E	Yes	8	4	12	4	12	0
6	F	Yes	3	12	15	12	15	0
7	G	no	2	15	17	17	19	2
8	H	Yes	5	15	20	15	20	0
9	I	no	6	15	21	16	22	1
10	J	no	4	17	21	19	23	2
11	K	Yes	3	20	23	20	23	0
12	L	no	1	21	22	22	23	1
	Project Completion Time	=	23	godzs				
	Number of Critical Path(s)	=	1					

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.4. Okno zapisu pliku danych sieci czynności CPM

Występujące na Rycinie 7.4 określenia oznaczają: *Earliest Start* (najwcześniejsze rozpoczęcie), *Latest Start* (najpóźniejsze rozpoczęcie), *Earliest Finish* (najwcześniejsze zakończenie), *Latest Finish* (najpóźniejsze zakończenie), *Slack (LS – ES)* – rezerwa czasu.

Moduł PERT/CPM pakietu WinQSB umożliwia nam również zaprezentowanie sieci czynności CPM w formie graficznej (*Deterministic Activity Time*), co przedstawiono na Rycinie 7.5.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.5. Rozwiązanie graficzne problemu P-1

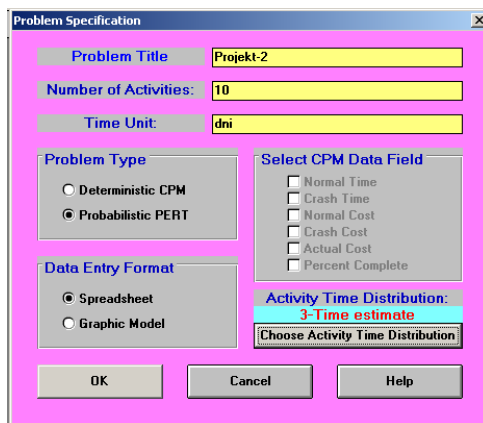
W PERT/CPM alternatywnym wyrazem rozwiązania jest też wykres Gantta, na którym operacje leżące na ścieżce krytycznej zaznaczono na czerwono. Program PERT/CPM zaznacza poszczególne operacje A-L jako belki poziome z uwzględnieniem czasookresu najwcześniejszego oraz najpóźniejszego.

Zaprezentuję teraz zastosowanie metody PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), w której czasy trwania poszczególnych czynności są zmiennymi losowymi o rozkładzie

¹⁵⁷ Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, op.cit., s. 98.

normalnym. W tym celu w oknie dialogowym zaznaczamy typ problemu jako *Probabilistic PERT*. Program umożliwia nam wybór rodzaju czasów (*Choose Activity Time Distribution*) – zob. Rycina 7.6. Wybieramy opcję (*3-Time estimate*), czyli przyjmujemy, że czasy trwania poszczególnych czynności są zmiennymi losowymi o rozkładzie normalnym. Dla każdej czynności podane są trzy oceny czasu jej trwania:

1. Czas optymistyczny – *Optimistic time (a)*.
2. Czas najbardziej prawdopodobny – *Most likely time (m)*,
3. Czas pesymistyczny – *Pessimistic time (b)*.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.6. Wstępne określenie problemu o trzech czasach do estymacji trwania czynności

Musimy teraz wprowadzić czasy *a*, *b*, *m* dla kolejnego przykładu czynności w sieci zależności (zob. Rycina 7.7).

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)	
1	A			16	18	20
2	B			14	15	17
3	C			5	7	8
4	D	A	7	9	11	
5	E	B	16	18	21	
6	F	B	13	15	18	
7	G	C	5	6	9	
8	H	D	18	20	23	
9	I	E	14	16	18	
10	J	F, G	16	20	22	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rys. 6.8¹⁵⁸.

Ryc. 7.7. Okno dialogowe wyboru funkcji rozwiązania

Korzystamy z menu „*Solve and Analyze/Solve Critical Path*” i uzyskujemy rozwiązanie pokazane na Rycinie 7.8.

03-27-2017 21:14:46	Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)	Activity Time Distribution	Standard Deviation
1	A	no	18	0	18	2,8333	20,8333	2,8333	3-Time estimate	0,6667
2	B	Yes	15,1667	0	15,1667	0	15,1667	0	3-Time estimate	0,5
3	C	no	6,8333	0	6,8333	17,1667	24	17,1667	3-Time estimate	0,5
4	D	no	9	18	27	20,8333	29,8333	2,8333	3-Time estimate	0,6667
5	E	no	18,1667	15,1667	33,3333	15,8333	34	0,6667	3-Time estimate	0,8333
6	F	Yes	15,1667	15,1667	30,3333	15,1667	30,3333	0	3-Time estimate	0,8333
7	G	no	6,3333	6,8333	13,1667	24	30,3333	17,1667	3-Time estimate	0,6667
8	H	no	20,1667	27	47,1667	29,8333	50	2,8333	3-Time estimate	0,8333
9	I	no	16	33,3333	49,3333	34	50	0,6667	3-Time estimate	0,6667
10	J	Yes	19,6667	30,3333	50	30,3333	50	0	3-Time estimate	1
Project Completion Time			=	50	dnis					
Number of Critical Path(s)			=	1						

Źródło: Opracowanie własne.

Rys. 7.8. Rozwiązanie problemu „Projekt-2” metodą PERT

Metoda PERT stosowana jest do sieci o strukturze logicznej zdeterminowanej o czasach oczekiwanych poszczególnych czynności określonych na podstawie wzoru:

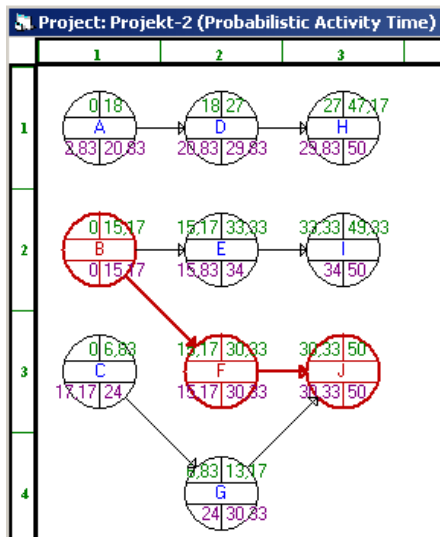
$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

¹⁵⁸ Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, op.cit., s. 99.

Odchylenie standardowe czasu trwania czynności (*Standard Deviation*) jest pierwiastkiem z wariancji:

$$\sigma_{(i-j)}^2 = \frac{(b-a)}{6}$$

Skorzystajmy teraz z menu *Result* (Wyniki) dla wyboru postaci graficznej sieci PERT (zob. Rycina 7.9).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.9. Sieć czynności PERT

7.5. Technika *Dokładnie na czas*

Powróćmy to techniki stosowanej w zarządzaniu produkcją charakteryzującą się dostawą komponentów na czas w wymaganej ilości zwanej *Just In Time* (JIT)¹⁵⁹. Zredukowanie czasu realizacji do minimum przynosi m.in. oszczędności na redukcji zapasów. Twórca JIT Taiichi Ohno uważał, że doskonalenie procesu wytwarzania nie kończy się nigdy. Dodam, że technika JIT została zastosowana w zakładach Toyoty w latach 50-tych, a następnie była zalecana dostawcom. W systemie zarządzania produkcją *Toyota System*, według JIT – dzięki skracaniu strumienia produkcji poprzez eliminację strat, zmierza się do uzyskania znacznych efektów. Następuje wchłonięcie pracowników, komponentów w strumień ciągle doskonalonych przepływów w procesie wytwarzania.

W *Systemie Toyota* funkcjonuje szereg pojęć, a mianowicie *Jidoka*, *Andon*, *heijunka*, *Genchi Genbutsu*, *Zarządzanie wizualne*. Przykładowo *Jidoka*, czyli autonomizacja jest to zaprojektowanie systemów produkcyjnych w taki sposób, aby umożliwić wykrywanie i eliminowanie błędów oraz odstępstw od przyjętych standardów¹⁶⁰. Stosowane *Zarządzanie wizualne* traktowane jest jako metoda, która pozwala przekazywać informacje w sposób zrozumiały przez pracowników, jak i menedżerów, dzięki czemu wszyscy dobrze znają obecny stan działalności operacyjnej oraz cele stosowanego systemu¹⁶¹. Ponadto metoda ta umożliwia szybkie rozpoznawanie ewentualnych nieprawidłowości. Jest zestawem reguł i konsekwentnie zaplanowanych wzorców zebranych w katalogu.

7.6. Wizualny system sterowania przepływem

Jak już zaznaczano, w doskonaleniu procesów produkcyjnych istotną rolę odgrywa usprawnienie organizacyjne przepływu procesów logistycznych. W tym celu mimo korzystania z techniki komputerowej zastosowano odpowiednie sygnały wizualne, występujące w postaci *Kart Kaban*, tabliczek lub informacji elektronicznych, który przekazują upoważnienie lub instrukcję dla

¹⁵⁹ https://mfiles.pl/pl/index.php/Just_in_time, pobrano: 15.10.2007.

¹⁶⁰ https://pl.wikipedia.org/wiki/Lean_management, pobrano: 15.10.2017.

¹⁶¹ <https://pl.kaizen.com/centrum-wiedzy/sownik-lean-kaizen.html>, dostęp: 15.10.2017.

procesu poprzedzającego do rozpoczęcia wytwarzania lub przemieszczenia wyrobów w procesie produkcyjnym¹⁶². *Karty Kanban* kontrolują przepływ wyrobów lub usług przez połączenie wykonawcy z odbiorcą. Stanowią one regulator kolejek wyrobów, przedmiotów i / lub usług oczekujących na obsługę w określonym systemie dla operacji JIT¹⁶³. Powszechnie stosowanym jest dwukartowy system *Kanban*, w którym używana jest karta produkcji i karta transportu.

Systemy typu *Kanban* we współczesnych przedsiębiorstwach, to systemy z informatyzowane. Możliwa jest pełna identyfikacja produktu, gromadzenia danych, dokładne odtworzenie przebiegu procesu produkcji na każdym stanowisku, utrzymanie pełnej zgodności z prowadzeniem magazynu według zasady FIFO (*First In First Out*). *Kanban* uzupełnia informatyczny system zarządzania produkcją klasy MRP II, a *Karty Kaban*, zawierające kody kreskowe obejmują również dostawców.

7.7. Narzędzie logicznego wnioskowania

Rozwiązanie TOC (*Theory of Constraints*) jest narzędziem logicznego wnioskowania, które wychodzi z założenia, że *łańcuch jest tak silny jak jego najsłabsze ogniwo*. Wzmacnianie najsłabszego ogniwa prowadzi do identyfikacji następnych „najsłabszych ogniw”, czyli tzw. *wąskich gardeł*¹⁶⁴. TOC szuka odpowiedzi na trzy fundamentalne pytania dotyczące organizacji:

Co należy zmienić?

W co należy zmienić?

Jak należy to zmienić?.

W celu odpowiedzi na te pytania w TOC stosowane są różne narzędzia logicznego wnioskowania. Ponadto wymagany jest trzelementowy system programowania produkcji (*Drum-Buffer-Rope*) uwzględniający wytwarzanie produktów według partii transportowej i obróbkowej¹⁶⁵.

Prawie każde przedsiębiorstwo posiada kilka zasobów limitowanych, które są łatwe do zdefiniowania i kontrolowania. Relacje pomiędzy wytwarzanymi wyrobami i niezbędnymi zasobami są skorelowane i mają charakter zdarzeń losowych. Tak więc system wytwarzania można nazwać ustabilizowanym dynamicznie, jeżeli ilość produkowanego asortymentu zmienia się w zależności od zmiany *wąskich gardeł* oraz posiadanych zasobów¹⁶⁶.

7.8. Potrzeba infrastruktury informacyjnej

W zmieniającym się dynamicznie otoczeniu zarządzający daną organizacją potrzebują dostępu do źródeł i metod pozyskiwania informacji, zasad ich przepływu przetwarzania. Konieczne jest to do oszacowania ryzyka podejmowanych decyzji oraz oceny sytuacji rynkowej. Istotna jest również ochrona własnych zbiorów informacji i poznawanie bieżących zakłóceń w ich gromadzeniu i agregacji. W silnej walce konkurencyjnej potęgowane są bowiem elementy walki informacyjnej. Współcześnie temu celowi służy dobrze rozwinięta technologia i infrastruktura informatyczna, w tym *marketing internetowy*. Trzeba jednak nadmienić, że gromadzenie dużej ilości informacji powiększa raczej koszty niż przynosi wzrost zysku przedsiębiorstwa. Tak więc, celem strategii informacyjnej jest tworzenie systemu zapewniającego skuteczną projekcję i wykorzystywanie informacji.

W oparciu o zasady działania poczty elektronicznej opracowana została technika wymiany danych EDI (*Electronic Data Interchange*, charakteryzująca się niezależnością od stosowanego sprzętu i oprogramowania¹⁶⁷). Jest to system elektronicznego przesyłania ustrukturyzowanych danych handlowych oraz innych dokumentów z komputerowego programu użytkowego lub bazy danych jednej organizacji do programu użytkowego lub bazy danych innej organizacji. Przesyłanie odbywa się według standardu UN/EDIFACT (*United Nations rules for EDI for Administration*

¹⁶² https://pl.wikipedia.org/wiki/Lean_management, dostęp: 15.10.2017.

¹⁶³ Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, op.cit., s. 103.

¹⁶⁴ Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, op.cit., s. 107.

¹⁶⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Teoria_ogranicze%C5%84https://pl.wikipedia.org/wiki/Teoria_ogranicze%C5%84, dostęp: 20.10.2017.

¹⁶⁶ Ibidem.

¹⁶⁷ https://mfiles.pl/pl/index.php/Systemy_EDI, dostęp: 20.10.2017.

Commerce and transport), przy czym standard ten ma reguły gramatyczne oraz zbiór wykorzystywanych powszechnie wyrażen w organizacjach krajów.

Technologia automatycznej identyfikacji drogą radiową RFID (*Radio frequency identification*) jest jednym z nowszych narzędzi stosowanych w zarządzaniu łańcuchem dostawców (SCM)¹⁶⁸. Coraz częściej znajduje zastosowanie w logistyce (portach, dużych magazynach) oraz w sieciach handlowych. RFID polega na identyfikowaniu obiektu za pomocą fal radiowych. Współpracuje z Internetem i *Elektronicznym kodem produktu* (EPC). Dla wymienionego wcześniej łańcucha dostawców RFID pozwala rozpoznawać każdy przedmiot z osobna, umożliwia śledzenie przemieszczanie się przedmiotu, jednostki w obrębie łańcucha dostaw i zwiększa przejrzystość procesu logistycznego dzięki szybkiej wymianie informacji. Trzeba dodać, że czytniki radiowe nie wymagają wyjmowania produktów na taśmę, gdyż umieszczone są one w bramkach i automatycznie odczytują towary z koszyka, a następnie przekazują informacje do kasy. Przewiduje się, że automatyzacja transakcji drogą radiową zastąpi w przyszłości popularne wciąż jeszcze kody kreskowe. Trzeba jeszcze wymienić narzędzie jakim jest *komunikator internetowy*¹⁶⁹. Jest to rodzaj aplikacji informatycznej pozwalająca na komunikację pomiędzy użytkownikami Internetu w czasie rzeczywistym. Rozwój bowiem sieci globalnej jakim jest Internet spowodował powstanie takich komunikatorów jak: ICQ, AOL, MSN. Coraz większe możliwości sprzętu oraz rosnąca przepustowość łącz internetowych pozwala na przesyłanie nie tylko wiadomości tekstowych ale także dźwięku i obrazu.

Z coraz większą troską podchodzą producenci i handlowcy do budowy adekwatnych i nowoczesnych systemów *Zarządzanie relacjami z klientami* (*Customer Relationship Management*) – CRM. Istnieje już teraz szereg aplikacji informatycznych o rozbudowanym funkcjonalnie systemie CRM. Dogodne w procesie logistycznym są także systemy klasy C-Commerce (*Collaborative Commerce*), umożliwiające współpracę partnerów i wykorzystywanie wspólnych zasobów informacyjnych. Coraz częściej korzystają z nich również firmy stanowiące tzw. grupę małych i średnich przedsiębiorstw (MSP). Wymaga to wyposażenia ich stanowisk komputerowych w dodatkowe aplikacje łączności, w tym z pocztą elektroniczną (e-mail), IRC (*Internet Relay Chat*) w celu zbierania opinii o oferowanym produkcie oraz doposażenia w urządzenia telefonii komórkowej.

7.9. Zagadnienia

1. Przepływy logistyczne
2. Elastyczność produkcji
3. Metoda Kaizen
4. Strategia biznesowa
5. Systemy towarzyszące w metodzie Kaizen
6. Planowanie logistyczne
7. Norma logistyczna
8. Diagram Gantta
9. Zastosowanie sieci przedsięwzięć PERT/CPM
10. Technika JIT

* * *

Rozwijające się prężnie techniki informacyjne wspomagane rozwiązaniami informatycznymi przyspieszają proces usprawnienia zarządzania. Na szczególną uwagę zasługują jednak systemy organizacyjne wdrożone w firmach japońskich. Dąży się tam do pełnej integracji elementów pracy zespołowej, w celu osiągnięcia jak najwyższego poziomu jakości we wszelkich obszarach działalności z uwzględnieniem maszyn, pracowników oraz środków wzajemnego komunikowania się.

¹⁶⁸ https://mfiles.pl/pl/index.php/Identyfikacja_drog%C4%85_radiow%C4%85, dostęp: 20.10.2017.

¹⁶⁹ https://mfiles.pl/pl/index.php/Komunikator_internetowy, dostęp: 20.10.2017.

8. EDI w procesie logistycznym¹⁷⁰

8.1. Wstęp

Na rynku EDI w Stanach Zjednoczonych 90% wdrożeń elektronicznej wymiany dokumentacji dokonuje się za pomocą łącza telefonicznego komutowanego, modemu translacji impulsów telekomunikacyjnych na komputerowe i komputera osobistego¹⁷¹. Tam problemy techniczne instalacji stanowią ¼ problemów wdrożeniowych. Etapy awansowania rozwoju w zakresie elektronicznej wymiany dokumentacji w USA wynikały z nowych sposobów myślenia w obszarze zarządzania. Już w latach trzydziestych wystąpiła wśród menadżerów „orientacja na sprzedaż”. Wyrażało się to wzmożeniem reklamy i szkoleniu sprzedawców. Dwadzieścia lat później nastąpiła „orientacja na klienta” sprowadzająca się do tworzenia działów marketingowych, badania rynku, wprowadzania perswazyjnej reklamy. W latach sześćdziesiątych stosowano „orientację na klienta” i nastąpiło wprowadzanie systemów zapewnienia jakości (TQM). W latach osiemdziesiątych przedsiębiorstwa drastycznie redukowały zapasy poprzez wprowadzanie systemów Just-In-Time (JIT), czyli dostawa komponentów do wyrobów bezpośrednio na linie montażowe.

W sytuacji istotnego postępu w zakresie procesu logistycznego tradycyjny sposób funkcjonowania służb zaopatrzenia i zbyty stawał się coraz bardziej uciążliwy. Przystąpiono lokalnie do upraszczania procedur i sposobów dokumentowania transakcji handlowych. Jednak dopiero w roku 1963 Grupa Robocza Nr 4 EKG ONZ opracowała UN/Layout Key, czyli system standaryzujący dominującą ilość dokumentów handlu zagranicznego. Usprawnieniem było przekazywanie sobie wzajemnie w latach sześćdziesiątych plików danych z dokumentów papierowych na nośnikach magnetycznych. Był to mały krok w kierunku wymiany elektronicznych odpowiedników dokumentów. Z biegiem czasu programy komputerowe tworzyły i stosowały lokalne uzgodnione między partnerami formaty dokumentowe, ale był to już początek EDI.

W ramach wspomnianej grupy roboczej rozpoczęto prace nad standardem dokumentowym dla potrzeb teletransmisji między systemami komputerowymi międzynarodowych partnerów handlowych¹⁷². Powstał globalny standard nazwany UN/EDIFACT i standardy branżowe takie jak ODETTE, SWIFT, ogólnoamerykański ANSI X12 podjęły prace nad migracją do UN/EDIFACT. Szybko zauważono bowiem, że EDI jest wtedy efektywne, gdy jest możliwie jego szeroko stosowane w różnych branżach. Dość wcześnie w Polsce powstał oddział ODETTE – PLODETTE działający w środowisku przemysłu motoryzacyjnego promujący standaryzację i komunikaty elektroniczne w transakcjach biznesowych.

Wzrastała automatyzacja procesu produkcyjnego. Modernizowano moduły informatyczne obsługujące procesy zaopatrzenia, magazynowania oraz zbytu wyrobów gotowych. Obszar prac administracyjnych z trudem poddawał się jednak nowej tendencji skrócenia czasu i obniżki kosztów w tym obszarze. EDI zatem było pretekstem do automatyzacji prac związanych z wystawianiem dokumentów, ich rozliczaniem oraz raportowaniem transakcji w pożądanym przekrojach. W procesach logistycznych marzeniem było realizować wszystko to bez udziału działu zaopatrzenia, księgowych. Należy nadmienić, że jako jedno z pierwszych zaawansowane rozwiązania z wykorzystaniem EDI wprowadzono w zakładach Forda oraz ICL. Idea EDI zyskała w USA uznanie również w sferze pozaprodukcyjnej. Zainicjowano centralny rejestr chorych do którego sięga lekarz w czasie wizyty pacjenta. W roku 1994 aż 70% zgłoszeń do szkół średnich nadesłano drogą elektroniczną jako komunikaty EDI¹⁷³. Zorganizowano systemy sieci rozproszonych stosujące EDI, lecz mające jako wirtualną jednolitą bazę danych.

¹⁷⁰ Opracowanie bazuje na artykule autora zamieszczonym w monografii: *Ekonomiczno-społeczne uwarunkowania rozwoju gospodarczego – zarządzanie informacją i nowymi technologiami*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2015, strony: 278-301.

¹⁷¹ Leyland V., *EDI Elektroniczna wymiana dokumentacji*, Wydawnictwo-Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.

¹⁷² Ibidem, s. 7.

¹⁷³ Leyland V., *EDI Elektroniczna wymiana dokumentacji*, op.cit, s. 10.

Powstanie sieci globalnej Internet, przyczyniło się do zbudowania dogodnych dla użytkowników systemów informatycznych z uwzględnieniem idei standardów EDI. Oczekiwane jest obecnie przyspieszenie prac administracyjnych, także w administracji publicznej poprzez zintegrowanie elektroniczne społeczeństwa.

Jest szereg książek z zakresu logistyki w których tematyka EDI jest traktowana marginalnie. Spośród publikacji zwartych na uwagę zasługuje książka Stanisława Krawczyka „Logistyka. Teoria i praktyka”¹⁷⁴. Z oferty zamieszczonej w Internecie dowiadujemy się, że druga część opracowania jest poświęcona zagadnieniom, które powinien rozpatrywać każdy logistyk na poziomie menedżerskim, a więc planowaniu i sterowaniu procesami logistycznymi. Menedżer logistyki powinien dobrze znać funkcjonowanie systemów informatycznych i telematyki jako narzędzi niezbędnych do sprawnego sterowania przepływami produktów i informacji w systemach logistycznych. Centralnym w tej części jest rozdział siódmy, w którym przedstawiono usystematyzowane metody planowania logistycznego. W toku planowania, charakterystycznym dla podejścia procesowego, przedstawiono zagadnienia od pozyskiwania informacji o popycie, planowanie zapotrzebowania materiałowego, pozyskiwanie dostawców, organizację dostaw materiałowych, wspomaganie procesu produkcji po przepływy dystrybucyjne. Rozdział ósmy jest poświęcony prezentacji, na przykładzie wzorowanym na praktyce, kompleksowego podejścia do planowania produkcji i zarządzania przepływami w przedsiębiorstwie produkcyjnym. W rozdziale dziewiątym przedstawiono zaawansowane modele planowania logistycznego wykorzystywane w praktyce przedsiębiorstw. Rozdział dziesiąty przedstawia wiele przykładów funkcjonowania logistyki w praktyce, co umożliwi uformowanie własnych koncepcji zarządzania działalnością logistyczną w firmie.

Warta podkreślenia jest możliwość kształcenia na kierunku Logistyka w systemie studiów otwartych przez Internet na Polskiej Akademii Otwartej (PAO) w ramach Społecznej Akademii Nauk¹⁷⁵. Słuchacze poznają istotę zarządzania współczesnymi przedsiębiorstwami przemysłowymi, zasady ich działalności logistycznej, metody sterowania przepływami informacji, a także cel logistycznej obsługi klienta. Nauka ukierunkowana jest na kształcenie umiejętności i kompetencji w zakresie kreatywnych zdolności analitycznych i decyzyjnych w dziedzinie logistyki. Studenci zdobywają specjalistyczną wiedzę na temat procesów zaopatrzenia produkcji i dystrybucji, tworzenia i wyposażenia centrów dystrybucji oraz punktów przeładunkowych centrów logistycznych. Zakłada się, że absolwenci po ukończeniu studiów na kierunku Logistyka mogą znaleźć zatrudnienie w działach logistyki na stanowiskach specjalisty do spraw sprzedaży i planowania zakupów, handlu elektronicznego, systemów informacyjnych wspomagających dystrybucję oraz jako specjaliści ds. transportu wewnętrznego. Studenci PAO na kierunku Logistyka I stopnia dokonują wyboru spośród specjalności:

- E-logistyka,
- Logistyka handlu i dystrybucji,
- Logistyka w małych i średnich przedsiębiorstwach,
- Transport-Spedycja-Logistyka (TSL),
- Zarządzanie jakością w systemach produkcyjnych.

W programie kształcenia szczególnie nacisk kładzie się na wykorzystanie innowacyjnych rozwiązań teleinformatycznych w logistyce. Studenci w ramach zajęć mają między innymi możliwość zdobycia certyfikatu w zakresie systemu zarządzania jakością w logistyce (DEKRA) oraz wykorzystania zintegrowanych systemów informatycznych klasy ERP w logistyce (Microsoft).

Problematyka gospodarki elektronicznej między podmiotami współpracującymi w procesie produkcji i dystrybucji zarówno w skali regionu jak i międzynarodowej jest przedmiotem wielu konferencji krajowych jak i międzynarodowych. Przykładowo XXI konferencja E-Gospodarka dotyczyła zarówno EDI (*Electronic Data Interchange*) jak i EC (*Electronic Commerce*)¹⁷⁶.

¹⁷⁴ <http://www.Ksi%20C4%99garnia%20Difin.htm> Stanisław Krawczyk (red. nauk.), *Logistyka. Teoria i praktyka*, tom 2. Difin, 2011, s. 472.

¹⁷⁵ <http://www.Polska%20Akademia%20Otwarta%20-%20Studia%20przez%20Internet%20-%20Logistyka.htm>

¹⁷⁶ <http://www.Tw%20C3%B3j%20partner%20w%20logistyce%20w%20Polsce%20i%20na%20C5%9Bwiecie.htm>

8.2. Standardy EDI

Jak już wspomniano rozwojowi elektronicznej wymiany dokumentacji towarzyszyło powstanie wielu standardów branżowych oraz w końcowym etapie również wersji standardów światowych, a dalej zostaną wymienione podstawowe z nich¹⁷⁷:

GS1 EDI – Standard GS1 w zakresie schematów Elektronicznej Wymiany Danych, zapewniający użytkownikom globalny język wymiany danych handlowych w ramach e-biznesu, umożliwiając efektywną gospodarkę elektroniczną z wykorzystaniem Internetu.

ODETTE (Organization for Data Exchange by Tele Transmission in Europe) Zestaw standardów branżowych w zakresie ADC i EDI, stosowanych w przemyśle motoryzacyjnym.

UN/EDIFACT (United Nations rules for Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport) Zasady ONZ dla Elektronicznej Wymiany Danych w Administracji, Handlu i Transporcie – globalny standard EDI.

UNTDID (United Nations Trade Data Interchange Directory) Katalog ONZ Wymiany Danych Handlowych zawierający zasady składni i bazę normatywną EDI dla Administracji, Handlu i Transportu (UN/EDIFACT).

SWIFT, mający dwa znaczenia: międzynarodowa organizacja rejestrująca bankowe kody identyfikacyjne, standard branżowy EDI w bankowości.

Sieć wartości dodanej (Value Added Network – VAN) to wydzielona sieć informatyczna, zarządzana przez operatora, poprzez którą można przysyłać informacje i komunikaty EDI oraz EFT (Elektroniczny Transfer Funduszy).

Seryjny Globalny Numer Lokalizacyjny (Serialized Global Location Number) Numer lokalizacyjny GS1 – jednoznaczne indywidualne i szczegółowe w skali świata oznaczenie kodowe, dotyczące podmiotu gospodarczego – jego części albo lokalizacji fizycznej, dla potrzeb ADC i EDI. SGLN bazuje na numerach GLN i indywidualnym / szczegółowym oznaczeniu każdej lokalizacji, w celu zapisu go w kodzie EPC.

Komunikacja w logistyce (*communication in logistics*), czyli przepływ informacji towarzyszący zarządzaniu przemieszczaniem dóbr i związanym z nim czynnościami. W szerokim zakresie wykorzystuje standardową dokumentację (list przewozowy, dokumentację magazynową), kodowanie informacji (kody kreskowe) standaryzację formy przesyłanych informacji (komunikaty EDI) oraz możliwości tworzone przez współczesną telekomunikację (sieci transmisji danych, w tym Internet).

Globalny Numer Lokalizacyjny (*Global Location Number*GS1) służy do identyfikacji lokalizacji – jednoznaczne w skali świata oznaczenie kodowe podmiotu gospodarczego lub jego części albo lokalizacji fizycznej, dla potrzeb ADC i EDI.

Walidacja danych (*data validation*) oznacza weryfikację skanowanych danych, w celu określenia, czy są one zgodne z zasadami aplikacji dla logiki systemu i/lub określonymi wymaganiami użytkowników, przed ich przetworzeniem w aplikacjach EDI.

8.3. Wybrane pojęcia dotyczące logistyki¹⁷⁸

E-logistyka jest jednym z obszarów funkcjonowania logistyki. Jest ona związana z wykorzystaniem Internetu oraz różnego rodzaju systemów informatycznych w procesach logistycznych i stanowi element koncepcji e-SCM (*electronic Chain Supply Management*), a więc elektronicznego Zarządzania Łańcuchem Dostaw. W praktyce e-logistyka nie wiąże się z fizycznym transportem surowców i produktów, bowiem dotyczy ona w 100% „wirtualnego” planowania łańcucha dostaw oraz koordynacji wszelkich procesów logistycznych, a więc działań mających na celu maksymalne zautomatyzowanie oraz usprawnienie procesów poprzez zastosowanie do tego celu sieci komputerowych.

Omawiana dziedzina powstała wskutek rozwoju rynku usług logistycznych, związanych z szeroko pojętą dystrybucją i transportem. Coraz większe wymagania rynku oraz zwiększająca się konkurencja zmusiły do zastosowania innowacyjnych rozwiązań maksymalnie wspierających przebieg procesów logistycznych. Dziedzina ta dotyczy często organizacji całości tychże procesów, począwszy od złożenia zamówienia, aż po jego realizację. W związku z wprowadzeniem usług e-logistycznych, funkcjonować zaczęły liczne aplikacje oraz rozwiązania opierające się na elektronicznej wymianie danych. Również rozmaite serwisy internetowe dostarczają różnego

¹⁷⁷ http://www.logistyka.net.pl/sloownik-logistyczny/szczegoly/337,gs1_edi.

¹⁷⁸ Opracowano na podstawie strony [www: http://logistykawpolsce.pl/artykuly/e_logistyka,38.html](http://logistykawpolsce.pl/artykuly/e_logistyka,38.html).

rodzaju usługi z zakresu e-logistyki, takie jak na przykład porównywarki cen paliw, wyszukiwarki połączeń komunikacyjnych. W obsłudze logistycznej należy odpowiednio dobierać oraz sprawdzać¹⁷⁹: wielkość dostawy, cykl realizacji zamówienia, procenty niezrealizowanych, opóźnionych zamówień, procenty reklamacji i zwrotów, rabaty / upusty, terminy płatności, koszty realizacji dostaw.

Elektroniczna produkcja (*e-manufacturing*), czyli zastosowanie techniki elektronicznej w sferze produkcji, co umożliwia śledzenie realizacji operacji technologicznych zarówno produkcji komponentów jak i ich montażu w wyroby gotowe lub części zamienne. Dostęp partnerów handlowych do planu wytwarzania wyrobów, określenie fazy ich realizacji daje im informację o pożądanym terminie dostawy określonego materiału, części. Ponadto zamawiający może zorientować się czy jego zamówienie indywidualne zostało już wykonane i kiedy może oczekiwać dostawy. Firma gdy produkuje towary ogólniedostępne może zintegrować *e-manufacturing* z elektronicznym zaopatrzeniem, elektroniczną sprzedażą (*e-commerce*) i typowymi wewnętrznymi systemami informatycznymi. Prowadzenie e-zaopatrzenia sprowadza się często do zakupów materiałów po aktywnym uczestnictwie w elektronicznych giełdach towarowych. Giełdy takie oferują dynamicznie zmieniające się ceny i agregację zleceń. Wdrożenie e-zaopatrzenia pozwala na automatyzację wielu powtarzających się zadań w procesie zakupów.

Elektroniczne systemy transportowe (*Intelligent Transport Systems – ITS*) korzystają z nowoczesnych technik komunikacyjnych i stanowią podstawę sieci dystrybucyjnych o zasięgu globalnym. Mogą być zastosowane w zarządzaniu flotą morską przy współpracy z portami krajowymi.

Automatyczna identyfikacja towarów to metoda ewidencjonowania przychodów oraz rozchodów przy wykorzystaniu następujących technologii¹⁸⁰:

- kodu kreskowego,
- ścieżki magnetycznej,
- fal radiowych,
- rozpoznawania znaków / obrazów.

Elektroniczne zakupy (*e-procurement*), czyli dokonywanie przetargów / zakupów przez Internet. Przedsiębiorstwa tworzą na swoich stronach www tzw. elektroniczne rynki. Wymieniają poszukiwane komponenty czy też potrzebę usług. Ekonomistom marzy się sytuacja, gdy wszystkie transakcje będą się odbywać przy zastosowaniu środków elektronicznych (tzw. nowa ekonomia). Pomostem do takiej gospodarki są tworzone obecnie platformy współpracy między biznesowej typu B2B oraz witryny kontaktu biznesu z klientami (B2C). Wymagane w tym względzie są wysokoprzepustowe łącza internetowe. Wraz pojawieniem się nowych możliwości łączności wykreowano inne formy pracy np. telepraca, telemarketing, oraz powstały takie zjawiska jak globalizacja handlu, wirtualna korporacja. Nowy paradygmat jakim będzie cechowała się gospodarka światowa obejmuje elementy: informatyzacja, globalizacja, powszechna i ogólnie dostępna łączność w sieciach teleinformatycznych, suwerenność klientów, podstawowa rola wiedzy. Już obecnie rozwijające się nośniki teleinformatyczne umożliwiają możliwie łatwe komunikowanie się w procesie składania ofert, zakupu czy sprzedaży. Mimo kryzysu gospodarczego w niektórych krajach, następuje rozwijanie i upowszechnianie technologii internetowej. Pewną odmianą możliwości zakupów elektronicznych są sklepy internetowe oferujące różnorodne asortymenty produktów. Cechuje je prosty sposób składania zamówienia i kompletowania zestawu produktów do szybkiej dostawy bezpośrednio do domu klienta czy też bramy firmy. Przedsiębiorstwa, hurtownie coraz częściej prowadzą zbyt swoich towarów różnymi sposobami w tym poprzez systemy informatyczne – sklepy internetowe zintegrowane z kompleksową aplikacją programowa danego obiektu.

¹⁷⁹ Internet: W. Banasiewicz, *e-LOGISTYKA*.

¹⁸⁰ Ibidem.

Organizacja wirtualna, a jej przykładem jest „wirtualna korporacja”, która może powstać dzięki funkcjonowaniu globalnych sieci informacyjnych i tworzonych dużych baz wiedzy, przy aktywnym udziale również internautów. E-biznes wywiera bowiem coraz szerszy wpływ na strategię konkurowania przedsiębiorstw mogą one integrować się elektronicznie przykładowo w celu zarządzania łańcuchem dostaw – eSCM (*electronic Supply Chain Management*). W szerszym zakresie eSCM obejmuje eHandel, eProdukcję, eLogistykę, ePlanowanie, eZaopatrzenie, eProjektowanie, czyli najczęściej wspólne prowadzenie prac przy użyciu Internetu. Wydaje się za celowe uformowanie organizacji wirtualnej do prowadzenia benchmarkingu tj. okresowego określania pozycji wobec konkurentów danej grupy produktów, czy usług na rynku. Źródłem przewagi konkurencyjnej są bowiem¹⁸¹: szybkość i elastyczność działania, wysoka jakość produktów, renoma firmy, sieć i system sprzedaży, nowoczesny produkt, niskie ceny wyrobów.

Party Information (PARTIN) – wymieniany komunikat jest jako pierwszym pomiędzy firmami rozpoczynającymi współpracę handlową¹⁸². Zawiera nazwę firmy oraz dane o lokalizacji, oddziałach, administracji, dane handlowe i finansowe. Komunikat może być wykorzystany do tworzenia centralnego katalogu adresów i podstawowych informacji, dostępnego dla wszystkich zainteresowanych firm.

Product Inquiry (PROINQ) – komunikat umożliwiający kupującemu uzyskanie informacji o towarach i usługach zawartych w katalogu sprzedającego.

Infrastruktura logistyki – podziału infrastruktury logistyki można dokonać według różnych rodzajów klasyfikacji z rozróżnieniem gałęzi transportu¹⁸³ np. podział pierwszego rodzaju:

- liniowa sieć transportowa obejmująca: drogi kołowe; drogi kolejowe i drogi wodne śródlądowe;
- punkty (węzły) transportowe: stacje kolejowe; terminale intermodalne; porty morskie; porty wodne śródlądowe; porty lotnicze; centra logistyczne; przejścia graniczne.

Podział według drugiego rodzaju klasyfikacji jest następujący:

- infrastruktura drogowa: drogi kołowe;
- infrastruktura liniowa, mosty, tunele, skrzyżowania (z innymi drogami i liniami kolejowymi), węzły drogowe (parkingi, place przeładunkowe, manewrowe, drogowe przejścia graniczne), sygnalizacja, urządzenia do pobierania opłat;
- infrastruktura kolejowa: linie kolejowe (tory z podkładami) wraz z budowlami inżynierskimi (mosty, wiadukty, tunele, przepusty, przejazdy kolejowe), urządzenia zabezpieczenia ruchu i łączności, sygnalizacja, sieć energetyczna (trakcja), sieć wodno-kanalizacyjna, stacje (osobowe i towarowe – łącznie z peronami, placami utwardzonymi), terminale intermodalne, bocznicie kolejowe, posterunki odgałęźne i odstępowe;
- infrastruktura morska: morskie obszary brzegowe (przybrzeżne);
- przyległe odcinki linii brzegowych, port morski z infrastrukturą: budowle hydro-techniczne (np. tory podejściowe, kanały), nabrzeża, place utwardzone (do przeładunków, składowania, magazynowania, parkowania, etc.), tory kolejowe, miejsca postojowe, doki;
- infrastruktura wodna śródlądowa: rzeki, kanały, jeziora i inne odcinki wodne specjalnie przystosowane do nawigacji, urządzenia nawigacyjne i sygnalizacyjne (stałe oznakowania), śluzy i stopnie wodne, porty wodne śródlądowe z infrastrukturą towarzyszącą;
- infrastruktura lotnicza: „korytarze powietrzne” (po zainstalowaniu naziemnych urządzeń prowadzenia, nadzoru i kontroli ruchu), porty lotnicze z infrastrukturą, w tym pasy startowe, urządzenia nadzoru i kontroli ruchu, ładowiska.

Transport modalny, oznacza transport – przewóz ładunków wykorzystujący więcej niż jedną gałąź transportu. Najważniejszą regułą jest wykorzystanie tylko jednej jednostki ładunkowej, np. kontenera lub nadwozia wymiennego, na całej trasie przewozów. Zalety transportu intermodalnego są następujące¹⁸⁴:

- może się przyczynić do obniżki globalnego kosztu procesu transportowego,
- pozwala zwiększyć liczbę możliwych wariantów przewozowych,
- może się przyczynić do podniesienia jakości usług,
- dostawa jest szybka i terminowa,

¹⁸¹ Ibidem.

¹⁸² [http://chomikuj.pl/gromik89/Logistyka\(6\)/Komunikaty+w+EDI,1252203380.doc](http://chomikuj.pl/gromik89/Logistyka(6)/Komunikaty+w+EDI,1252203380.doc).

¹⁸³ <http://docs9.chomikuj.pl/2203883849,PL,0,0,Logistyka%2Bi%2Bspedycja.doc>.

¹⁸⁴ Ibidem.

- zwiększona częstotliwość okazji załadowniczych,
- zmniejszenie ryzyka uszkodzenia towaru,
- lepsza dostępność do usług transportowych, czy też możliwość jednorazowego przewiezienia większej partii ładunku.

Najważniejsze elementy transportu intermodalnego to konieczność:

- użycia co najmniej dwóch gałęzi środków transportu,
- wystąpienia tylko jednej umowy o przewóz,
- wystąpienia tylko jednego wykonawcy odpowiedzialnego za przebieg dostawy towaru,
- zjednostkowania ładunku.

Transport multimodalny to przewóz towarów przez co najmniej dwie różne gałęzie transportu, transport intermodalny to zawężenie transportu multimodalnego: w transporcie intermodalnym towar nie zmienia jednostki ładunkowej lub pojazdu, w którym jest przewożony. Ważną konsekwencją zaangażowania operatora do realizacji całego procesu transportowego, jest pojawienie się jednego dokumentu transportowego na całą trasę dostawy oraz łącznej stawki przewozowej obejmującej trasę.

Informacja gospodarcza – wszelkiego rodzaju informacja o systemach, procesach i zdarzeniach zachodzących w gospodarce jako systemie społeczno-ekonomicznym powodująca skutek o charakterze gospodarczym spełniająca oprócz tego przynajmniej jeden z warunków¹⁸⁵:

- przedmiotem informacji są obiekty, procesy, zdarzenia,
- podmiotem informacji, jest podmiot prowadzący działalność gospodarczą,
- wyrażona jest w języku ekonomicznym,
- stanowi integralną część systemu gospodarczego.

Charakteryzuje się funkcjami: informacyjną, decyzyjną, sterowania, konsumpcyjną. Ze wzrostem jakości informacji rośnie również koszt jej pozyskania. Na poszczególnych etapach procesu logistycznego występuje wiele danych zapisywanych na dokumentach transakcyjnych, które dotyczą m.in.¹⁸⁶:

- lokalizacji klienta, wielkości zamówienia;
- lokalizacji zakładów produkcyjnych, składów i centrów dystrybucyjnych;
- kosztów transportu z każdego składu, czy zakładu produkcyjnego do klienta, dostępnych przewoźników;
- poziomu zapasów utrzymywanych aktualnie w każdym składzie i centrum dystrybucyjnym.

Logistyczny system informacji – obejmuje magazynowanie, produkcję, transport, sieci telekomunikacyjne, klientów i partnerów w tym związanych z przepływem dokumentów w technologii EDI, położenie taboru i ładunków; w wymianie komunikatów EDI między partnerami handlowymi występują¹⁸⁷:

- dostawcy,
- dane podstawowe (informacje adresowe, katalog oraz cennik usług),
- transakcje handlowe, a w ramach nich: prośba o ofertę, potwierdzenie/zmiana zamówienia, instrukcja transportowa, awizo wysyłki, potwierdzenie dostawy, faktura, informacja o podatkach, awizo przelewu.
- raporty, obejmujące: harmonogram dostaw, raport o zapasach, raport o sprzedaży,
- klienci.

Informacja logistyczna – w branży logistycznej niezbędnym warunkiem funkcjonowania firmy jest sprawne zarządzanie informacją. Usprawnienie obiegu informacji i procesów biznesowych jest możliwe poprzez stosowanie nowoczesnych technologii informatycznych. Najpopularniejsze technologie w dziedzinie informacji logistycznej oferowane np. przez firmę Comarch to elektroniczna wymiana dokumentów, zarządzanie dokumentami, planowanie dostaw oraz tworzenie analiz i raportów¹⁸⁸. Comarch EDI to platforma umożliwiającą kompleksową obsługę procesów logistycznych, dająca możliwość integracji z rozwiązaniami operatorów

¹⁸⁵ Internet: Wojciech Banasiewicz, *e-LOGISTYKA*, op.cit.

¹⁸⁶ Ibidem.

¹⁸⁷ Internet: Wojciech Banasiewicz, *e-LOGISTYKA*, op.cit.

¹⁸⁸ <http://www.comarch.pl/handel-i-uslugi/rynki/logistyka/>.

logistycznych, elektroniczną wymianą komunikatów typu: instrukcja transportowa, przeładunek, przesyłki/towarów, status transportu, faktury spedycyjne jak również awizacja dostaw powiązana z generowaniem etykiety logistycznej zgodnej ze standardami GS1. Comarch EDI zapewnia efektywną i bezpieczną wymianę danych w całym łańcuchu dostaw.

Zarządzanie dokumentami – dokumenty towarzyszą niemal wszystkim procesom biznesowym w firmie jak i w relacjach z partnerami biznesowymi czy klientami. Przykładowo moduł Comarch ECM to kompleksowe narzędzie pozwalające na sprawne zarządzanie dokumentami i procesami charakterystycznymi dla ogólnej działalności, a w tym procesy zakupowe, zarządzanie HR, jak również dedykowanymi w branży logistycznej jak wsparcie procesów zlecenia i rozliczania spedycji, elektroniczna listów przewozowych wraz z adnotacjami i załącznikami, komplekacja dokumentacji transportowej i rozliczeniowej. Zarządzanie dokumentami elektronicznymi ułatwia też system *aircontainer*; który usprawnia pracę z klientami, oraz zwiększa wydajność przepływu informacji między stronami¹⁸⁹. W tej aplikacji EDI to przede wszystkim elektroniczna wymiana danych (dokumentacji) w postaci przesyłania komunikatów elektronicznych, tworzonych według przyjętego standardu między aplikacjami w różnych systemach komputerowych, za pomocą teletransmisji. Przez EDI rozumiana jest także technologia obiegu i wymiany dokumentów między różnymi aplikacjami współpracujących partnerów handlowych.

Logistyka magazynowa – nowoczesna logistykę magazynową reprezentują np. centra logistyczne są w Poznaniu, Gdyni, Gdańsku i Warszawie o łącznej powierzchni 120 tys. m² oraz składy i magazyny celne¹⁹⁰. W magazynach stosowane jest wysokie składowanie i system komputerowy Qguar firmy Quantum. Występuje monitoring towaru od wejścia do magazynu. Wypracowane są stałe procedury funkcjonowania jednostek logistycznych. Możliwa jest w systemie Quar jednoczesna obsługa wielu zleceń z zachowaniem bezwzględnej kontroli i eliminacją pomyłek operatorów. Pozwala to na precyzję przyjmowania i wydawania towaru z magazynów. Zainstalowany jest system kamer CCTV oraz wykorzystuje się automatyczną identyfikację towaru za pomocą kodów kreskowych, bezprzewodową obsługę terminali radiowych, a także międzysystemową wymianę danych (EDI) drogą elektroniczną pomiędzy systemem Qguar a systemem Klienta.

Zbiorcza specyfika transportowa – dla każdego transportu można wygenerować zbiorczą specyfikę transportową¹⁹¹. Jest to wydruk spedycyjny podsumowujący towary z kilku dokumentów WZ przekazanych kierowcy oraz podanie wagi brutto załadunku. Na dokumencie można wskazać konkretnego kierowcę oraz numer rejestracyjny pojazdu. Przykładowy system enova365 umożliwia także prowadzenie ewidencji pojazdów, definiowanie oraz rozliczanie tras, a także kompleksową ewidencję historii napraw oraz przeglądów technicznych z opcją powiadamiania e-mailem lub SMS-em o zbliżającym się terminie przeglądu. Współpracuje z oprogramowaniem 4trans (dawniej Tachoscan), przez co ewidencja czasu pracy kierowców jest w pełni zautomatyzowana. Na kartotece pracownika/kierowcy istnieje możliwość szczegółowej ewidencji zaświadczeń lekarskich, posiadanych uprawnień oraz odbytych kursów wraz z opcją podpięcia dokumentów lub skanów dokumentów poświadczających posiadane uprawnienia.

Logistyka przedsiębiorstw spedycyjnych – istnieją firmy organizujące proces kompletacji, pakowania i dokumentowania do wysyłki towarów przez własne lub zewnętrzne podmioty transportowe. Pozyskanie wiedzy z tego zakresu jest możliwe na uruchamianych przez niektóre uczelnie studiach podyplomowych¹⁹². Celem studiów podyplomowych Logistyka Przedsiębiorstw Produkcyjnych i Spedycyjnych jest zapoznanie uczestników z koncepcjami i metodami zarządzania procesami logistycznymi. Program Studiów umożliwia zdobycie praktycznej wiedzy związanej z

¹⁸⁹ <http://aircontainer.pl/www/online/plan-transportowy>.

¹⁹⁰ <http://www.solid-logistics.com.pl/2/uslugi>.

¹⁹¹ <http://www.enova.pl/korzysci/dla-kogo/system-enova365-dla-branz/logistyka-i-spedycja/>.

¹⁹² http://www.wsaib.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=1181&Itemid=550&lang=pl.

przepływem materiałów i informacji w obrębie firmy i pomiędzy partnerami w łańcuchu dostaw. Studia te kierowane są do osób poszukujących kompleksowej wiedzy z zakresu projektowania systemów logistycznych, a także zarządzania nimi przy wykorzystaniu systemów informatycznych i komunikacyjnych. Program studiów zawiera aktualną wiedzę z zakresu zarządzania procesami logistycznymi. Solidnie przygotowuje do rozwiązywania współczesnych wyzwań logistycznych. Specjaliści z firm dzielą się ze studentami swoim doświadczeniem, wzbogacając program wiedzą praktyczną z zakresu nowoczesnych koncepcji i metod zarządzania łańcuchem dostaw.

Globalne kanały sprzedaży – trendy w gospodarce spowodowały powstanie nowych i rozbudowę istniejących kanałów sprzedaży¹⁹³. Bez rozwoju specjalistycznych firm zajmujących się transportem globalnym rozwój dystrybucji nie byłby możliwy. Rozwój globalnych kanałów sprzedaży to wielka szansa dla firm logistycznych, ale jednocześnie wielkie wyzwanie. Silna konkurencja na rynku powoduje, że podmioty specjalizujące się w transporcie chcąc nadal się rozwijać w silnie konkurencyjnym otoczeniu muszą stale poszukiwać sposobów na zwiększenie atrakcyjności swojej oferty. Przykładowo firma simplesoftware oferuje zaawansowane rozwiązania technologiczne, które umożliwiają wsparcie krytycznych procesów z możliwością zarządzania nimi od przyjęcia zamówienia poprzez organizację obsługi zlecenia, aż do zarządzania środkami transportu. Ponadto zarządzanie strumieniami przesyłek, lokalizacją w magazynie, personelem serwisem i remontem środków transportu oraz wyposażenia. Zintegrowane aplikacje informatyczne SIMPLE wymienionej firmy mogą być wdrożone możliwie szybko. Oprogramowanie to usprawnia operacyjnie działalność podmiotów w branży transportowej, spedycyjnej i logistycznej. Umożliwia rejestrację czynności związanych z utrzymaniem i serwisem posiadanego wyposażenia. Ułatwia to planowanie, realizację i rozliczanie działań związanych z zapewnieniem sprawnej floty samochodowej. Ponadto umożliwia analizę stopnia wykorzystania i rentowności posiadanej pełnej infrastruktury sprzętowej. Przeważnie oferta firm transportowych, spedycyjnych i logistycznych jest rozbudowana i wielowariantowa trudno więc bez zintegrowanego, nowoczesnego systemu informatycznego ocenić rentowność poszczególnych składników oferty. SIMPLE posiada rozbudowane mechanizmy analityczne pozwalające trafnie podejmować decyzje odnośnie polityki cenowej i budowy oferty. W sprzedaży na rynku globalnym istotna jest szczegółowa kalkulacja rentowności poszczególnych zleceniodawców. Wymagają więc oni od podmiotów na rynku usług transportowych indywidualnej, dedykowanej dla nich oferty.

Produkty SIMPLE Software dla przedsiębiorstw świadczących profesjonalne usługi logistyczne to XPRIMER.CRM i XPRIMER.BPM. Przykładowo XPRIMER.CRM jest zintegrowany z pozostałymi rozwiązaniami SIMPLE, warto podkreślić jest jednak, że może również pracować autonomicznie, udostępniając pracownikom wbudowane mechanizmy zaawansowanych analiz oparte na mechanizmach „tabel przestawnych” i „kości OLAP”, pozwalające na analizę danych wartościowych, ilościowych a także aktywności marketingowych, procesów, zdarzeń czy incydentów. XPRIMER.CRM umożliwia współdzielenie zasobów, z uwzględnieniem terminarzy i grafików.

Pełny zintegrowany system SIMPLE.ERP posiada funkcjonalność kompleksowo wspierającą zarządzanie przedsiębiorstwem, w szczególności:

- zarządzanie finansami i księgowość;
- wsparcie controllingu;
- zarządzanie majątkiem trwałym;
- zarządzanie rozbudowanym obrotem towarowym (zakupy, sprzedaż, gospodarka magazynowa, logistyka) z uwzględnieniem specyficznych wymagań firm branży (rejestracja kosztów serwisu i utrzymania poszczególnych składników majątku, w tym floty);
- obsługa polityki remontowej;
- obsługa kodów kreskowych;
- lokalizacja w magazynie;
- optymalizacja pracy magazyniera, zarządzanie łańcuchem dostaw i trasami, analiza rotacji;
- EDI.

¹⁹³ <http://www.simplesoftware.pl/transport-spedycja-logistyka.html>.

Dla przedsiębiorstw posiadających zaplecze konfekcyjne lub produkcyjne SIMPLE.ERP oferuje dodatkowo rozwiązania do zarządzania produkcją.

8.4. Funkcje spedytora drobnicowego krajowego

Przesłanie ładunku w handlu krajowym wymaga pomocniczych usług transportowych takich jak przeładunek, składowanie, kontrola ilościowa i jakościowa. Do tych usług zalicza się także działalność firm pośredniczących między klientem a przewoźnikiem występujących często w imieniu właściciela ładunku, a ich rolę pełnią przedsiębiorstwa spedycyjne¹⁹⁴. Spedycja jest zatem elementem procesu spedycyjnego. Pojęcie spedycji rozumiane jest jako proces zarobkowego organizowania przemieszczania ładunków od dostawcy do odbiorcy i wykonywania związanych z tym czynności, oprócz samego przewozu. Wyodrębnia się też pojęcie spedycji czystej, czyli realizacji operacji nie wymagających kontaktu z ładunkiem. Zatem spedytor to osoba prawna lub fizyczna wykonująca usługi spedycyjne. Spedytor krajowy powinien znać rynek transportowy, potrzeby sektora TSL (transport + spedycja + logistyka) drobnicy oraz wymagania zleceniodawców i uwarunkowania powierzonych ładunków. Do jego obowiązków należy wycena i doradztwo transportowe dla klientów. Ponadto poszukiwanie ładunków na giełdach. Projektuje on proces transportowy, przygotowuje dokumentację przewozową i sprawuje kontrolę nad jego realizacją przez wybrane podmioty gospodarcze, dbając również o interes klientów. Wyróżniamy następujące rodzaje firm transportowych:

- internetowe;
- konsolidacyjne;
- związane z daną gałęzią transportu, czy też miejscem działania;
- wyspecjalizowane w obsłudze danego towaru/grupy towarów lub kierunku geograficznego, uniwersalne, międzygałęziowe typu operatorskiego;
- logistyczne.

W przedsiębiorstwie spedycyjnym planista trakcji dokonuje kompletacji informacji o ilości przesyłek, dokonuje zapewnienia odpowiedniej ilości środków transportowych negocjując przy tym z klientami datę dostawy. Ponadto opracowuje listy załadunkowe dla magazynu i rozplanowania wypełnienia samochodów. Na stanowisku planista dystrybucji następuje m.in. przyjmowanie dokumentów dostawy typu EDI od klientów kluczowych posiadających terminal systemu firmy spedycyjnej oraz z innych oddziałów firmy, kompletacja i konsolidacja przesyłek z trakcji międzynarodowych. Istotnym elementem jest awizowanie przydzielonych tras przewoźnikom, obliczanie kosztów wykonanych dziennych usług. Typowa struktura organizacyjna obejmuje jeszcze biuro obsługi klienta i stanowiska: informatyk, księgowy, specjalista ds. administracji, magazynier. Operacje usługi drobnicowej o przesyłce do 3000 kg sprowadzają się do: odpowiedniego zamocowania towaru na palecie, poinformowania operatora logistycznego o ilości sztuk opakowań, wymiarach przesyłki na palecie, wadze oraz sposobie załadunku oraz rozładunku.

8.5. Przykłady firm logistycznych uwzględniających EDI

Na rynku polskim istnieje wiele przedsiębiorstw świadczących usługi logistyczne np. wspomniana już firma Fracht FWO Polska w Warszawie zajmuje się frachtem drogowym¹⁹⁵. Organizuje transport drogowy międzynarodowy i krajowy – ładunki całopojazdowe (FTL) i drobnicowe (LTL). Posiada na terenie kraju biura wyspecjalizowane w spedycji drogowej (Warszawa, Wrocław, Skierniewice) oraz rozbudowaną sieć biur i agentów w większości krajów europejskich i pozaeuropejskich. Regularnie obsługujemy takie kierunki jak Francja, Hiszpania, Włochy, Niemcy, Wielka Brytania, Rosja. W ramach usług spedycji drogowej organizuje:

- transport samochodowy całopojazdowy FTL – międzynarodowy i krajowy,
- konsolidację przesyłek – ładunki częściowe i drobnica (LTL),
- transport przesyłek przestrzennych do 120 m³,
- transport w temperaturze kontrolowanej szerokiej gamy ładunków,

¹⁹⁴ Internet: Tomasz Smolarek, *Praktyczne aspekty projektowania procesów transportowych*, GEFCO Polska.

¹⁹⁵ <http://www.frachtwo.pl.htm>.

- transport przesyłek niebezpiecznych (ADR),
- transport drogowy przesyłek ponadgabarytowych,
- dostawy JUST-IN-TIME,
- regularne serwisy typu express na terenie UE,
- przeładunki, składowanie i dystrybucję,
- kompleksową obsługę logistyczną (magazynowanie, konfekcjonowanie, dystrybucję i inne usługi).

Jednak podstawowym zadaniem działalności omawianego przedsiębiorstwa w ramach spedycji drogowej jest transport całopojazdowy.

Zastosowanie technologii EDI szczególnie przydatne jest w komputerowym prowadzeniu transakcji międzynarodowych w procesach logistycznych. Przykładowo międzynarodowy operator logistyczny, Dachser, podwoił liczbę użytkowników Elektronicznej Wymiany Danych i z systemu informatycznego tej firmy uwzględniającego EDI korzysta już pięć tysięcy klientów¹⁹⁶. Obok zamówień oraz zleceń transportu Dachser na życzenie przesyła także do nadawcy awizo. Dodatkowo, codziennie stan zamówień jest elektronicznie aktualizowany, co pozwala zintegrowanym systemom klasy ERP pracować na najnowszych danych. Międzynarodowy operator logistyczny musi dysponować systemem informatycznym zapewniającym bezpieczny interfejs w komunikacji z użytkownikiem – klientem, bieżącą aktualizację i szybkość przesyłu odpowiedzi na żądanie z bazy danych. Klienci przesyłają dane elektroniczne do centrali EDI, która służy jako centrum komunikacji pomiędzy operatorem, jego klientami i partnerami, a wszystko według uznanych na całym świecie standardów technicznych.

Na świecie istnieje wiele baz spedycyjno-transportowych, stanowiących specjalistyczne centra logistyczne zajmujących się przewozami na życzenie wielkich producentów, czy też supermarketów. Dla przykładu wspomnę o centrum logistycznym Gopet Logistics w Bułgarii¹⁹⁷. W tym centrum główna baza logistyczna jest usytuowana strategicznie w pobliżu dwóch głównych autostrad w Bułgarii – E79 oraz E80, jak również w pobliżu obwodnicy Sofii. Budynki magazynowe zajmują powierzchnię 4600 metrów kwadratowych, oferując 5500 miejsc paletowych. Zainstalowany system ERP, pozwala na inwentaryzację plików, przetwarzanie zamówień, generowanie dokumentów przewozowych oraz raportów zarządczych, komunikację w technologii EDI. Gopet Logistics posiada licencje HACCP odpowiednie do przechowywania żywności wydane przez Bulgarian Food Safety Agency (BFSA). W centrach krajowych stosowane są m.in. rozwiązania EDI firmy Infinite Solutions umożliwiające wymianę dokumentów elektronicznych pomiędzy partnerami biznesowymi eliminując pracochłonną i podatną na błędy wymianę papierową¹⁹⁸.

Firma FedEx proponuje system komunikacji komputer-komputer oparty jest na uznanych w kraju normach językowych, zapewniając szybki i łatwy dostęp do dokładnych i aktualnych informacji w środowisku wolnym od papieru¹⁹⁹. System FedEx Freight EDI może być zintegrowany z wielu aplikacjami obsługującymi obszary działalności firmy, w tym:

- zarządzanie łańcuchem dostaw,
- planowanie strategiczne,
- planowania zasobów przedsiębiorstwa.

Kolejnym przykładem jest firma Fracht skupiająca się na branży spedycyjnej i transportowej²⁰⁰.

W ramach realizacji procesów logistycznych firma STERN AG Ltd. w Londynie oferuje wiele możliwości ze zwróceniem szczególnej uwagą na kwestie konfekcjonowania, paletyzacji, komplementacji i dedykowania ładunków drobnicowych do jednostki końcowej. Oznacza to że

¹⁹⁶ http://www.logistykafirm.com/transport_art.php?aid=8694&cat=1.

¹⁹⁷ <http://www.Centrum%20Logistyczne%20Bu%C5%82garia%20%20%20GOPET%20TRANS.htm>.

¹⁹⁸ <http://www.elektroniczna%20wymiana%20danych%20-%20system%20EDI%20-%20operator%20EDI%20-%20EDInet.htm>.

¹⁹⁹ <http://www.FedEx%20Freight%20EDI.htm>.

²⁰⁰ <http://www.Fracht%20-%20transport,%20spedycja%20krajowa%20i%20mi%C4%99dzynarodowa,%20transport%20ponadgabarytowy,%20morski,%20lotniczy,%20logistyka%20mebli.htm>.

jednostka końcowa może otrzymać niewielkie ilości różnorodnego towaru z pominięciem procesu logistycznego związanego z własnym magazynem centralnym²⁰¹.

Firma Solid Logistics będąca członkiem WCA (World Cargo Alliance) oraz IGLN. Oferuje ona szeroki zakres usług logistycznych w zakresie²⁰²:

- logistyki magazynowej;
- spedycja morskiej, lotniczej, drogowej po kraju;
- transportu multimedialnego (morsko-lotniczego, kolejowego-lotniczego);
- dostaw Just-In-Time;
- obsługi celnej.

Nowoczesne centra logistyczne w Poznaniu, Gdyni, Gdańsku i Warszawie obejmują 12 tys. m². Ponadto firma ma składy oraz magazyny celne i stosuje uproszczone procedury odpraw towarów. Stosuje system komputerowy Qguar Quantum, automatyczną identyfikację towarów za pomocą kodów kreskowych, bezprzewodowej obsługi terminali radiowych. Ponadto międzysystemową wymianę danych typu EDI na poziomie partii towaru między Qguar a systemami informatycznymi klientów. Na uwagę zasługuje stosowanie zaawansowanego systemu śledzenia przesyłek SLTT według zindywidualizowanych kryteriów danego zamówienia. System pozwala na kontrolę aktualnego miejsca pobytu oraz statusu przesyłki.

Celem każdej firmy logistycznej jest wyprzedzenie konkurencji oraz posiadanie wielu lojalnych klientów. Duża konkurencja w branży powoduje jednak, że klienci łatwo zmieniają potencjalnego usługodawcę. Następuje więc „walka” o posiadanie rozwiązań, w tym informatycznych dzięki którym wzmocnieniu ulegną relacje z obsługiwanymi już klientami.

8.6. Nowe rozwiązania EDI

Już ponad dwadzieścia lat rozwijana i wdrażana jest technologia wymiany dokumentacji (dokumentów, danych) zwana EDI. Obecnie podjęto próbę wprowadzenia tzw. mobilnego Internetu w towarowym transporcie drogowym²⁰³. Według Kazimierza Bartczaka z Ministerstwa Infrastruktury międzynarodowa normalizacja w dziedzinie EDI dotyczy dwóch obszarów: normalizacji formatów danych, normalizacji systemu komunikacyjnego. Występują standardy branżowe i lokalne (*de facto*): CEFIC, EDIFICE, ODETTE, TRADA-CMMS w Wielkiej Brytanii, AIAG, TDCC, VICS, GENCOD, DAKOM, TRANSCOM. Część z nich została wcześniej przedstawiona. Dopracowano się także standardów (*de jure*), a mianowicie coraz bardziej powszechny UN/EDIFACT jako standard ONZ dla EDI i ANSI X. 12. W historii rozwoju EDI można rozróżnić dwa okresy: przedinternetowy (do połowy lat dziewięćdziesiątych), internetowy.

Upowszechniany jest protokół bezprzewodowego przesyłania danych WAP (Wireless Application Protocol). Inny protokół SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) korzysta z poczty elektronicznej. Stanowi silną konkurencję wobec kosztownego tradycyjnego przesyłania komunikatów w formacie EDI. W tym obszarze powstały firmy pośredniczące świadczące usługi informatyczne typu VAN przekazywania komunikatów EDI między nadawcą a odbiorcą. Po okresie zastosowania poczty internetowej do obniżenia kosztów przesyłania komunikatów EDI między serwerami pocztowymi podjęto prace projektowo-wdrożeniowe mające na celu wykorzystanie przeglądark internetowych. Celem było wyłanianie dokumentów EDI zapisanych w formacie HTML, czyli zastosowanie w praktyce firm systemu WEB-EDI²⁰⁴. W celu wyeliminowania konwersji danych u użytkownika opracowano koncepcję wykorzystania szablonów (templates) i utworzenia tzw. XML/EDI. Zastosowany w próbach język XML (eXtensible Markup Language) jest podzbiorem języka SGML, który wykorzystywany jest do definiowania języków specjalnych zastosowań używanych w WWW.

²⁰¹ <http://www.logistyka-i-spedycja.htm>, www.sternag.com.

²⁰² <http://www.Transport%20morski,%20drobnica,%20spedycja%20morska%20i%20lotnicza%20%20%20%20Solid%20Logistics.htm>.

²⁰³ Bartczak K. *Mobilne EDI w towarowym transporcie drogowym.pdf*, Ministerstwo Infrastruktury.

²⁰⁴ Ibidem.

W ramach projektu COMETA podjęto próbę rozszerzenia EDI w transporcie drogowym²⁰⁵. Głównym celem tego projektu było opracowanie architektury tzw. systemu pokładowego dla pojazdów komercyjnych. W łańcuchu transportowym występuje bowiem potrzeba przesyłania dokumentów elektronicznych z poruszającego się pojazdu do dyspozytora, między nadawcą a odbiorcą oraz między innymi pojazdami. W obecnym czasie możliwości łączności bezprzewodowej – radiowej wdrożenie takiego projektu jest realne. W trakcie realizacji powyższego projektu współpracowano z francuską firmą EDITRANSPORT. Powstały następujące komunikaty EDI/EDIFACT:

- zlecenie transportowe,
- określenie zadań do wykonania dla kierowcy pojazdu,
- raportowanie realizacji zadań.

8.7. Zastosowanie technologii internetowych w centrum logistycznym

Szybki rozwój narzędzi informatyki i teleinformatyki umożliwił wyraźne skrócenie przekazu dokumentów między partnerami w łańcuchu transakcyjnym międzynarodowej wymiany handlowej i stopniowe przechodzenie automatyzacji tych operacji. Jak już wspomniano pierwsze wdrożenia EDI obejmowały duże firmy przemysłu samochodowego i sprowadzały się do wymuszenia takiej elektronicznej wymiany dokumentów przez koncern wobec kontrahentów. Stopniowo po etapie standaryzacji komunikatów EDI taki sposób komunikacji informacyjnej przejmowały także inne branże. W Polsce 55,2% firm stosuje klasyczne rozwiązania EDI, bazujące na makietach formularzy dokumentów transakcyjnych, a zaledwie 19% firm przeszło na tańszą technologię internetową (web-based EDI)²⁰⁶. Technologia EDI stała się wiodąca już w latach osiemdziesiątych w dużych portach np. Amsterdam-Rotterdam.

Zauważono zalety EDI i podjęto prace projektowo-wdrożeniowe nad integracją systemów informacyjnych partnerów biorących udział w wymianie towarów i usług drogą morską. Warto tu zwrócić uwagę na środowiskowe systemy portowe Cargo Community Systems (CCS). Porty które wdrożyły takie systemy EDI mogą pracować w trybie Just-In-Time, czyli dostawie towarów na czas ich wykorzystania bez potrzeby przejściowego magazynowania przed dystrybucją do odbiorców. Udowodnieniem w rozpowszechnianiu EDI jest UN/EDIFACT stanowiący zbiór międzynarodowych unormowań, niezbędnych w posługiwaniu się komunikatami elektronicznymi przesyłanymi w sieciach obiektowych typu Intranet oraz sieci globalnej Internet. Kompleksowe wdrożenie EDI według standardu UN/EDIFACT u wszystkich partnerów łańcuch transakcyjnego gwarantuje efektywność ekonomiczną tego przedsięwzięcia. Uniwersalne komunikaty UN/EDIFACT stosowane w międzynarodowej wymianie towarów są następujące²⁰⁷:

- INVOIC – Faktura handlowa.
- ORDERS – Zamówienie handlowe.
- CREADV – Awizo kredytowe.
- CREEX – Rozszerzone awizo kredytowe.
- CUSDEC – Deklaracja celna.
- CUSRES – Odpowiedź urzędu celnego.
- DEBADV – Awizo debetowe.
- IFTMAN – Awizo dostawy.
- IFTMBC – Potwierdzenie rezerwacji.
- IFTMBP – Rezerwacja prowizoryczna.
- IFTMBF – Rezerwacja wiążąca.
- IFTMIN – Zlecenie spedycyjne.
- IFTMCS – Instrukcja wysyłkowa.
- PAYEXT – Rozszerzone polecenie wypłaty.
- PAYORD – Polecenie wypłaty.
- REMADV – Awizo zapłaty.
- CUSCAR – Raport celny przewoźnika.

²⁰⁵ Internet: Kazimierz Bartczak *Mobilne EDI w towarowym transporcie drogowym.pdf*.

²⁰⁶ Internet: Krzysztof Chwesiuk, *Koncepcja zastosowania elektronicznej wymiany danych dla centrum logistycznego*, Akademia Morska w Szczecinie Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu.

²⁰⁷ Ibidem, tab. 2.

CUSREP – Raport celny dotyczący środków przewozowych.

Oprócz standardowych uniwersalnych komunikatów dla obrotu towarów w centrum logistycznym wykorzystywane są następujące specjalistyczne komunikaty:

IFCSUM – Zestawienie przesyłek skonsolidowanych.
IFTCCA – Opłaty spedycyjne i transportowe.
IFTERA – Powiadomienie o wysłaniu ładunku.
IFTCC – Szczegóły frachtu i innych opłat.
IFTRIN – Informacja o stawce transportowej.
IFTSAI – Możliwości transportowe.
IFTSTA – Stan bieżący przesyłek w transporcie multimodalnym.
IFTSTQ – Zapytanie o stan bieżący przesyłek w transporcie multimodalnym.
IFTDGN – Powiadomienie o ładunkach niebezpiecznych.
IFTIAG – Lista ładunków niebezpiecznych.
APERAK – Potwierdzenie odbioru komunikatu o ładunku niebezpiecznym.
CANMES – Komunikat anulowania.
COARRI – Raport załadunku/wyładunku kontenera.
CODECO – Informacja o dostarczeniu/zabranii kontenera.
CODENO – Anulowanie ważności zezwolenia eksportowego / dokonanie odprawy celnej.
COEDOR – Powiadomienie o kontenerach na składzie.
COHAOR – Zlecenie obsługi specjalnej kontenera.
COFARN – Ogólna dyspozycja kontenerowa.
COPINO – Awizo kontenerowe.
COPRAR – Zlecenie wyładunku/załadunku kontenera.
COREOR – Zlecenie zwolnienia kontenera.

Szczegółowość transakcji wyrażona komunikatami wskazuje, że stanowią one swoisty język uniwersalnego porozumiewania się uczestników procesów logistycznych, spedycyjnych i transportowych w danym centrum jak i między portowymi centrami logistycznymi na świecie. Klasyczne EDI wymaga wyposażenia uczestników wymiany w specjalne oprogramowanie. Trzonem jest translator tłumaczący dokumenty wychodzące z formatu stosowanego u danego nadawcy na format zgodny z przyjętym standardem wymiany. W systemie informatycznym odbiorcy następuje powtórne tłumaczenie na postać stosowaną w jego aplikacji. Jak już nadmieniono stosowanie EDI w zakresie informacji handlowych wymaga użycia określonego standardu np. UN/EDIFACT. Ponadto niezbędna jest jedna z sieci teletransmisyjnej²⁰⁸:

- VAN (*Value Added Network*),
- poczta X.400,
- połączenia bezpośrednie,
- Internet.

Połączenie różnorodnych systemów komputerowych uczestników wymiany wchodzących w skład np. infrastruktury portów morskich wymaga doboru odpowiednich programów zwanych protokołami komunikacyjnymi. Usprawnianie przepływu informacji zależy bowiem od stałego wdrażania nowoczesnych zintegrowanych systemów informatycznych, standaryzacji procedur i dokumentów oraz postępu w zakresie technik teleinformatycznych. Uformowanie sieci teleinformatycznej współpracujących firm i organizacji daje możliwość realizacji optymalizacji procesów w poszczególnych sferach logistyki.

8.8. Identyfikatory GS1

Przedsiębiorstwa branży TSL obejmującej transport, spedycję i logistykę dla usprawnienia procesu dokumentowania oraz kontroli zaopatrzenia w komponenty oraz wysyłki towarów i części zamiennych tworzyły własne rozwiązania informatyczne. Dotyczyły one również automatycznej wymiany danych (ADC) jak również elektronicznej wymiany dokumentów (EDI). Znajomość bowiem standardów światowych była nieznaczna. Jednak obecnie w związku z globalizacją przepływów strumienia materiałów i wyrobów gotowych zauważalne na etykietach i komunikatach

²⁰⁸ Krzysztof Chwesiuk, *Koncepcja zastosowania elektronicznej wymiany danych dla centrum logistycznego*, op.cit.

elektronicznych jest stosowanie rozwiązań GS1²⁰⁹. Formą graficzną unikalnych identyfikatorów są kody kreskowe oraz tzw. tagi radiowe. Zwłaszcza tagi radiowe przyczyniają się do automatyzacji sterowania transakcjami w procesie magazynowania i dystrybucji towarów. Zastosowanie systemu GS1 daje również informacje dodatkowe w postaci kodów kreskowych, szczególnie przydatne w zamawianiu części do używanych już produktów, a mianowicie: datę przydatności, numery seryjne, numery serii produkcyjnej.

Rada Współpracy Celnej rozwinęła się w organizację o zasięgu światowym i w roku 1994 przyjęła nazwę Światowa Organizacja Ceł (*World Customs Organization*) o skrócie WCO. Pozwoliło to podjęcie prac nad opracowaniem i rekomendowaniem rozwiązań globalnych. Do identyfikacji przesyłek międzynarodowych od roku 2004 zalecany był UCR, czyli Unikalny List Przewozowy (*Unique Consignment Reference*). Stosowany jest on przez urzędy celne do identyfikowania grupy jednostek logistycznych. Organizacja GS1 zarządza globalnymi standardami w zakresie EC, czyli gospodarki elektronicznej²¹⁰. Opracowane projekty testowano na przykładzie konkretnych grup transakcji oraz wyrobów. Głównie instytucje GS1 oraz WCO w latach 2006 i 2007 pracowały nad projektem pilotażowym (proof-of-concept) standardu GS1 do identyfikacji przesyłek. Program ten wykazał, że za pomocą Seryjnego Numeru Jednostki Wysyłkowej (SSCC) można określić indywidualną jednostkę transportową / wysyłkową / logistyczną w łańcuchu dostaw. W kolejnym roku identyfikatory GS1 i Identyfikatory Zastosowań GS1 przystosowano do handlu międzynarodowego oraz potrzeb administracji celnej. Upowszechnieniu następujących globalnych identyfikatorów, zwanych kluczami GS1, sprzyja status organizacji GS1 jako non-profit:

GSIN – Globalny Numer Identyfikacji Wysyłki (*Global Shipment Identification Number*),

GINC – Globalny Identyfikator Przesyłki (*Global Identifier for Consignment Number*).

GSIN jest numerem nadawanym przez nadawcę ładunku. Stanowi on unikatowy numer identyfikujący logiczne zgrupowanie jednostek fizycznych do wysyłki transportowej i może być stosowany przez wszystkich partnerów w łańcuchu transportowym np. w komunikatach EDI. Natomiast GINC jest oznaczeniem nadawanym przez przewoźnika i najczęściej koduje numer listu przewozowego.

8.9. Logistyczny łańcuch dostaw

Badanie czasu zamówienia, okresu dostaw oraz magazynowania pozwala przedsiębiorstwu zmniejszyć wartość kapitału zamrożonego w stany magazynu. Logistyka zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji powinna być tak skoordynowana by zaspakajała potrzeby określonych klientów²¹¹. Logistyka zaopatrzenia wykorzystuje istniejące możliwości zaopatrzenia, koordynując przepływ towarów i informacji w celu zapewnienia potrzeb firm produkcyjnych, czy też jednostek handlowych. Potrzeby materiałowe do wytworzenia określonych wyrobów definiowane są przez system klasy MRP rozwijający ich struktury technologiczne. Istotny wpływ na koszty logistyki zaopatrzenia ma zasada lub kilka zasad jednocześnie prowadzenia zaopatrzenia, która może być jako:

- indywidualne zaopatrzenie w razie wystąpienia określonego zapotrzebowania;
- zaopatrzenie z utrzymywaniem zapasów, zwłaszcza przy imporcie surowców z odległych krajów;
- przeważnie dostawa dzienna zsynchronizowana z potrzebami linii montażowej lub wytwarzających komponenty.

Zaopatrzenie to zakup towarów i usług dla danej firmy. Zachodzi potrzeba integracji informatycznej funkcji planowania i sterowania dostawami pomiędzy przedsiębiorstwami, a w tym zastosowanie elektronicznej wymiany danych, czyli EDI. Od logistyki zaopatrzenia wymagane jest zapewnienie niezakłóconego procesu produkcyjnego przy zachowaniu możliwie najniższych zapasów. Od logistyki produkcji wymaga się zapewnienia przepływu informacji i komponentów

²⁰⁹ Kosmacz-Chodorowska, Branża TSL coraz bliżej standardów globalnych GS1, Instytut Logistyki i Magazynowania – GS1 Polska, Poznań.

²¹⁰ Ibidem.

²¹¹ Dyczkowska J., Logistyka zaopatrzenia i produkcji - wpływ na logistykę dystrybucji, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej Transport 2012 z. 84. Instytut Ekonomii i Zarządzania Politechnika Koszalińska.

według kolejności potrzeb poszczególnych operacji technologicznych. Zadaniem tej logistyki są organizacja, kontrola i właściwe planowanie w czasie przepływu surowców, elementów oraz materiałów podczas trwania procesu produkcyjnego. Dla nie zakłócenia ciągłości obróbki lub montażu wymagane są zapasy i spełniają one m.in. następujące funkcje:

- stanowią ochronę przed niepewnością dostaw;
- zapewniają ciągłość dostaw w przypadku produkcji sezonowej i zużycia całorocznego np. przetwórstwo produktów rolnych;
- pozwalają na prowadzenie gry rynkowej przy wykorzystaniu wahań ceny, podaży i popytu.

Na strategię rozwoju przedsiębiorstwa wpływają takie problemy logistyczne jak:

- wybór kontrahentów,
- uformowanie własnej obsługi transportowej lub powierzenie transportu firmie zewnętrznej (*outsourcing*),
- utrzymywanie własnej bazy magazynowej lub przekazanie funkcji magazynowania dostawcom / odbiorcom,
- rozwój własnej sieci dystrybucji lub *outsourcing*,
- zajmowanie się sprzedażą usług i wyprodukowanych wyrobów.

Z biegiem czasu w wyniku selekcji kontrahentów powstaje kwalifikowana lista dostawców oraz zaufanych odbiorców.

Logistyka dystrybucji, jako ostatni etap w łańcuchu logistycznym powinna udostępniać wytworzone produkty, które spełniają oczekiwania nabywców. W tym procesie przemieszczania towarów korzysta się z kanałów dystrybucji stosując adekwatną politykę sprzedaży obejmującą: sposób sprzedaży, służby handlowe, obsługę dostawczą. Dąży się do skrócenia czasów etapów procesu dystrybucji przy zachowaniu odpowiedniej jakości obsługi klientów tj. czasu, niezawodności, komunikacji i wygody pozyskania oraz serwisowania danych towarów. Jest to możliwe poprzez zintegrowanie strumieni zadań w sferze zbytu i sprzedaży. Celem tak uformowanego systemu zarządzania jest minimalizacja kosztów sprzedaży. W logistyce dystrybucji występuje przed fazą transportu do nabywców usługa spedycyjna, a w trakcie jej realizacji istotne są elementy²¹²:

- dogodny czas, terminowość i szybkość świadczenia usługi;
- zakres i sprawność obsługi;
- prawidłowy proces;
- usługi dodatkowe;
- forma rozliczeń;
- dostosowanie do wymagań nabywcy;
- elastyczność dostawy i ewentualność zmiany asortymentu.

Łańcuch dostaw obejmuje: zaopatrzenie (zakupy), składowanie na wejściu i transport, działalność podstawową – produkcję, składowanie na wyjściu i transport, dystrybucję do klientów²¹³. Podany łańcuch dostaw ulega modyfikacji w określonej firmie gdyż czynnikiem wpływającym na niego jest rodzaj produktu, zużywane komponenty oraz czas zamówienia, dostawy, magazynowania. Konieczność magazynowania powoduje dodatkowe koszty i zamraża kapitał w towarze. Wobec zmieniających się gustów klientów przedsiębiorstwo stara się skracać czas zamówienia określonego towaru. Dążenia usprawniające funkcjonowanie łańcucha dostaw prowadzą się do poprawy standardów obsługi klientów, a mianowicie²¹⁴:

- skracania cyklu realizacji zamówienia,
- utrzymania stałego kontaktu z klientem,
- obniżania czasu cyklu dostawy w dniach,
- zapewnienia wygody i poziomu obsługi klienta,
- oferowania dogodnych terminów i warunków płatności,
- utrzymywania coraz niższego procentu uszkodzeń w transporcie,
- podnoszenia procentu prawidłowo zrealizowanych zamówień,
- możliwie szybkiej akceptacji zwrotów w dniach.

²¹² Ibidem.

²¹³ Logistyka zaopatrzenia i produkcji - wpływ na logistykę dystrybucji, op.cit. , rys.1.

²¹⁴ Internet: Wojciech Banasiewicz, e-LOGISTYKA. op.cit.

8.10. Wsparcie procesów logistycznych

Występują kompleksowe aplikacje komputerowe w których EDI jest tylko częścią całego rozwiązania wspierającego proces zarządzania daną jednostką organizacją. Występuje jako wyspecjalizowany moduł lub moduły. Przykładem jest Comarch EDI²¹⁵. Dana firma potrzebuje bowiem szybkiej i wiarygodnej informacji o zdarzeniach występujących w łańcuchu dostaw. W aplikacji Comarch EDI następuje komunikacja elektroniczna na wszystkich etapach tego łańcucha. Kluczowymi preferencjami w wyborze łańcucha dostaw są czas, jakość i koszt. W logistyce przez jakość rozumie się przekraczanie oczekiwań klienta, a więc oferowanie mu więcej niż się spodziewa. Comarch EDI to kompleksowa platforma programowa do komunikacji biznes-biznes (B2B) procesująca około 50 dokumentów.

Wiarygodność firmy Comarch podkreśla występowanie jej jako partner strategiczny w organizacji GS1 Polska oraz aktywny udział w projektowaniu kolejnych standardów komunikatów elektronicznych. Grupa organizacji z różnych branż, a w tym i logistycznej przekracza już 15500 w ponad 30 krajach²¹⁶. Wspomniana platforma programowa umożliwia także połączenia międzyoperatorskie w zakresie EDI, a przykładowymi dokumentami do komunikacji z operatorami logistycznymi są²¹⁷:

- DESADV – Awizo wysyłki.
- RECADV – Potwierdzenie przyjęcia towaru.
- INSDDES – Instrukcja do wysyłki.
- HANMOV – Przeładunek przesyłki/towarów.
- OSTRPT – Raport o statusie zamówienia.
- IFCSUM – Instrukcja transportowa dla zróżnicowania przesyłki.
- IFTMAN – Zawiadomienie o przybyciu.
- IFTMIN – Instrukcja transportowa.
- IFTSTA – Status transportu.
- INVRPT – Raport o stanie magazynowym.

Warto tu dodać, że według badań Instytutu Logistyki i Magazynowania, czas przyjęcia dostawy z zewnątrz poprzez zastosowanie etykiety wraz z elektroniczną awizacją w systemie EDI ulega skróceniu około 66% w porównaniu z przyjęciem tradycyjnym. Zachęca to firmy do podjęcia trudu wdrożenia elektronicznej wymiany dokumentów na wejściu/wyjściu z firmy, jednak ze względu na obszerność wymaganej wiedzy w zakresie technik EDI i szczupłą obsadę informatyków coraz więcej z nich wybiera outsourcing. Korzyści takiej wymiany mogą być zwiększone poprzez elektronicznego ich obiegu wewnątrz danej organizacji wdrażając moduł Comarch ECM. Integracja systemu Comarch EDI i Comarch ECM umożliwi m.in. kompleksową obsługę wszystkich dokumentów firmy, zarówno papierowych jak elektronicznych.

Kolejny moduł wspierający logistykę firmy to *Comarch Infrastruktura IT*. Odpowiada ona za bezpieczne przepływy informacji oraz wsparcie relacji z klientami poprzez wdrożenie adekwatnych rozwiązań telekomunikacyjnych. Usprawnieniu działania poszczególnych procesów służą następujące rozwiązania firmy Comarch:

Comarch Network Managed Services – usługa kompletnej infrastruktury sieciowej oferowanej w modelu pełnego lub częściowego outsourcingu,

Comarch Network Audits – usługa kompleksowych audytów infrastruktury sieciowej,

Comarch Contact Center – kompleksowe rozwiązanie wspomagające zarządzanie relacjami z klientem na wielu płaszczyznach komunikacji,

Comarch Contact Center as a Service (C2AS) – alternatywa wobec budowy własnej infrastruktury potrzebnej do uruchomienia centrum obsługi klientów; Contact Center (CC) zostaje umieszczone w Comarch Data Center i klient ma dostęp do infrastruktury CC.

Trzeba jeszcze wymienić usługi w zakresie analizy i wdrażania rozwiązań zintegrowanych: analiza i projektowanie platform IT, kompleksowa implementacja systemu (dostosowanie aplikacji standardowych, wdrożenie, migracja danych z systemu istniejącego), dostawa sprzętu i

²¹⁵ <http://www.comarchedi.pl>, www.dokumentyiprocesy.comarch.pl

²¹⁶ Siedziba firmy Comarch Spółka Akcyjna w Polsce znajduje się w Krakowie.

²¹⁷ Ibidem.

oprogramowania, zapewnienie wysokiego poziomu wykorzystania zasobów infrastruktury IT. W sytuacji zaawansowanych systemów serwerowych i bazodanowych można powierzyć przykładowej firmie Comarch usługi ciągłe w zakresie zarządzania infrastrukturą IT, a mianowicie:

- utrzymanie i serwis platform sprzętowych,
- zarządzanie i administracja systemami operacyjnymi,
- zarządzanie i administracja bazami danych.

O trafności rozwiązań danej aplikacji świadczą pomyślne wdrożenia i trwałość eksploatacji w dużych obiektach logistycznych. Teraz dla przykładu wymienię dwie implementacje modułów którymi szczyli się firma Comarch w swojej ofercie internetowej:

- implementacja systemu Comarch ECM dla Röbling SUUS Logistics SA,
- etykieta logistyczna w Leroy Merlin.

Röbling SUUS Logistics SA jest przedsiębiorstwem spedycyjnym prowadzącym obecnie działalność w 18 biurach sprzedażowo-operacyjnych. Realizuje operacje logistyczne w magazynach o powierzchni około 100 tys. m². Prowadzona przez ta firmę działalność generuje dużą ilość dokumentów związanych ze współpracą z siecią partnerów biznesowych. Po zrealizowaniu każdego zlecenia transportowego przewoźnicy przekazują Spółce List Przewozowy (KLP) oraz wystawiają fakturę za wykonaną usługę. Wdrożone rozwiązanie informatyczne Comarch ECM obejmujące moduły Faktury zakupowe, Faktury specjalne, Listy przewozowe umożliwia:

- automatyzację procedury akceptacji dokumentów,
- wyeliminowanie konieczności przesyłania dokumentów między oddziałami firmy,
- weryfikację poprawności rejestrowanych w systemie dokumentów.

Wdrożone rozwiązanie zostało zintegrowane z funkcjonującymi już w omawianej firmie systemami IT. Sprawdzanych jest około 5600 faktur oraz 13300 krajowych listów przewozowych miesięcznie na terenie Niemiec.

W roku 1996 firma Leroy Merlin otworzyła swój pierwszy market w Piasecznie pod Warszawą, a w roku 2012 posiadała już 43 sklepy. Posiada centrum dystrybucyjne w Strykowie o powierzchni 56 tys. m² z 68 dokami rozładunkowo-załadunkowymi. Obsługuje ono dystrybucję do sklepów omawianej firmy w Polsce. Leroy Merlin od 2006 roku wykorzystuje platformę programistyczną Comarch EDI do wymiany poprzez sieć teletransmisyjną zamówień i faktur (łącznie 200 tys. dokumentów) ze swoimi 700 dostawcami. Masowość transakcji i znaczne koszty spowodowały, że podjęto decyzję, aby rozbudować już częściowo stosowaną przez dostawców funkcjonalność Comarch EDI Web o:

- automatyczne generowanie Awiza wysyłki (DESADV) na podstawie otrzymanego zamówienia;
- tworzenie jednostek logistycznych właściwych dla Leroy Merlin tj. paleta, paczka, rolka wraz z automatycznym/ręcznym wpisywaniem kodu SSCC oraz wskazywania jednostek nadrzędnych w przypadku etykiety zgrupowanej;
- szybkie i proste przyporządkowanie linii zamówienia do danej jednostki logistycznej oraz wskazanie ilości towaru do zapakowania;
- wysyłanie awiz wysyłki oraz bieżący podgląd do informacji o statusie przetwarzania tego dokumentu;
- wydruk etykiety logistycznej zgodnej z szablonem wskazanym przez Leroy Merlin bezpośrednio z aplikacji webowej.

Ponadto poprzez Comarch EDI Tracking istnieje możliwość śledzenia oraz weryfikacji poprawności dokumentów.

8.11. Zagadnienia

1. EDI
2. UN/EDIFACT
3. E-logistyka
4. Standardy EDI
5. Seryjny Globalny Numer Lokalizacyjny
6. Elektroniczna produkcja
7. Organizacja wirtualna

8. Transport multimodalny
9. Aircontainer
10. Globalny kanał sprzedaży

* * *

Technologia EDI z trudem torowała sobie drogę w Polsce. Impetu dodały jednak implementacje standardowych aplikacji w dużych firmach spedycyjnych i zespołach portów morskich oraz jej popularyzacja przez stowarzyszenia krajowe zajmujące się gospodarką elektroniczną według wskazań organizacji GS1. Rozwiązania informatyczne nazywane niekiedy platformami zostały najczęściej zintegrowane z obiektowymi systemami zarządzania klasy ERP.

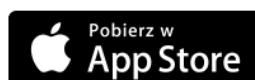
Pomyślność sieci globalnej – Internetu zaowocowała powstaniem nowych wersji aplikacji programowych do elektronicznej wymiany danych rozumianej też jako wymiana określonych „obrazów” dokumentów funkcjonujących w procesie logistycznym. Szkoda, że zasadniczo następuje tylko konwersja dokumentów/procedur tradycyjnych na zestandaryzowane światowo formy dokumentowania transakcji dostawy, magazynowania i dystrybucji towarów. Warto w przyszłości zastanowić się nad wyraźnym „odchudzeniem” i ograniczenie nadmiernej wieloetapowej asekuracyjności w śledzeniu poszczególnych etapów logistycznych w obszarze zaopatrzenia produkcji i transportu.

9. Aplikacje mobilne w logistyce

9.1. Wstęp

W *Encyklopedii zarządzania* „Logistyka jest to proces planowania, realizowania i konstruowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów do produkcji wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta”²¹⁸. Natomiast według S. Kummera i J. Webera „Logistyka jest to koncepcja zarządzania procesami i potencjałem dla skoordynowania realizacji przepływów towarowych w skali przedsiębiorstwa i powiązań między jego partnerami rynkowymi”. Określenie aplikacja mobilna oznacza oprogramowania działające na urządzeniach przenośnych, takich jak telefony komórkowe, smartfony, palmtopy czy tablety²¹⁹. Aplikacje mobilne można podzielić na: samodzielne – działające bez dostępu do Internetu; klienckie – na potrzeby klienta, łączące z odpowiednim serwerem przez Internet; internetowe – w postaci stron mobilnych; gry komputerowe. Przewiduje się, że usługi dostępne za pośrednictwem smartfonów i tabletów będą w przyszłości dźwignią rynku mobilnego. Urządzenia mobilne są sprzedawane z podstawowymi programami, a należą do nich: przeglądarka internetowa, klient poczty elektronicznej, kalendarz, mapy i aplikacja do nabywania multimedialnych treści.

Aplikacje dodatkowe, które chcemy zainstalować dostępne są w tzw. sklepach internetowych i pracują w środowisku mobilnych systemów operacyjnych, w tym przede wszystkim w Google Play, Apple App Store, Windows Phone Store i BlackBerry App World. Loga najpopularniejszych wejść do Google Play oraz App Store są następujące:



Tak więc aplikacje pobierane są z danej platformy (sklepu internetowego) na urządzenia do tego przystosowane np. laptopy, komputery stacjonarne. Jak już wspomniano Google Play to internetowy sklep Google z aplikacjami, grami, muzyką, książkami, magazynami, filmami i programami TV²²⁰. Treści ze sklepu są przeznaczone przede wszystkim do korzystania za pomocą urządzeń działających pod kontrolą systemu operacyjnego Android. App Store stanowi platformę dystrybucji cyfrowej z aplikacjami dla iPada, iPhone’a oraz iPod touch firmy Apple Inc²²¹. Dodam tu, że osoby piszące płatne aplikacje do App Store otrzymują 70% od sprzedanych własnych aplikacji, a 30% trafia do Apple. Zajmując się określeniami podstawowymi z zakresu technologii mobilnej warto samemu sięgnąć po dalsze wyjaśnienia w tym zakresie zamieszczone w Internecie. Pojawia się często pojęcie „platforma”, które ma różne znaczenia, a może to być tzw. *framework*²²², który stanowi szkielet programistyczny do budowy aplikacji, gdyż określa jej strukturę, ogólny mechanizm działania, dostarcza komponenty i umożliwia dostęp do biblioteki ogólnego przeznaczenia. W takiej sytuacji rola programisty sprowadza się do uszczegółowienia *frameworku* według potrzeb realizowanego projektu dla określonego użytkownika.

9.2. Przykłady branżowo zorientowanych aplikacji mobilnych

Zagłębmy teraz do przykładowej darmowej aplikacji mobilnej zwanej DiDi, bardzo popularnej na rynku chińskim^{223 224}, którą możemy pobrać ze sklepu internetowego Google Play oraz App Store. Aplikacja o nazwie DiDi umożliwia w Chinach zamówienie taksówki, kierowcy zatrudnionego przez firmę o nazwie również DiDi, skorzystanie z przejazdu busem tej firmy, a

²¹⁸ <https://mfiles.pl/pl/index.php/Logistyka>, dostęp: 30.07.2019.

²¹⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Aplikacja_mobilna, dostęp: 30.07.2019.

²²⁰ https://pl.wikipedia.org/wiki/Google_Play, dostęp: 30.07.2019.

²²¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/App_Store, dostęp: 31.07.2019.

²²² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Framework>, dostęp: 30.07.2019.

²²³ <https://www.chinskiraport.pl/blog/chinskie-aplikacje-mobilne/>, dostęp: 30.07.2019.

²²⁴ <https://play.google.com/store/search?q=DiDi>, dostęp: 30.07.2019.

nawet wypożyczenie samochodu czy też roweru (zob. Rycina 9.1). Podane wcześniej udogodnienie mobilne jest możliwe dzięki szybkiemu rozwojowi technologii informatycznej (IT)²²⁵. Pojęcie to obejmuje kilka dziedzin, a mianowicie informatykę, telekomunikacje oraz inne dziedziny stosujące narzędzia przetwarzania informacji.



My China Taxi-한국
China Pleasure Tour C

Źródło: Opracowanie własne na podstawie - <https://play.google.com/store/search?q=DiDi>.

Ryc. 9.1. Logo aplikacji DiDi

Tworzenie oraz sprzedawanie aplikacji na urządzenia mobilne w zakresie wspomaganie pracy na różnych stanowiskach procesu zarządzania jest obecnie bardzo intratnym biznesem dla wielu firm komputerowych. Dla przykładu wymienię firmę appcreo z Poznania²²⁶. Specjalizuje się ona w tworzeniu aplikacji mobilnych na systemy Android, iOS i Windows Phone. Te aplikacje są przeważnie dedykowane określonej firmie. Appcreo wykorzystuje aktualne technologie i uwzględnia występujące trendy. Prace nad aplikacją dedykowaną rozpoczynają się od wykonania specyfikacji, a następnie opracowania projektu tzw. UX/UI, a dalej dobrej grafiki. Gotową aplikację umieszcza się w odpowiednim sklepie np. Google Play, czy też App Store. Oferowane jest opracowanie publikacji natywnych i hybrydowych oraz ich testowanie w środowisku użytkownika, a następnie ich serwisowanie. Proponowane są też aplikacje w wykonaniu alternatywnym na platformy Android lub iOS. Jednak na szczególną uwagę zasługuje integracja zbudowanej aplikacji mobilnej z CRM (*Systemem Zarządzania Współpracą z Klientami*) oraz systemami sprzedażowymi. Aplikacja ta na życzenie użytkownika może spełniać między innymi następujące funkcje:

- rejestracja / weryfikacja użytkowników,
- geolokalizacja,
- integracja z systemem map,
- konfiguracja oraz składanie zleceń/zamawianie produktu,
- płatności online,
- obserwowanie statusów i uzupełnianie formularzy.

Powróćmy do użytego wcześniej symbolu UX (*user experience*), pod którym kryje się skupienie uwagi w projektowaniu, na wrażenie jakie doświadczy użytkownik przy korzystaniu z danej aplikacji²²⁷. Dodam, że wykonanie aplikacji dla każdej z platform traktowane jest przez appcreo jako osobny projekt. Aplikacje natywne, kupowane w sklepie internetowym, zorientowane są na określone urządzenie mobilne np. smartfon lub laptop. Natomiast aplikacje mobilne hybrydowe to połączenie rozwiązań aplikacji natywnej i webowej. Aplikacje hybrydowe można dopasować do telefonów, tabletów z uwzględnieniem rozdzielczości ich ekranów. Często tu wspomnianą platformą Android, jest systemem operacyjnym z jądrem Linux dla urządzeń mobilnych takich jak telefony komórkowe, smartfony, tablety i netbooki²²⁸. Nadmienię, że w sierpniu 2014 było dla tego systemu dostępnych ponad 1,3 miliona aplikacji w Google Play. Drugim z często wymienianych systemów operacyjnych technologii mobilnej jest iOS firmy Apple Inc.²²⁹. Stosowany jest on w urządzeniach mobilnych iPhone, iPod touch oraz iPad. Aplikacje dedykowane, zorientowane są branżowo na potrzeby określonych często małych firm i z tego względu warto dalej wymienić choć kilka produktów firmy softwarowej appcreo.

²²⁵ https://mfiles.pl/pl/index.php/Technologia_informatyczna, dostęp: 30.07.2019.

²²⁶ <https://appcreo.pl/>, dostęp: 30.07.2019.

²²⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/User_experience, dostęp: 30.07.2019.

²²⁸ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Android_\(system_operacyjny\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Android_(system_operacyjny)), dostęp: 30.07.2019.

²²⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/iOS>, dostęp: 30.07.2019.

Kominiarczyk-app.pl – aplikacja mobilna wykonana na platformę Android, która ułatwia pracę kominiarzom i obejmuje między innymi funkcję zaawansowane formularze kontroli budynków oraz historię przeglądów²³⁰.

Discover Ever – aplikacja przygotowana na platformę Android i iOS wykorzystująca drukowane reklamy do odkrycia dodatkowego *contentu* (wartości treści). Obejmuje ona takie funkcje jak rozpoznawanie obrazu, moduł udostępniania, panel klienta, zaawansowany system do zarządzania.

Lupus – porównywarka ofert z możliwością zamówienia usługi na dany dzień i godzinę oraz zapłaceniem online.

Cukiernia Ania – aplikacja skierowana jest do pracowników określonej cukierni.

Insur Invest – aplikacja służy do zakupu ubezpieczeń przez klientów i obejmuje między innymi integrację z SMS Api oraz z modułem czat.

Nadmienie, że w projektowanych aplikacjach mobilnych wykorzystuje się czasem dostęp do prowadzenia rozmowy w formie czatu, czyli pogawędki²³¹. Jest to rodzaj rozmowy między dwoma lub wieloma użytkownikami komputerów za pośrednictwem Internetu lub innej sieci komputerowej, polegającej na naprzemiennym przesyłaniu wiadomości tekstowych. Wraz z postępem technologicznym zauważono, że tradycyjny czat można rozbudować dodając funkcję połączenia audio i wideo, a efektem takiego projektowania było powstanie oprogramowania Gadu-Gadu oraz Skype. Wymieniony tu SMS Api to interfejs programowy, który umożliwia wysyłanie krótkich wiadomości za pośrednictwem bramki SMS²³².

Istotnym krokiem w procesie projektowania komunikacji za pośrednictwem urządzeń mobilnych jest wybór technologii za pomocą której realizowane będą cele biznesowe. Musimy rozważyć, czy zbudować aplikację hybrydową, czy natywną?²³³. Jak już nadmieniono aplikacje natywne to programy, które napisane są indywidualnie w określonym języku pod daną platformę mobilną. Natomiast aplikacje hybrydowe pozwalają na stworzenie jednej aplikacji na kilka systemów, z której część jest współdzielona, a część dotyczy tylko danej platformy. Zaletą aplikacji natywnych jest większa jej wydajność oraz szybkość realizacji. Natomiast podstawową zaletą aplikacji hybrydowych jest oszczędność zasobów, gdyż wspólny jest w tym zakresie kod programowy dla platformy Android oraz iOS. Opracowanie określonego rodzaju aplikacji podyktowane jest potrzebami klienta danej branży oraz specyfiką rynku, np. gdy wiemy, że użytkownicy w danym regionie zdecydowanie korzystają tylko z jednej platformy, to projektujemy tylko na nią. Powróćmy jednak do dalszych aplikacji oferowanych przez firmę appreo.

IT-Renhold – aplikacja dla użytkowników poszukujących firmy sprzątającej na terenie Norwegii oraz dla pracowników firmy Renhold.

Hebrock Polska – aplikacja pełniąca funkcję informacyjną w zakresie oferty firmy dla osób nie będących jeszcze klientami firmy.

VitaMind – aplikacja skierowana do wszystkich użytkowników chcących dbać o swoją dietę, posiadająca rozbudowaną bazę przepisów.

Koszyk Marzeń – aplikacja wykonana na Android na potrzeby sklepu z zabawkami.

CountMe – aplikacja skierowana do wszystkich użytkowników chcących pochwalić się swoimi zakupami oraz podróżami.

MOTOEXPERT – aplikacja dla firmy zajmującej się likwidacją szkód komunikacyjnych.

FORMUSED24 – aplikacja dla firmy zajmującej się kontrolą sklepów w Niemczech.

AUTOPOMOC24 – aplikacja ta została opracowana na trzy rodzaje platform systemów operacyjnych: Android, iOS, WindowsPhone. Zastosowano technologię GPS do wyszukiwania pomocy drogowej, holowania, wulkanizacji w promieniu 30 km od obecnej lokalizacji, w której osoba poszukująca pomocy drogowej się znajduje.

²³⁰ www.kominiarczyk-app.pl, dostęp 31.07.2019.

²³¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Czat>, dostęp 31.07.2019.

²³² <https://www.twilio.com/docs/glossary/what-is-sms-api-short-messaging-service>, dostęp: 31.07.2019.

²³³ <https://appchance.com/pl/blog/native-vs-hybrid-jaki-rodzaj-aplikacji-mobilnej-wybrac/>, dostęp: 31.07.2017.

Jak już nadmieniono, oprócz Google Play przy zakupie aplikacji mobilnej możemy też skorzystać z dostępu do sklepu Microsoft Store²³⁴. Sklep ten posiada aplikacje dla systemu Windows o interfejsie Modern UI. Firma oppcreo oferuje jeszcze inne specjalizowane aplikacje mobilne, ale spośród wymienionych z punktu widzenia logistyki na większą uwagę zasługuje MOTOEXPERT oraz AUTOPOMOC24. Spośród publikacji internetowych, z szeroko pojętej logistyki, proponuję zapoznać się z tekstami:

- Jasiukiewicz A., *Aplikacje mobilne jako innowacyjne narzędzie promocji marki w opinii konsumentów*²³⁵,
- Antonowicz M., *System automatycznego wykrywania kolizji wykorzystujący urządzenia mobilne*²³⁶,
- Smółka J., Łukasik E., *Handel internetowy – implikacje dla logistyki*²³⁷,
- Ciszewski T., Wojciechowski J., *Logistyczne zastosowania systemów informacyjnych*²³⁸,
- Żyła K., *Możliwości zastosowania App Inventor do budowy aplikacji mobilnych wykrywających zaburzenia koncentracji*²³⁹.

Przytoczę jeszcze dwie publikacje dotyczące technologii mobilnej:

1. *Rozwiązania cloud computing w logistyce: stan obecny i tendencje rozwojowe*²⁴⁰. W publikacji dokonano analizy rynku rozwiązań informatycznych jako usługi w „chmurze” dla zastosowań w logistyce. Ponadto nakreślono prognozy rozwoju stosowalności tego typu usługi w najbliższych latach.

2. *Rejestracja zachowań komunikacyjnych w czasie rzeczywistym jako wsparcie organizacji i zarządzania transportem*²⁴¹.

Coraz częściej przedmiotem publikacji naukowych z zakresu logistyki jest telematyka, zwłaszcza dotycząca urządzeń rejestrujących i monitorujących zainstalowanych w samochodach ciężarowych. Ogólnie biorąc pojęcie to oznacza rozwiązania telekomunikacyjne, informatyczne i informacyjne oraz rozwiązania automatycznego sterowania dostosowane do potrzeb obsługiwanych systemów fizycznych²⁴². Stosowane są obecnie terminy: telematyka transportu, telematyka medyczna, telematyka przemysłowa i inne. Systemy telematyczne stosują różne urządzenia, programy komputerowe oraz systemy. Dużymi krokami wkracza telematyka również obsługi ruchu nowoczesnych miast, a element zainteresowania tą problematyką spotykamy w publikacji: *Telematyka w logistycznym zarządzaniu transportem w miastach*²⁴³.

Na rynku polskim w zakresie logistyki miejskiej wkraczają nowe rozwiązania dotyczące logistyki przewozów. Przykładami są duże miasta polskie np. Wrocław, gdzie wdrożono system teleinformatyczny o nazwie Uber²⁴⁴, będący wytworem amerykańskiej firmy Uber Technologies Inc. Skorzystanie z Ubera wymaga wcześniejszego zarejestrowania się w oknie dialogowym (zob. Rycina 9.2). Zachęcam Czytelnika do pełnego przetestowania możliwości zamówienia środka transportu i skorzystania z przewozu na terenie danego miasta.

Coraz częściej produkowane wyroby gotowe mają znamiona pewnej inteligencji, wyręczając po części użytkownika z niektórych czynności. Mogą one wejść w system zintegrowany np. inteligentnego budynku i na bieżąco informować o stanie swojej sprawności. Zauważono, że urządzenia – przedmioty mogą pośrednio, albo bezpośrednio gromadzić, przetwarzać lub

²³⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Sklep_Microsoft, dostęp: 31.07.2019.

²³⁵ https://scholar.google.pl/scholar?q=aplikacje+mobilne+logistyka&hl=pl&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholartzia, dostęp: 31.07.2019.

²³⁶ <https://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/338-artykuly-na-plycie-cd-2/9123-smolka-lukasik-skublewska-paszowska-system-automatycznego>, dostęp: 31.07.2019.

²³⁷ <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=564964>, dostęp: 31.07.2019.

²³⁸ <https://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/-/2524>, dostęp: 31.07.2019.

²³⁹ <https://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/298-artykuly-na-plycie-cd-1/3860-artykul>, dostęp: 31.07.2019.

²⁴⁰ <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-d2d11766-36c9-41b1-a98a-a12d20e6356c>, dostęp: 31.07.2019.

²⁴¹ <https://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/334-artykuly-na-plycie-cd-2/8166-sierpinski-celinski-staniek-druk>, dostęp: 31.07.2019.

²⁴² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Telematyka>, dostęp: 31.07.2019.

²⁴³ <https://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/199-artykuly-na-plycie-cd/246-artykul>, dostęp: 31.07.2019.

²⁴⁴ <https://en.wikipedia.org/wiki/Uber>, dostęp: 10.07.2019.

wymieniać dane za pośrednictwem instalacji elektrycznej inteligentnej KNX lub sieci komputerowej. Przedmiotami tymi mogą być urządzenia gospodarstwa domowego, artykuły oświetleniowe i grzewcze. Z tego względu warto zainteresować się publikacją „*Internet rzeczy*”²⁴⁵. Internet rzeczy (*Internet of Things*) określany jest skrótem IoT. Kolejna publikacja „*Internet rzeczy w rozwoju e-logistyki organizacji inteligentnych*” wskazuje wpływ IoT na organizację nowoczesnych obiektów²⁴⁶. Celem przytoczonej publikacji jest przedstawienie *Internetu rzeczy* jako swobodnego ekosystemu teleinformatycznego, przyczyniającego się w sposób zasadniczy do rozwoju organizacji zarówno gospodarczych jak i usługowych.

The image shows a screenshot of the Uber mobile application's registration screen. At the top, there is a blue header with the Uber logo. Below the header, the text reads 'Zarejestruj się, aby zamówić przejazd' (Sign up to book a ride) and 'Tanie i niezawodne przejazdy po mieście' (Cheap and reliable rides in the city). The registration form consists of several input fields: 'Imię (wymagane)' (First name, required), 'Nazwisko (wymagane)' (Last name, required), 'Wpisz swój numer telefonu (wymagane)' (Enter your phone number, required) with a dropdown for country code (+48) and a text box for the number, 'Wpisz swój adres e-mail (wymagane)' (Enter your email address, required) with a 'Wyślij e-maila' (Send email) button, and 'Wpisz hasło (wymagane)' (Enter password, required) with a password strength indicator.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie publikacji internetowej.
Ryc. 9.2. Okno rejestracji w aplikacji mobilnej Uber

Temat „*Inteligentna logistyka jako element kreowania wartości dodanej dla klienta*” jest inspiracją następnej publikacji internetowej²⁴⁷. Dążenie do nowoczesnej e-logistyki to także zastosowanie techniki radiowej RFID do identyfikacji transakcji i obsługi klientów w masowych przepływach materiałów i wyrobów we współczesnym zglobalizowanym biznesie²⁴⁸.

9.3. Projektowanie aplikacji mobilnych

Potrzeby dotyczące projektowania aplikacji mobilnych spotykamy w publikacji internetowej Grzegorza Roga²⁴⁹. Nadmienia on, że na świecie jest już ponad pięciokrotnie więcej urządzeń mobilnych niż desktopów, a niemal 25% użytkowników korzysta wyłącznie z urządzeń mobilnych do przeglądania sieci. Największe polskie serwisy rejestrują w przybliżeniu 50% ruchu właśnie ze smartfonów, tabletów i innych urządzeń mobilnych. Można wyróżnić trzy podstawowe platformy projektowe w tworzeniu aplikacji mobilnych:

- *Google Material Design*²⁵⁰,
- *iOS Human Interface Guidelines*²⁵¹,
- *Windows Design*²⁵².

Nadrzędna zasadą podczas projektowania na urządzenia mobilne jest „*Win as one*”, która mówi, że warto projektować aplikacje tak, aby ich najważniejsze, powtarzalne elementy jak

²⁴⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Internet_rzeczy, dostęp: 10.08.2019.

²⁴⁶ https://www.ue.katowice.pl/fileadmin/user_upload/wydawnictwo/SE_Artyku%C5%82y_231_250/SE_249/24.pdf, dostęp: 10.08.2019.

²⁴⁷ http://www.pszw.edu.pl/images/publikacje/t073_pszw_2015_klepacki-gidzinski---inteligentna-logistyka-jako-element-kreowania-wartosci-dodanej-dla-klienta.pdf, dostęp: 10.07.2019.

²⁴⁸ <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.ekon-element-000171508863>, dostęp: 10.08.2019.

²⁴⁹ <https://blog.eduweb.pl/projektowanie-aplikacji-mobilnych-co-musisz-wiedziec-jak-zaczac/>, dostęp: 10.08.2019.

²⁵⁰ <https://design.google.com/resources/#material-design-guidelines>, dostęp: 10.08.2019.

²⁵¹ <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/>, dostęp: 10.08.2019.

²⁵² <https://dev.windows.com/en-us/design>, dostęp: 10.08.2019.

nawigacja, były podobne w różnych aplikacjach. Wdrażanie aplikacji hybrydowych wymaga posiadania różnych środowisk – Mac OS oraz Windows, w przypadku różnych platform. Możliwość zgłoszenia aplikacji mają zarejestrowani deweloperzy, co wiąże się z roczną opłatą developerską za każdą z platform. Jak już po części nadmieniałem, w projektowaniu aplikacji mobilnej należy uwzględnić:

- rozdzielczość interfejsu aplikacji, z uwzględnieniem popularnych platform mobilnych (iOS, Android, Windows Phone/Windows);
- skalowanie sprzętowe, między innymi wynikające z formatu ekranu; niektóre elementy na ekranie urządzenia mobilnego są powiększane dwukrotnie dla uzyskania lepszej czytelności;
- dostarczenie odpowiednich grafik;
- projektowanie pod dotyk, poprzez zastosowanie interfejsu dotykowego;
- zaplanowanie animacji;
- fonty, ikony oraz kolory; podobnie jak elementy interfejsu, takie jak kontrolki, korzysta się ze specjalnych fontów, czy wskazówek dotyczących ikonografii i kolorów dla poszczególnych platform;
- gotowce, np. podczas projektowania aplikacji mobilnych korzysta się darmowych zestawów kontrolki;
- narzędzia, w trakcie procesu projektowania korzysta się aplikacji Photoshop oraz Illustrator;
- testowanie na urządzeniu na który zaprojektowano daną aplikację mobilną.

W projektowaniu aplikacji mobilnych stosuje się jeszcze inne pomoce programistyczne wymienione w publikacji *"15 prostych narzędzi do tworzenia biznesowych aplikacji"*²⁵³. Tworzenie bowiem aplikacji na smartfony i tablety nie należy do łatwych zadań programowych i z tego względu korzysta się z narzędzi wymienionych w dalszej części opracowania.

1. AgilePoint NX – podstawowy program do szybkiego tworzenia aplikacji. Środowisko to łączy w sobie narzędzie typu *"przeciągnij i upuść"* oraz silne wsparcie połączenia z zewnętrznymi systemami. Ponadto jest to program do tworzenia formularzy online i narzędzie do tworzenia raportów. Platformę tę zainstalować można w prywatnej lub publicznej chmurze SaaS, a także stacjonarnie, na swoim dysku twardym. Prostim rozwiązaniem jest Appery.io oparty na chmurze, który między innymi służy do tworzenia aplikacji mobilnych, przy czym jest tu także graficzny edytor *"przeciągnij i upuść"*. Appery.io współpracuje z systemami operacyjnymi Android, iOS oraz Windows.

2. Appian Quick Apps – platforma to tworzenia aplikacji mobilnych na systemy operacyjne iOS, Android oraz jako aplikacje webowe.

3. BizAgi BPM Suite, oparty na Windows wchodzący w skład większego narzędzia program służący do modelowania i dokumentowania procesów.

4. Caspio Bridge – opiera swoje działanie na bazie danych SQL z webowym interfejsem do zarządzania danymi.

5 i 6. K2 Blackpearl oraz rozszerzona wersja Appit – umożliwiają budowę aplikacji mobilnych i sieciowych. Wersje z użyciem narzędzia typu K2 dostępne są dla iOS, Androida i Windows Phone, natomiast usługi cloud-computing oparte są na serwerach z systemem Windows.

7. Kony Visualizer – środowisko programistyczne typu *"przeciągnij i upuść"* umożliwiający budowę natywnych oraz sieciowych aplikacji dla telefonów, tabletów, komputerów osobistych. Można skorzystać z *frameworków* i wieloplatformowych szablonów do zaprojektowaniu interfejsu użytkownika. Dodam, że Kony Visualizer umożliwia także projektowanie na Apple Watch.

8. MATS BPM – narzędzie to służy do projektowania aplikacji klasy BMP (*Bussines Process Management*) i ma duże możliwości modelowania i automatyzacji procesów. Umożliwia projektowanie interfejsu użytkownika na różnych urządzeniach.

9. Mendix App Platform i Mendix Modeler – umożliwiają projektowanie aplikacji sieciowych, działających w przeglądarkach internetowych, zarówno tradycyjnych, jak i mobilnych. Ponadto można budować hybrydowe aplikacje mobilne dla telefonów i tabletów.

10. Micropact Entellitrak – daje wsparcie dla modelowania danych i gromadzenia informacji na temat podmiotów gospodarczych. Natomiast wersja MicroPact Entellitrak posiada także

²⁵³ <https://www.pcworld.pl/ranking/15-prostych-narzedzi-do-tworzenia-biznesowych-aplikacji-na-smartfony,406743.html>, dostęp: 10.08.2019.

specjalne rozwiązanie dla instytucji rządowych i wykorzystywana jest w programach reagowania kryzysowego.

11. MIOedge – platforma dostarczająca aplikacje przeznaczone do zarządzaniu danymi.

12. Nintex Workflow – zajmuje się modelowaniem przepływów w procesach biznesowych i umożliwia integrację z systemami iOS, Android, Windows Phone i Windows.

13. OutSystems Platform – pozwala na tworzenie aplikacji internetowych na komputery stacjonarne, smartfony i tablety.

14. Microsoft PowerApps – pozwala na tworzenie nowych aplikacji sieciowych, przy zastosowaniu PowerApps Studio.

15. ServiceNow Platform – platforma dla aplikacji korporacyjnych, która pomaga dużym przedsiębiorstwom w strukturyzacji i automatyzacji przepływu pracy, zarządzaniu danymi i zasobami oraz we wdrażaniu aplikacji w *chmurze*.

O czynnikach wpływających na koszt aplikacji mobilnej dowiadujemy się z publikacji Piotra Lewandowskiego pt. „*Ile kosztuje stworzenie aplikacji mobilnej?*”²⁵⁴. Autor proponuje zadać sobie przed procesem projektowania pytania:

Na ilu platformach ma działać aplikacja?

Czy będzie potrzebna łączność z serwerem?

Czy aplikacja ma mieć możliwość zakładania kont?

Ile ekranów będzie w aplikacji?

Czy aplikacja ma być zintegrowana z platformami społecznościowymi?

Czy chcemy stworzyć wersję aplikacji na przeglądarki WWW?

Czy aplikacja będzie obsługiwała powiadomienia?

Czy w aplikacji mają być dostępne mapy lub nawigacja?

W jakiej orientacji ma działać aplikacja?

Czy aplikacja będzie obsługiwała mikropłatności?

Z jakich funkcji telefonu korzysta aplikacja?

Czy aplikacja ma obsługiwać zewnętrzne urządzenia za pomocą *bluetooth*?

W jakich wersjach językowych przygotować aplikację?

Wymieniony tu *bluetooth* oznacza standard bezprzewodowej komunikacji krótkiego zasięgu pomiędzy różnymi urządzeniami elektronicznymi, wymaga to jednak od projektującego określenia tych urządzeń²⁵⁵. Konieczność zakładania kont w aplikacji pojawia się wtedy, gdy potencjalny użytkownik chce stosować projektowaną aplikację na kilku urządzeniach / telefonach. Ciekawym uzupełnieniem poznawczym dla projektującego aplikacje mobilne, jest publikacja Piotra Adamczewskiego pt. „*E-logistyka ery now economy*”²⁵⁶. Autor podkreśla szczególną rolę jaką odgrywać mogą dla przewagi konkurencyjnej nowoczesne systemy logistyczne uwzględniające zaawansowane rozwiązania w zakresie infrastruktury teleinformatycznej. Według Adamczewskiego technologie informatyczne w zakresie logistyki stanowią zespolenie softwarowo-hardwarowe, a także organizacyjne takich rozwiązań jak:

- metody automatycznej identyfikacji (kody kreskowe, RFID);
- komputerowe wspomaganie wytwarzania (CAM);
- zarządzanie łańcuchami dostaw (SCM).

Ponadto wpływ na efektywność łańcuchów zaopatrzenia i dystrybucji mają systemy:

- planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP),
- zarządzania relacjami z klientami (CRM),
- zarządzania relacjami z dostawcami (SRM),
- zaawansowanego planowania (APS),
- zarządzania cyklem życia produktu (PLM),
- zarządzania produkcją (MES),
- zarządzania magazynem (WMS).

²⁵⁴ <https://impicode.pl/blog/ile-kosztuje-stworzenie-aplikacji-mobilnej/>, dostęp: 10.08.2019.

²⁵⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>, dostęp: 10.08.2019.

²⁵⁶ Piotr Adamczewski, *E-logistyka ery now economy*, Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu, PRZEDSIĘBIORCZOŚĆ I ZARZĄDZANIE 2016, Wydawnictwo SAN, Tom XVII, Zeszyt 12, Część I, strony: 9-21.

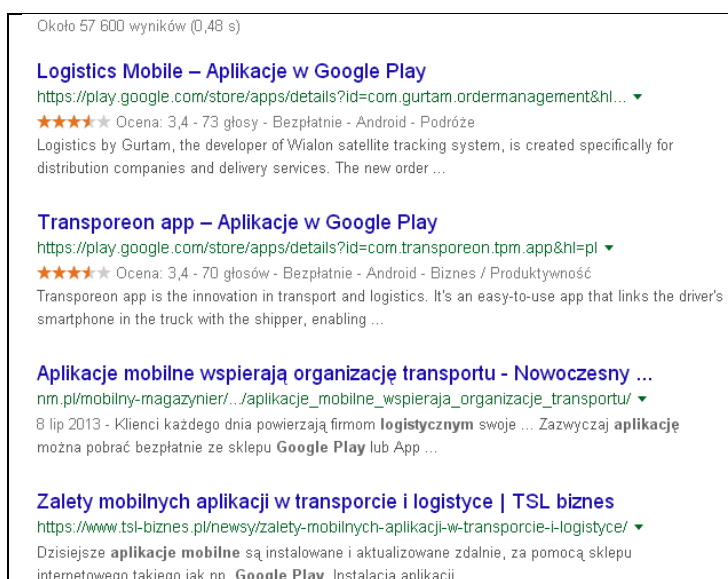
Nowoczesność wymaga, aby współczesne obiekty zarówno produkcyjne jak i usługowe uwzględniały:

- technologię komunikowania (przewodowe, bezprzewodowe, hybrydowe);
- technologie baz i hurtowni danych;
- systemy lokalizacji satelitarnej (GPS, Galileo, Glonass);
- zaawansowane systemy analityczno-raportujące (BI);
- model przetwarzania danych (autonomiczny, chmurowy - *cloud computing*);
- technologię wydruku 3D;
- Internet rzeczy (IoT – *Internet of Things*).

Autor omawianej publikacji zwraca uwagę na upowszechnianie się tzw. III platformy informatycznej określonej w skrócie SMAC (*Social, Mobile, Analytics, Cloud*). Obserwuje się obecnie, że ICT (*Information and Communication Technology*) zmienia wytwarzanie produktów, bowiem oprogramowanie daje nowe rozwiązania innowacyjne i pewne funkcje łączności wbudowane są w produkty w połączeniu z „chmurą”. Systemy ERP (*Enterprise Resource Planning*), jako rozwiązania integrujące infrastrukturę informacyjną organizacji już nie wystarczają. Adamczewski zaznacza, że podstawowa funkcjonalność systemów ERP została rozszerzona o systemy: CRM, SRM, SCM, PLM.

9.4. Standardowe aplikacje mobilne

Firmy produkcyjne i handlowe dla poprawy swego wizerunku i sprawności działania coraz chętniej sięgają po nowoczesne narzędzia i technologię informacyjną, w tym zastosowanie aplikacji mobilnych. Interesując się w szczególności aplikacjami mobilnymi, zagłębimy do przykładowego sklepu internetowego Google Play poprzez wywołanie w Internecie tej pozycji hasłem: *google play aplikacje mobilne logistyka* (zob. Rycina 9.3).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie fragmentu wywołanej listy pozycji z Internetu.

Ryc.9.3. Fragment zestawienia wpisów w Internecie po wywołaniu hasłem: *google play aplikacje mobilne logistyka*

Skupmy teraz nasze zainteresowanie wpisem: *Aplikacje mobilne wspierają organizację transportu* wymienionym na Rysunku 9.3²⁵⁷. W celu monitorowania ruchu przewożonych towarów, oraz bieżącego kontaktowania się z kierowcami, opracowano aplikacje mobilne telematyczne z których można skorzystać ze smartfonu lub tableta. W dużych przedsiębiorstwach spedycyjnych zachodzi potrzeba zarządzania flotami mieszanymi, gdzie własne pojazdy wyposażone są w telematykę pokładową, natomiast flota podwykonawców w aplikacje mobilne. Wykorzystując zaawansowane aplikacje mobilne menedżer może bezpośrednio planować wysyłki swoim

²⁵⁷ http://nm.pl/mobilny-magazynier/1571/aplikacje_mobilne_wspieraja_organizacje_transportu/, dostęp: 15.08.2019.

kierowcom, a oni mogą obserwować plan dnia. Ponadto kierujący przewozami może zaglądnąć do zestawień analityki biznesowej. Rozwinięte informatycznie aplikacje mobilne, mogą po części zastępować systemy telematyczne, jak też stanowić uzupełnienie rozwiązań pokładowych w flocie dużych pojazdów. Za takim rozwiązaniem przemawia fakt, że koszty korzystania z aplikacji mobilnych są zdecydowanie niższe od kosztów inwestycji w telematykę pokładową, bowiem niektóre z tych aplikacji można pobrać bezpłatnie ze sklepu Google Play lub App Store. Zainteresujmy się teraz ofertę rynku w zakresie oprogramowania przeznaczonego na urządzenia mobilne:

FleetXps – na platformę Android, przeznaczony do wspomagania pracy dyspozytora i kierowców, który pod względem funkcjonalności odpowiada komputerowi pokładowemu CarCube. Funkcjami logistycznymi są: wysyłanie oraz obsługa zadań i wiadomości, wypełnianie karty drogowej. Nie są jednak rejestrowane czasy jazdy i dane pobierane na podstawie tachografów, dane z tzw. szyny CANbus, przystawki PTO i pomiary temperatury. Ponadto omawiana aplikacja ma zintegrowany skaner kodów kreskowych oraz możliwość dodawania podpisu cyfrowego. Czas jazdy i pokonana odległość są powiązane z kartą drogową. FleetXps umożliwia zintegrowanie podwykonawców z systemem zarządzania flotą. CAN (*Controller Area Network*) to szeregową magistrala komunikacyjna²⁵⁸. Natomiast określenie CANbus oznacza stosowaną szynę informatyczną w pojeździe²⁵⁹, gdyż w przemyśle samochodowym odchodzi się od starszych technologii analogowych na rzecz rozwiązań cyfrowych. Przystawka PTO (*Power Take-Off*) oznacza np. element mechaniczny umożliwiający przeniesienie napędu ze skrzyni biegów na inne urządzenie²⁶⁰.

Dynafleet, oferowany przez Volvo, umożliwia zidentyfikować konkretne zakresy procesu transportowego w którym podjęcie działań wpłynie na zmniejszenie ilości zużywanego paliwa oraz redukcję dwutlenku węgla. Aplikacją Dynafleet, można zarządzać flotą oraz planować trasy za pomocą smartfona lub urządzenia typu tablet. Trzy darmowe, wymienione dalej, wersje tej aplikacji są dostępne w App Store:

1. Dynafleet APP – dla właścicieli firm / spedytorów.
2. Dynafleet APP – dla kierowców.
3. My Truck – umożliwiająca kierowcy zdalny dostęp do kluczowych informacji o pojeździe.

CarLo inTOUCH – oprogramowanie wspierające zarządzanie procesami logistycznymi działające na urządzeniach mobilnych. Ta aplikacja mobilna jest zintegrowana z systemem do zarządzania transportem CarLo. W prezentowanej aplikacji są następujące funkcje telematyki: śledzenie lokalizacji pojazdu przy pomocy GPS, przesyłanie wiadomości, zarządzanie zleceniami, informowanie o czasie pracy kierowców.

Przyzwyczajaliśmy się już do sprawnego przesyłania i odbioru przesyłek przez kurierów, dysponujących tabletami, na których składany jest podpis elektroniczny. Warto więc nieco przybliżyć sobie ten temat po przeczytaniu publikacji „*Komunikacja mobilna z odbiorcami przesyłek kurierskich*”²⁶¹. Obserwowany jest bowiem coraz szybszy rozwój handlu internetowego i związanych z nim usług kurierskich. Wobec znacznej rywalizacji firm kurierskich i dążności do obniżenia kosztów i poprawy jakości usług, uwaga menedżerów zwrócona jest na wdrażanie rozwiązań mobilnych.

Firma Apple w obszarze biletów lotniczych i kart lojalnościowych udostępniła aplikację systemową *Wallet* na smartfonach iPhone, która jest też „*portfelem*” na karty mobilne (*Mobile Wallet Pass*). Te karty mobilne dają możliwość firmom kurierskim bieżącego komunikowania stanu usługi odbiorcom. Jednak wprowadzenie komunikacji z użytkownikami smartfonów za pomocą kart mobilnych wymaga integracji z systemami informatycznymi firmy kurierskiej. Z ciekawości

²⁵⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network, dostęp: 10.08.2019.

²⁵⁹ <https://www.gpsguardian.pl/article/canbus-szyna-informatyczna-w-pojezdzie/>, dostęp: 10.08.2019.

²⁶⁰ <http://etn.pl/hydraulika/przystawki-ptoi/>, dostęp: 10.08.2019.

²⁶¹ <https://www.logistyka.net.pl/komentarz-tygodnia/item/89431-komunikacja-mobilna-z-odbiorcami-przesylek-kurierskich>, dostęp: 10.08.2019.

otwórzmy teraz zakładkę *GURTAM* w ramach sklepu Google Play i dziedziny „*Logistics Mobile*”²⁶² (zob. Rycina 9.4).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie Internetu.

Ryc. 9.4. Strona tytułowa wejścia do dziedziny „*Logistics Mobile*”

W ramach „*Logistics Mobile*” występuje też zakładka „*Mapy i nawigacje*”²⁶³, której otwarcie pozwala nam na skorzystanie z darmowej nawigacji GPS obejmującej mapy i wskazówki nawigacji podczas jazdy samochodem (zob. Rycina 9.5).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie Internetu.

Rys.9.5. Widok ekranu z aplikacją i korzystania z niej podczas jazdy

9.5. Zagadnienia

1. Aplikacja mobilna
2. Sklep internetowy
3. Framework
4. Aplikacja mobilna hybrydowa
5. Technologia mobilna
6. Telematyka
7. Interfejs aplikacji
8. Narzędzia do tworzenia aplikacji
9. Standard bezprzewodowej komunikacji
10. Platforma informatyczna

* * *

Obecnie występuje duża różnorodność aplikacji mobilnych na podstawie platform systemów operacyjnych. Część z nich jest dedykowana dla obszaru zastosowań informatyki w logistyce. Coraz bardziej rozwiązania mobilne jako dogodniejsze konkurują w zarządzaniu ruchem floty z komputerami pokładowymi np. w dużych samochodach ciężarowych. Sprzęt typu smartfony oraz laptopy jest coraz szybszy, ma większą pamięć i znaczne udogodnienia mobilne w komunikacji.

Jak się wydaje, po integracji z systemami produkcji, handlu czy też podstawowych funkcji zaopatrzenia i dystrybucji, technologia informacyjna klasy *e-logistyka* będzie normalnością w użytkowaniu zarówno przez dyspozytorów jak i kierowców wielu firm ekspedycyjno-transportowych.

²⁶² <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gurtam.ordermanagement&hl=pl>, dostęp: 10.08.2019.

²⁶³ https://play.google.com/store/apps/category/MAPS_AND_NAVIGATION, dostęp: 10.08.2019.

10. Narzędzia zarządzania procesem spedycyjno-transportowym

10.1. Wstęp

Współcześnie coraz więcej szkół wyższych rozważa możliwość przejścia ze kształcenia akademickiego na praktyczne i tak też jest na kierunku *Logistyka*. Pracodawcy oczekują, aby absolwenci takich uczelni dobrze znali arkana sztuki kierowania firmami transportowymi, w tym też typowo spedycyjnymi. Jednocześnie oczekują sprawnego korzystania przez absolwentów z techniki komputerowej i telekomunikacyjnej mobilnej na różnym sprzęcie typu smartfony, laptopy itp.

Z tego względu uznałem za celowe przybliżenie tematyki stosowanego oprogramowania, co prawda w zawężonym zakresie, w odniesieniu do usług spedycyjnych oraz transportowych. Zaprezentowałem kilka przykładów systemów informatycznych specjalizowanych, które zainstalowane w laboratoriach szkół wyższych, mogły by stanowić „poligon” doświadczalny dla przyszłych logistyków.

10.2. Zintegrowany system zarządzania transportem

Przykładem systemu zintegrowanego wspomagającego proces spedycyjno-transportowy jest *TMS Navigator*. Przeznaczony jest on dla przedsiębiorstw transportowych lub działów transportu w firmach produkcyjnych i usługowych, a opracowany został przez firmę Marcos Bis z Katowic²⁶⁴. Omawiany system składa się z wielu modułów, a ich funkcjonalność umożliwia między innymi:

- obsługę zleceń,
- integrację z telematyką,
- rozliczenie kierowców,
- fakturowanie,
- rozliczenie projektów (zleceń),
- integrację z wagą,
- analizy,

a także integrację z systemami *FK*, *Kasą* i *Prowadzenie magazynu logistycznego*.

Pojawiło się tu pojęcie *telematyka*, która oznacza rozwiązanie telekomunikacyjne, informatyczne i informacyjne oraz rozwiązania automatycznego sterowania dostosowane do potrzeb infrastruktury, organizacji, procesów jej utrzymania zintegrowane wzajemnie²⁶⁵. Systemy telematyczne wykorzystują różne urządzenia i oprogramowania oraz systemy:

- komunikacji elektronicznej (sieci rozległe, lokalne, telekomunikacji ruchomej, satelitarne);
- pozyskiwania informacji (czujniki pomiarowe, kamery wideo, radary);
- prezentacji informacji dla administratorów systemu telematycznego (systemy *GIS*, systemy kontroli dostępu);
- prezentacji informacji dla użytkowników systemu (sygnalizacja świetlna, radiofonia, technologie internetowe, w tym strony WWW, SMS-y).

TMS Navigator pozwala na komputerowe planowanie, realizowanie zleceń oraz monitorowanie procesu transportowego (zob. Rycina 10.1).

Według twórców omawianej aplikacji występuje w systemie współpraca z mapą, co pozwala na zorientowanie danych adresowych w terenie. Oprogramowanie zawiera funkcję integracji z urządzeniami telemetrycznymi w pojazdach. Na szczególną uwagę zasługuje moduł *Analizy* ułatwiający kontrolę procesu logistycznego jak i prognozowanie usług transportowych. Można powiedzieć, że jest to narzędzie wspomagające prace zarządzającym, a w tym dyspozytorom i spedytorom. Omawiany system korzysta z tabel przestawnych i pozwala na prezentację danych w postaci wykresów. *TMS Navigator* automatyzuje kontrolę decyzji dyspozytorów oraz nadzór nad pojazdami w trakcie realizacji poszczególnych zleceń. Z punktu widzenia informatycznego aplikacja ta obejmuje następujące moduły:

²⁶⁴ [http://www.mbis.pl/glowna.html?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GJ8cS8-](http://www.mbis.pl/glowna.html?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GJ8cS8-SGy2UqFB6LOtmOXt6u8WsJb1ymvFWckhvd0jS6l_e6x4jwaApSYEALw_wcB)

SGy2UqFB6LOtmOXt6u8WsJb1ymvFWckhvd0jS6l_e6x4jwaApSYEALw_wcB, dostęp: 28.06.2019.

²⁶⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Telematyka>, dostęp: 1.07.2019.

Kartoteka, stanowiący system klasy CRM obejmujący kontrahentów, dostawców usług, miejsca załadunku i wyładunku; skrót CRM (*customer relationship management*) oznacza system informatyczny, wspomagający procedury zarządzania kontaktami z klientami²⁶⁶;

Spedycja, jako rejestr zleceń spedycyjnych i transportowych całopojazdowych, doładunków, drobnic; spedycja oznacza działalność polegająca na organizowaniu przewozu towaru²⁶⁷;

Mapa, mający na celu optymalne wyznaczanie tras;

Faktury, automatyczne fakturowanie zleceń i ich agregację oraz integrację z systemem księgowym FK;

Koszty, rozliczanie zleceń i firm przewozowych;

Rokos, będący kartoteką rozliczania pojazdów i kierowców;

Analizator, analizy eksploatacyjno-ekonomiczne obiektów, np. tras, kontraktów itp.;

Warsztat, rozliczanie zleceń warsztatowych napraw oraz mechaników;

Magazyn, prowadzenie transakcji magazynowych z możliwością integracji z systemem kodów kreskowych.

Oprogramowanie umożliwia prowadzenie nie tylko spedycji krajowej, ale także międzynarodowej. Firma autorska Marcos Bis stara się integrować ze swoimi produktami softwarowymi także programy innych firm dla rozszerzenia i unowocześniania pakietu *TMS Navigator*.



Źródło: http://www.mbis.pl/glowna.html?gclid=Cj0KCQjwn8_mBRCLARIsAKxi0GJ8cS8-SGy2UqFB6LOtmOXt6u8WsJb1ymvFWckhvd0jS6l_e6x4jwaApSYEALw_wcB, s. 2.

Ryc. 10.1. Poglądowe przedstawienie funkcjonalności systemu *TMS Navigator*

Warto zwrócić uwagę na opinie użytkowników dotyczącą prezentowanego pakietu. Jedna z nich jest podana w artykule *System szyty na miarę* do którego przechodzimy poprzez link ze strony internetowej autora oprogramowania, czyli Marcos Bis. Dowiadujemy się z niej, że *TMS Navigator* oparty został o system oraz aktualną europejską bazę mapową *MapCenter* łódzkiej firmy Emapa. Pozwala to na nanoszenie dowolnej liczby obiektów na mapę i wytyczanie tras z uwzględnieniem restrykcji dla pojazdów ciężarowych i bieżących utrudnień w ruchu. System korzysta z usługi według kodów pocztowych i *MapCenter* został także scalony z modułem CRM obsługi klientów.

W procesie planowania dyspozytor może skorzystać z opcji optymalnego doboru środka transportu, z punktu widzenia funkcji celu jaką jest minimalizacja pustych przebiegów. Zlecenie z konkretną trasą może być przez prezentowany system wysłane na urządzenie telematyczne w pojeździe, w tym informacja o dojeździe do pierwszego załadunku. Program *TMS Navigator*, zwany potocznie *nawigator*, weryfikuje aktualne położenie pojazdu względem wymaganej trasy i sygnalizuje to dyspozytorowi. Następuje też skontrolowanie tempa pokonywania trasy, korzystając przy tym z tachometru. Tak więc integracja *nawigatora* z oprogramowaniem *MapCenter* okazała się korzystna w prowadzeniu biznesu.

Współcześnie obserwujemy szybkie unowocześnianie pod względem informatyczno-telekomunikacyjnego transportu drogowego. Standardem staje się urządzenie telematyczne w samochodzie ciężarowym. Z tego względu warto rzucić okiem na artykuł *Stały nadzór gdy dyspozytor śpi?* w Internecie do którego dostęp mamy także ze strony WWW firmy autorskiej *nawigatora*. W pozytywnie ocenianym pakiecie *TMS Navigator* następuje, jak już wspomniałem, automatyzacja planowania tras oraz nadzoru nad właściwą realizacją zleceń transportowych. Dąży się bowiem do większej efektywności floty pojazdów i pracy kierowców poprzez:

²⁶⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/CRM>, dostęp: 1.07.2019.

²⁶⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Spedycja>, dostęp: 1.07.2019.

- zmniejszanie kilometrów dojazdowych,
- skracanie czasu między kolejnymi zleceniami,
- selektywny dobór zaufanych i terminowych kierowców.

Pomocny w tym wszystkim jest omawiany system, gdyż sprzyja lepszemu wykorzystaniu ciągników, naczep oraz konfrontowaniu zakładanych parametrów przejazdowych z rzeczywistymi. Można powiedzieć, że *TMS Navigator* stanowi swoisty rodzaj szerszej platformy hardwarowo-sofwarowej integrującej nowoczesne rozwiązania informatyczne z telematycznymi.

Proponuję teraz zagłębienie do publikacji Marka Loosa dotyczącej implementacji systemu informatycznego klasy TMS w firmie Europegaz, uzyskanej również ze strony WWW Marcos Bis. Dodam, że *Navigator* to system klasy TMS (*Transport Management System*), umożliwiający także współpracę z systemem zintegrowanym zarządzania klasy ERP. W publikacji Loosa, o charakterze referencyjnym, pt. *Symbioza dostawcy IT z operatorem logistycznym*, autor dzieli się z nami opiniami bezpośrednich użytkowników z procesu wdrożeniowego, który był w roku 2011. Od tego czasu nastąpiło uproszczenie i skrócenie wielu procedur zarządzania przedsiębiorstwem, którego centrala jest w Warszawie, a bazy transportowe i magazyny w Osiecznej koło Leszna oraz w Dąbrowie Górniczej. W Europegazie, świadczącym usługi na terenie całej Unii Europejskiej, nastąpiło zastąpienie trzech cząstkowych systemów jednym i połączenie go z systemem telematycznym firmy Transics. Nadmienię, że Transics mający siedzibę w Ypres (Belgia) jest globalnym i wszechstronnym dostawcą produktów służących do zarządzania pojazdami, kierowcami, naczepami, ładunkami i podwykonawcami²⁶⁸. Przed wdrożeniem poszukiwano zintegrowanego systemu klasy TMS współpracującego z telematyką. TMS to specjalistyczne oprogramowanie komputerowe, które wspomaga procesy transportowe, logistyczne oraz dystrybucyjno-handlowe²⁶⁹. Wdrożenie tego rozwiązania może przyczynić się znacznie do redukcji kosztów operacyjnych w firmach działających w obszarze branży (*Transport-Spedycja-Logistyka*) – TSL²⁷⁰.

W wersji przedwdrożeniowej oprogramowanie firmy Marcos Bis było stosowane w Europegaz tylko w zakresie obróbki zleceń i kart drogowych. Zachodziła jednak potrzeba powiązania z mapą cyfrową oraz systemem lokalizacji *GPS*, która zrodziła powstanie nowej wersji systemu w formie zintegrowanej. Popularny obecnie amerykański system nawigacji *GPS* (*Global Positioning System*) pokrywający całą Ziemię, stanowi nawigację satelitarną, która wykorzystuje fale radiowe ze sztucznych satelitów w celu określania położenia punktów i poruszających się odbiorników wraz z parametrami ich ruchu na powierzchni naszego globu²⁷¹. W trakcie implementacji uwzględniono także zachowanie kompatybilności z platformą aplikacji biurowych Microsoftu. Sprawność dostępu do danych oraz ich zestawianie umożliwia oprogramowanie zwane silnik bazy danych *SQL*. Ten silnik ma za zadanie wyciągać odpowiednie dane, zaciągać je do programu pod odpowiednio wybrany algorytm zapisany w formie programu, następnie zmodyfikowany element umieścić w odpowiednim katalogu²⁷².

Zdaniem użytkowników, zróżnicowanie metod działania poszczególnych podmiotów świadczących usługi transportowe, jest na tyle duże, że oprogramowanie typu TMS nie może mieć sztywnej struktury, lecz być otwartym na specyficzne potrzeby nowego inwestora. Jedną z istotnych funkcji wymienionej platformy jest integracja informatyczna magazynu części zamiennych z warsztatem naprawczym, który znajduje się w bazie w Osiecznej. Umożliwia to sprzężenie „grafików” pracy mechaników z magazynem części. Dodam jeszcze, że system *TMS Navigator* posiada możliwość automatyzacji kontroli działań na wszystkich etapach procesu obsługi zleceń transportowych²⁷³. Następuje bowiem integracja z zewnętrznymi systemami pozyskiwania zleceń.

²⁶⁸ <https://www.transics.com/pl/polska-centrum-logistycznym-europy/>, dostęp: 2.07.2019.

²⁶⁹ <http://poradnikspedytora.pl/2014/zalety-systemow-klasy-tms/>, dostęp: 2.07.2019.

²⁷⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/TSL>, dostęp: 2.07.2019.

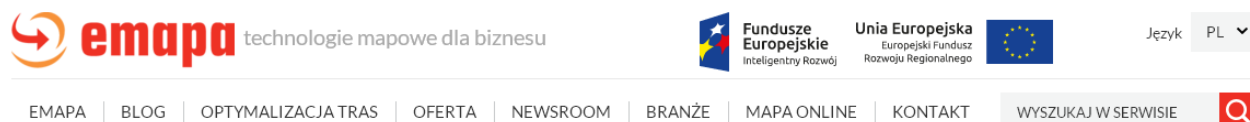
²⁷¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Nawigacja_satelitarna, dostęp: 2.07.2019.

²⁷² <https://www.tradiss.pl/silnik-bazy-danych/>, dostęp: 2.07.2019.

²⁷³ Ibidem.

10.3. Wielojęzyczny program nadzoru usług logistycznych

Programem uzupełniającym systemy klasy TMS jest *PasCom Transport II*, stanowiący czterojęzyczną mapę cyfrową na smartfony²⁷⁴. Opracowany został w wersji polskiej, angielskiej, niemieckiej i rosyjskiej. Zdaniem autorów tej publikacji pozwala nadzorować cały proces logistyczny, od przygotowania zleceń po rozliczenie kosztów. Menu główne strony WWW firmy emapa – producenta map cyfrowych pokazano na Rycinie 10.2²⁷⁵. Mapa cyfrowa to mapa elektroniczna, bazująca na danych kartograficznych, której działanie opiera się na połączeniu elementów graficznych z przypisanymi im w formie elektronicznej informacjami.



Źródło: <http://emapa.pl/mapy-cyfrowe/mapy-cyfrowe-1>.
Ryc. 10.2. Menu główne strony WWW firmy emapa

Omawiane oprogramowanie, oprócz własnej mapy cyfrowej *PasCom*, zawiera także aplikację mobilną ułatwiającą zarządzanie transportem. Wymieniona aplikacja służy do dwukierunkowej komunikacji z kierowcą poprzez zdalne przekazywanie informacji. W ofercie firmy MARCOS BIS jest także system *PROBIZNES* przeznaczony dla hurtowni części zamiennych, oparty na relacyjnej bazie danych *MS SQL*.

10.4. Profesjonalny program do zarządzania transportem i spedycją

Przejdźmy teraz do kolejnego systemu klasy TMS o skróconej nazwie *Fire*²⁷⁶. W menu głównym tego programu występują zakładki: *Funkcje, Cennik, Aplikacja, Baza wiedzy, Kontakt, Blog, Zaloguj się*. Rozległa jest funkcjonalność *Fire TMS* oferowanego w trzech wersjach: *PRO +, PREMIUM, ENTERPRISE*. Wyszczególnienie poszczególnych funkcji omawianego pakietu podano na Rycinie 10.3.

Zlecenia spedycyjne	Zlecenia transportowe	Delegacje	Fakturowanie	Komunikacja SMS z kierowcami	Mapy dla samochodów ciężarowych	Raportowanie
Prowizja spedytora	Harmonogram pojazdów	Rozliczanie kart drogowych	Noty obciążeniowe	Aplikacja mobilna dla kierowców	Import kontrahentów z Trans.eu	Wiele oddziałów
Plan załadunków i rozładunków	Harmonogram kierowców	Zarządzanie flotą pojazdów	Wezwania do zapłaty	CRM - komunikacja e-mail z kontrahentami	Import kontrahentów po NIP	Zarządzanie uprawnieniami użytkowników
Wystawianie ładunków na Trans.eu	Rentowność zleceń	Integracja z terminalami dla kierowców	Automatyczna windykacja	Eksport przelewów do banków	Przechowywanie dokumentów w chmurze	Giełda wewnątrzfirmowa
Przypomnienia o OCP przewoźnika	Analiza kosztów floty	Monitoring realizacji zleceń	Kredyt kupiecki	Przeterminowane płatności	Integracja z GPS	Zarządzanie dostępem wg adresu IP

Źródło: https://firetms.com/pl/?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhf4-nLf5p2lo97gQTUPpLkz3FAtaP6uFyYUvKfTT3Z9AwTbjt34choCd2QQAvD_BwE.

Ryc. 10.3. Funkcje systemu *Fire TMS*

²⁷⁴ www.pascom.pl, dostęp: 1.07.2019.

²⁷⁵ <http://emapa.pl/mapy-cyfrowe/mapy-cyfrowe-1>, dostęp: 2.07.2019.

²⁷⁶ https://firetms.com/pl/?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhf4-nLf5p2lo97gQTUPpLkz3FAtaP6uFyYUvKfTT3Z9AwTbjt34choCd2QQAvD_BwE, dostęp: 2.07.2019.

Oplaty miesięczne za korzystanie z aplikacji zależą od eksploatowanej wersji systemu, a charakterystyka techniczna rozległości obsługi została zaprezentowana w Tabeli 10.1.

Tab. 10.1. Rozległość obsługi wersji Fire TMS

Cecha	PRO +	PREMIUM	ENTERPRISE
Liczba użytkowników	≤ 6	≤ 12	Nielimitowana
Liczba pojazdów	≤ 20	≤ 35	Nielimitowana
Maksymalna liczba SMS-ów	300	700	Nielimitowana
Pojemność pamięci/rok	5 GB	20 GB	Nielimitowana

Źródło: Opracowanie własne na podstawie –

https://firetms.com/pl/?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhf4-Lf5p2lo97gQTUPpLkz3FAtaP6uFyYUvKfTT3Z9AwTbljt34choCd2QQA_vD_BwE.

Ponadto pakiet Fire TMS umożliwia skorzystanie z następujących funkcji: *Przeładunki w magazynach i na trasie*, *Import kosztów z kart paliwowych*, *Analiza pustych kilometrów*, *Integracja z systemami księgowymi*, *Pocztowa książka nadawcza*, *Automatyczne kursy walut*, *Tagi – kategoryzacja i analiza danych*. Aby uruchomić aplikację mobilną na telefon kierowcy należy²⁷⁷:

- ściągnąć aplikację ze sklepu Google Play;
- wprowadzić numer telefonu, na który pobrano aplikację;
- wpisać kod aktywacyjny otrzymany SMS-em.

Natomiast skonfigurowanie mobilne w systemie Fire TMS sprowadza się do: wprowadzenia numeru telefonu kierowcy lub pojazdu, aktywowania aplikacji mobilnej wpisując kod PIN, utworzenia zlecenia z wybranym kierowcą lub pojazdem. Jak wynika z menu głównego pakietu Fire TMS występuje tu też zakładka *Baza wiedzy* umożliwiająca zadawanie pytań i uzyskiwanie odpowiedzi np. „Czy muszę instalować program na moim komputerze?” i szereg innych tego typu.

10.5. Program dla spedycji

Przechodząc przez kolejne rozwiązania programistyczne klasy TMS możemy sporo nauczyć się o zastosowaniu technologii IT w procesie spedycji i transportu. Poznajmy zatem kolejny produkt, a jest nim *ORDERplus* przeznaczony do wspomagania spedycji²⁷⁸. Opracowany został przez firmę artplus z Krakowa, będącą producentem oprogramowania internetowego. Dodam, że artplus wykonuje dedykowane aplikacje internetowe do zarządzania firmą, sprzedażą oraz do obsługi klienta²⁷⁹. Aplikacja *ORDERplus* w obszarze sprzedaży umożliwia wystawianie zleceń, fakturowanie i rozliczanie kosztów. Oferowana jest usługa w formie implementacji jej pełnej wersji standardowej obejmującej moduły:

- Zlecenia spedycyjne* – pozwala na wystawianie zleceń spedycyjnych, generowanie wydruków według różnych szablonów oraz wysyłanie ich e-mailem do przewoźników;
- Baza kontrahentów* – obejmuje klientów i przewoźników;
- Faktury* – umożliwia wystawianie faktur powiązanych ze zleceniami;
- Platności* – pozwala na rozliczanie faktur i jest powiązany z modułem *Faktury*;
- Raporty* – zestawienia pozwalają na kontrolowanie sprzedaży, rozliczanie spedytatorów i oddziałów firmy;
- Ustawienia*, sprowadza się do zakładania oddziałów i rejestrowania pracujących w nich użytkowników systemu.

Godne podkreślenia jest to, że w ramach opłat licencyjnych z programu standardowego może korzystać dowolna liczba użytkowników, jednak dedykowana rozbudowa funkcjonalności jest kalkulowana dla zamawiającego. Warto zwrócić uwagę również na możliwość zamówienia wersji DEMO.

Proponowane są jeszcze, jako autonomiczne, następujące składniki programowe: *MAILplus* – moduł do mailingów, *INVOKEplus* – program do faktur, *SUBSCRIPTIONplus* – program do

²⁷⁷ Ibidem.

²⁷⁸ https://www.artplus.pl/program-dla-spedycji?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhbDyyrHd9NPoF4gO51KOew6z-ODBcIPRUggJJZkhie7GW0Xc6oebAxoCaF4QA_vD_BwE, dostęp: 2.07.2019.

²⁷⁹ Ibidem.

zarządzania abonamentami. W ramach oferty firmy artplus występuje też propozycja budowy autonomicznej aplikacji dedykowanej CRM. Jak już wspomniano, popularne już systemy klasy CRM stanowią aplikacje wspomagające proces współpracy z klientami, a typowymi jej elementami są²⁸⁰:

- baza klientów;
- moduły komunikacji z klientem;
- zadania z kalendarzem;
- moduł zarządzania dokumentami (zlecenia, umowy, faktury);
- raporty i rozliczenia;
- zarządzanie użytkownikami aplikacji.

Ponadto godną wyróżnienia funkcją CRM jest możliwość przeglądania historii zdarzeń związanych z danym klientem, co może być wykorzystane w marketingu internetowym. Wymieniony wcześniej *Moduł zarządzania dokumentami* jest w relacji z bazą klientów i użytkowników systemu. Na życzenie inwestora aplikacja CRM może być zintegrowana ze stroną WWW oraz sklepem internetowym.

Wymieniony wcześniej *SUBSCRIPTIONplus* to program internetowy pozwalający zarządzać usługami abonamentowymi, Program jest aplikacją w chmurze, czyli zainstalowany na zewnętrznym serwerze internetowym. Wystarczy zatem dysponować jedynie przeglądarką i oczywiście dostępem do Internetu, poprzez komputer, tablet czy też telefon. Jak już wspomniałem program służy do zarządzania bazą abonentów i rozliczania ich usług, a obejmuje następujące moduły: *Baza abonentów, Lista usług abonamentowych, Faktury*.

10.6. Rozwiązanie zintegrowane z ERP i BI

Intensywna obsługa logistyczna wymaga sprawnych narzędzi IT dla branży spedycyjnej i firm transportowych. Moim zdaniem takim narzędziem informatycznym jest platforma o nazwie *Macrologic ERP*²⁸¹. Aplikacja ta umożliwia planowanie, kontrolowanie i rozliczanie zarówno zleceń jak i zleceńodawców krajowych i zagranicznych. Tak więc służy zarządzaniu procesem spedycyjnym, począwszy od pierwszego kontaktu z kontrahentem, aż po powiadomienie o dostarczeniu towaru. *Macrological ERP* może być zastosowane do firm handlowych mających własną bazę transportową. Menu główne Macrological ERP pokazano na Rycinie 10.4.



Źródło:

https://www.macrologic.pl/erp/branze/system_crm_spedycja?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhSBYqat54xTmsRPUlMbl4FGK9DQ3nXtVgOqZQn5gjaGgTx_M0mZEExoCpmEQAvD_BwE

Ryc. 12.4. Menu główne systemu Macrological ERP

Widzimy tu oprócz zakładki omawianego pakietu także możliwość wywołania dwóch innych dużych rozwiązań, a więc systemu zintegrowanego ERP (*Enterprise Resource Planning*) oraz BI (*Business Intelligence*). W przytoczonej publikacji na wstępie zadane są między innymi pytania²⁸²:

Czy możliwe jest zapewnienie jednolitych procedur postępowania w zazwyczaj rozproszonych geograficznie firmach spedycyjnych?

W jakim stopniu system CRM może zwiększyć wydajność pracy spedytorów?

Godne podkreślenia jest to, że *Macrological ERP* powiązany jest z innymi agendami działalności przedsiębiorstwa, a w tym z obszarem zarządzania relacjami z klientami, czyli z systemem określanym krótko CRM (*Customer Relationship Management*). Może być implementowany do średnich i dużych przedsiębiorstw w wersji klasycznej obiektowej, jak i w

²⁸⁰ Ibidem.

²⁸¹ https://www.macrologic.pl/erp/branze/system_crm_spedycja?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhSBYqat54xTmsRPUlMbl4FGK9DQ3nXtVgOqZQn5gjaGgTx_M0mZEExoCpmEQAvD_BwE, dostęp: 1.07.2019.

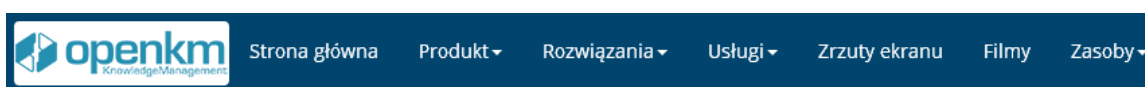
²⁸² Ibidem.

zorientowaniu procesowym. Klasyczny system zintegrowany obejmuje moduły: *Finanse, Controlling, Personel i płace, Produkcja, Sprzedaż i logistyka, Obieg informacji, Zarządzanie informacją, Projekty, Gospodarka remontowa*. Według oferty internetowej *Macrological ERP* może być stosowany w różnych branżach, nie tylko w transporcie i spedycji.

Oprócz standardowo realizowanych zleceń zakupowych firma *Macrological* proponuje usługę *Cloud Computing*, czyli przetwarzanie w chmurze. Jest to propozycja dla firm, które nie chcą ponosić nadmiernych nakładów na własną infrastrukturę i obsługę IT. Jest to szczególnie wskazane, gdy przedsiębiorstwo ma rozproszoną strukturę organizacyjną i wymaga mobilnych rozwiązań oraz dostępu zdalnego do zasobów danych. Są różne rodzaje korzystania z tzw. oprogramowania w chmurze. W usłudze *Macrological Cloud Computing*, jednak zasadniczo proponuje się dostęp i przetwarzanie:

- dedykowane, dostosowane do indywidualnych potrzeb klienta;
- standardowe, w którym następuje dostęp do bieżąco aktualizowanego i serwisowanego oprogramowania typu ERP, KM, BI.

Bliższe informacje na temat systemu klasy KM spotykamy w Internecie (zob. Rycina 10.4)²⁸³.



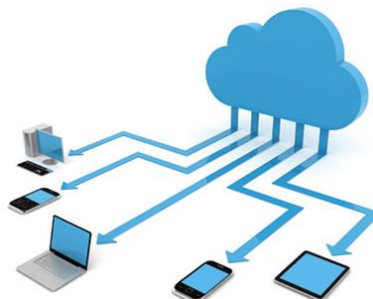
Źródło: <https://www.openkm.pl/>.

Ryc. 10.4. Menu otwartego Systemu zarządzania dokumentami

System zarządzania dokumentami obejmuje między innymi zakładki: *Zarządzanie dokumentami, Zarządzanie rekordami, Obieg dokumentów, Zautomatyzowane zadania, Moduły, Integracja, Tworzenie własnej bazy danych*²⁸⁴. Zażłądnijmy do zakładki *Moduły*, która zawiera funkcje:

- Archiwizator maili*: używa repozytorium jako systemu zarządzania dokumentami,
- Multitenant*: pozwala na hosting wielu niezależnych klas użytkowników,
- Podpis elektroniczny*,
- Kod kreskowy*: moduł odczytu i identyfikacji kodu kreskowego,
- Elektroniczne fakturowanie*: moduł e-fakturowania,
- CMIS: określone pakiety łączników,
- Kryptografia*: pliki są zaszyfrowywane i odszyfrowywane,
- Raporty*,
- Menedżer zadań*: zarządza i przypisuje zadania użytkownikom.

Powróćmy jeszcze do przetwarzania w chmurze, którego ideę pracy z różnymi urządzeniami technologii informacyjnej poprzez usługę *cloud computing* – outsourcingową do zasobów ośrodka serwerowego zwanego Data Center pokazano na Rycinie 10.5.



Źródło:

https://www.macrolologic.pl/erp/branze/system_crm_spedycja?gclid=CjwKCAjwIPTmBRBoEiwAHqpvhSBYqat54xTm sRPuLMbl4FGK9DQ3nXtVgOqZQn5gjaGgTx_M0mZEEExoCpmEQAvD_BwE.

Ryc. 12.0. Idea cloud computing

²⁸³ <https://www.openkm.pl/>, dostęp: 2.07.2019.

²⁸⁴ *Ibidem*.

Ku zakończeniu dodam, że w zakresie BI platforma programistyczna firmy Macrologic umożliwia także tworzenie kompleksowych analiz danych.

10.7. Zagadnienia

1. Logistyka
2. Proces spedycyjno-transportowy
3. Zintegrowany system zarządzania transportem
4. Monitorowanie procesu transportowego
5. Tabele przestawne
6. Spedycja krajowa
7. Baza mapowa
8. Optymalny dobór środka transportu
9. Program nadzoru usług logistycznych
10. Platforma Macrological ERP

* * *

Przedstawiono tylko kilka pakietów programowych, służących nie tylko obszarowi spedycji i transportu. Zintegrowane są one niekiedy z systemem obiektowym klasy ERP. Wychodzą na przeciw przedsiębiorstwom, zwłaszcza handlowym, które nie chcą nadmiernie rozwijać swoich służb IT, ani też rozbudowywać infrastrukturę informatyczną. Stad coraz bardziej rośnie zainteresowanie metodą zwaną *cloud computing* (przetwarzania w chmurze). Specjalistyczne firmy udostępniają wtedy miejsca na dyskach swoich serwerów w dobrze chronionych ośrodkach zwanych Data Center, jak też dostęp do aplikacji dziedzinowych.

Stopniowo rośnie zaufanie inwestorów do takiej formy usługi. Zaprezentowane funkcjonalności przykładowych aplikacji pokazują, ile to różnych zagadnień występuje w obszarze współczesnej globalizującej się spedycji i transportu. Zwłaszcza w czasach szybkiego rozwoju technologii informacyjnej, a w tym komunikacji mobilnej korzystającej między innymi z Internetu.

11. Rozwiązanie problemu transportowego metodą VAM

11.1. Wstęp

Występuje wiele metod rozwiązywania optymalizacyjnego zagadnienia transportowego. Jedną z nich jest VAM (*Vogel's approximation Method*). Gdy sięgniemy do wyszukiwarki Google to dla frazy „Metoda VAM” pojawia się aż 14 600 opublikowanych internetowo pozycji w czasie 0,43 sekundy²⁸⁵. Przykład liczbowy tablic kosztów jednostkowych i przewozów wyrobów między dostawcami a odbiorcami spotykamy w publikacji w formacie PDF pt. „Metoda VAM”²⁸⁶. Z tego przykładu macierz liczbowa kosztów jednostkowych transportu, ilości podaży i popytu oraz kolejne iteracje były inspiracją do opracowania w ramach niniejszego materiału odpowiednich formuł Excela. Zaprezentowano również sprawdzenie uzyskanego w Excelu rozwiązania dwoma sposobami z zastosowaniem:

1. Dodatku programowego Solver do arkusza kalkulacyjnego Excel.
2. Modułu „Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe” (*Linear and Integer Programming*) pakietu WinQSB.

Pakiet WinQSB zawiera jeszcze oprócz już wymienionego modułu wiele jeszcze innych modułów z obszaru badań operacyjnych i prognozowania, w tym:

- Programowanie celowe (*Goal Programming*),
- Programowanie kwadratowe (*Quadratic Programming*),
- Analiza decyzji (*Decision Analysis*),
- Programowanie dynamiczne (*Dynamic Programming*),
- Prognozowanie i regresja liniowa (*Forecasting and Linear Regression*),
- Programowanie nieliniowe (*Nonlinear Programming*),
- PERT_CPM (metoda sieciowa).

Starsza wersja pakietu WinQSB jest bezpłatnie dostępna w Internecie. Może więc stanowić doskonałe narzędzie, na poziomie dydaktyki, do testowania różnych rozwiązań, zwłaszcza z obszaru optymalizacji decyzji. Powróćmy jednak do wspomnianego przykładu dotyczącego zagadnienia transportowego zamkniętego, w którym suma podaży dostawców równa się sumie popytu odbiorców danego produktu. W tym celu wprowadzamy dane liczbowe do arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel²⁸⁷ jako plik będący skoroszytem zawierającym kilka arkuszy (zob. Rycina 11.1). Jak już nadmieniałem umowne dane liczbowe w zamieszczonych tablicach kosztów oraz przewozów zaczerpnięto z przykładu publikacji internetowej „Metoda VAM”²⁸⁸.

	A	B	C	D	E
1	Dostawcy/odbiorcy	a	b	c	d
2	Tablica kosztów: A	5	3	8	2
3	B	4	6	4	2
4	C	9	2	3	11

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.1. Tablica kosztów jednostkowych przewozów zadania decyzyjnego

Trzech dostawców określono literami dużymi A, B, C, a czterech odbiorców małymi a, b, c, d. Chcąc skorzystać z metody VAM musimy sporządzić dwie dalsze macierze posortowane narastająco. Pierwszą wierszami po jej wcześniejszej transpozycji, tj. zamianie wierszy na kolumny (zob. Rycina 11.2). W tym względzie korzystamy najpierw z opcji *Kopiuj* a później *Wklej* z transpozycją.

²⁸⁵ <https://www.google.pl/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=%22Metoda+VAM%22>, dostęp: 17.11.2016.

²⁸⁶ http://dydaktyka.polsl.pl/kwmimkm/wyklad_05_dzienne.pdf, dostęp: 17.11.2016.

²⁸⁷ Opracowanie wykonano programem wersji Microsoft Excel 2010.

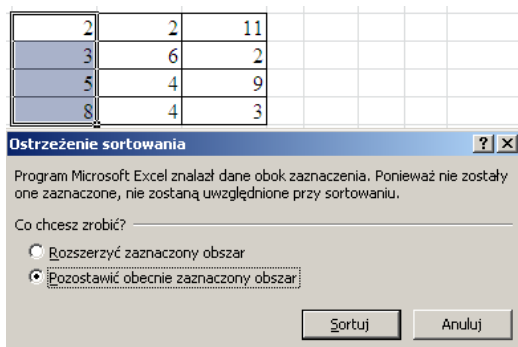
²⁸⁸ Ibidem.

	G	H	I
2	2	2	2
3	3	4	3
4	5	4	9
5	8	6	11
6	1	2	1

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.2. Transponowana macierz kosztów posortowana w wierszach

Skorzystano z komputera, gdyż w praktyce zadana transportowe cechuje duża macierz kosztów. Następnie dokonujemy posortowania komputerowo w Excelu danej kolumny, będącej wierszem po transpozycji z pominięciem kolumn sąsiednich (zob. Rycina 11.3).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc.11.3. Okno dialogowe ustawienia do sortowania tylko danej kolumny (wiersza po transpozycji)

Dla tak przygotowanej tablicy kosztów dokonujemy komputerowo obliczenia wartości bezwzględnej, czyli modułu dla dwóch elementów o najmniejszym koszcie jednostkowym w danej kolumnie. W wierszu 6. arkusza kalkulacyjnego (rycina 11.2) znajduje się moduł z różnicy między dwoma najmniejszymi elementami określony formuła np.: =MODUŁ.LICZBY(H2-H3) równy dwa.

Kolejną czynnością przygotowawczą do korzystania z metody VAM jest posortowanie tablicy kosztów narastająco w czterech kolumnach a-d i też obliczenie modułów różnic między dwoma najmniejszymi wartościami w danych kolumnach, korzystając z formuły np. =MODUŁ.LICZBY(B7-B8) (zob. Rycina 11.4).

	B	C	D	E
7	4	2	3	2
8	5	3	4	2
9	9	6	8	11
10	1	1	1	0

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.4. Macierz kosztów posortowana w kolumnach z obliczonymi modułami w wierszu 10. arkusza kalkulacyjnego

11.2. Procedura rozwiązywania zadania decyzyjnego transportowego metodą VAM z zastosowaniem formuł Excela

Przyglądnijmy się obliczonym wartościom modułów na Rycinie 11.2 (wiersz 6) i 11.4 (wiersz 10). Korzystamy z formuły wyboru największej wartości w tych wierszach, a mianowicie: =MAX(G6:I6;B10:E10).

Odpowiedzią komputera jest „2”, czyli drugi wiersz po transpozycji, a więc dostawca B (zob. Rycina 11.2). Spośród węzłów (w, k) w tym wierszu wybieramy ten dla którego koszt jednostkowy przewozu jest najmniejszy. Występuje to dla odbiorcy czwartego, czyli „d” i równa się 2. Rozpoczynamy teraz wypełnianie tablicy przewozów mając podaną podaż dostawców i popyt odbiorców (zob. Rycina 11.5).

	B	C	D	E	F	G	H
25	a	b	c	d			
26					120		
27	0	0	0	20	20	0	=F27-E27
28					60		
29	80	30	40	50			
30				30	=E29-E27		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.5. Rozpoczęcie wypełniania tablicy przewozów

Widzimy, że podaż zbilansowana jest popytem i wynosi 200, tak więc jest to, jak już wspomniałem, zadanie transportowe zamknięte. Dalsze nasze rozwiązywanie tego zadania sprowadza się do czterech kroków procedury:

Krok 1

Korzystamy z formuły (=MIN(F27; E29) tj. wyznaczamy minimum z wartości 20 i 50. W węźle (B-d) lokujemy podaż równą 20. Następnie dokonujemy korekty liczb podaży i popytu o wartość 20, stosując formułę różnicy (=F27-E27) oraz (=E29-E27). W wierszu drugim dostawcy B wyczerpaliśmy już całą podaż, stąd inne węzły w tym wierszu są równe zero (zob. Rycina 11.5).

Krok 2

Dla wygody realizacji procedury kopiujemy sobie macierz transpozycji wierszy (Rycina 11.2) i zacieramy kolumnę drugą odpowiadającą wierszowi „2” tablicy kosztów (Rycina 11.1), co pokazano na Rycinie 11.6. Dla przejrzystości obliczamy ponownie moduł różnicy dwóch najmniejszych elementów np.: [=MODUŁ.LICZBY(H32-H33)].

	H	I	J
32	2		2
33	3		3
34	5		9
35	8		11
36	1		1

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.6. Tablica kosztów posortowana w wierszach po usunięciu dostawcy B

Teraz w kolumnach po usunięciu wiersza dostawcy B pozostają tylko wartości dla dostawców A oraz C i dla nich też obliczamy wartość bezwzględną formułą np.: =MODUŁ.LICZBY(J40-J41).

	J	K	L	M
40	4	2	3	2
41	9	6	8	11
42	5	4	5	9

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.7. Tablica kosztów posortowana w kolumnach po usunięciu dostawcy B

Podobnie jak w kroku 1. procedury metody VAM stajemy teraz przed wyborem największej wartości spośród [(1, 1); (5, 4, 5, 9)], której odpowiada dostawca „d”. W Excelu realizujemy tą czynność formułą: [=MAX(H36; J36; J42:M42)]. W tej kolumnie są dwa węzły (1, 4) o wartości dwa oraz (3, 4) o wartości 11. Zgodnie z procedurą metody VAM wybieramy o wartości mniejszej, czyli węzeł (1, 4) i w nim lokujemy przewóz o wartości określonej formułą [=MIN(E56;F53)] i jest nią wartość 30. Doprowadzamy do sytuacji, gdy wiersz dostawcy B oraz kolumna odbiorcy d są kompletne co do m przewozów (zob. Rycina 11.8).

	B	C	D	E	F	G
61	a	b	c	d		
62				30	120	90
63	0	0	0	20	20	0
64				0	60	
65	80	30	40	50		
66				30		
67				0		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.8. Tablica przewozów po drugim kroku procedury metody VAM

Krok 3

Pozostają nam teraz wiersze (a, c) oraz kolumny (a, b, c), co w odniesieniu do posortowanych wierszy po transpozycji prezentuje się jak na Rycinie 11.9. Obliczamy wartości bezwzględne skorygowanego układu kosztów dla wierszy korzystając z przykładowej formuły podanej na wymienionej rycinie.

	H	I	J	K	L	M
70	A	B	C			
71				2		
72	3			3		
73	5			9		
74	8					
75	2			1	=MODUŁ.LICZBY(J71-J72)	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.9. Posortowane tablicy kosztów w wierszach z zaznaczeniem wartości pominiętych

Posortowanie w kolumnach z zaznaczeniem wartości pominiętych i ponowne obliczenie modułów analogicznie jak w kroku 1. pokazano na Rycinie 11.10.

	H	I	J	K
78	a	b	c	d
79			2	3
80	5	3		
81	9			8
82	4	1	5	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.10. Skorygowanie tablicy kosztów w kolumnach z zaznaczeniem wartości pominiętych

Następnie wyznaczamy wiersz/kolumnę dla której moduł jest największy formułą: [=MAX(H75;J75;H82;J82)]. Jest to kolumna „c” (trzecia) z wartością modułu 5. W ramach tej kolumny najmniejszy koszt jednostkowy według macierzy kosztów ma węzeł (C, c) i jest to wartość 3 i tam lokujemy przewóz wyznaczony formułą: [MIN(D90,F89)] o wartości 40 (zob. Rycina 11.11). W kolejności korygujemy liczby podaży i popytu określone wcześniej w kroku 2. procedury metody VAM.

	B	C	D	E	F	G
86	a	b	c	d		
87			0	30	120	90
88	0	0	0	20	20	0
89			40	0	60	
90	80	30	40	50		
91				30		
92				0		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.11. Skorygowanie tablicy przewozów w kroku 3. procedury

Rozlokowaliśmy w pełni podaż dostawcy B oraz popyt odbiorców c oraz d i sytuacja w naszej macierzy kosztów, według transponowanych wierszy oraz kolumn, wygląda jak na Rycinie 11.12.

	G	H	I	J	K	L
103	A	B	C			
104				2		
105		3				
106		5		9		
107						
108		2		7	=MODUL.LICZBY(I104-I106)	
109						
110	Kolumny posortowane narastająco według wartości kosztów					
111	a	b	c	d		
112			2			
113		5	3			
114		9				
115		4	1			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.12. Widok macierzy kosztów z uwzględnieniem tablicy przewozów przedstawionej na Ryc. 11.11.

Krok 4

W tablicy kosztów pozostały nam węzły o nieulokowanych przewozach, a więc (A, a), (A, b), (C, a) i (C, b), co pokazano na rycinie 11.12. Dalsze postępowanie jest analogiczne jak w kroku 1, tj. wyznaczamy moduły dwóch najmniejszych elementów naszego układu macierzy po wierszach i kolumnach.

	B	C	D	E
108	a	b	c	d
109	5	3		
110	4	6		
111	9	2		
112	4	1		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.13. Sytuacja w macierzy kosztów po wyznaczeniu przewozów dla dostawcy B oraz przewozów dla odbiorców c i d

Korzystając z Ryciny 11.11 pozostaje nam teraz wyznaczenie wartości maksymalnej z modułów formułą: [=MAX(G108;I108;G115;H115)]. Jest to wartość 7 odpowiadająca dostawcy C (wiersz trzeci tablicy kosztów). Spoglądając na rycinę pierwszą minimalny koszt jednostkowy dla węzła (C, b) równa się dwa. Sugeruje to nam, aby ulokowanie tam przewóz o ilości określonej formułą: [=MIN(C127;F127)], co odpowiada minimum z (30, 60), czyli 30. Możemy jednak ulokować tylko 20 jako dopełnienie do wartości początkowej 60. Skorygowana w ten sposób tabela przewozów pokazano na Rycinie 11.14.

	B	C	D	E	F	G	H
131	a	b	c	d			
132			0	30	120	90	
133	0	0	0	20	20	0	
134	0	20	40	0	60	20	0
135	80	30	40	50			
136		10	0	30			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.14. Sytuacja w macierzy przewozów po kroku 4. procedury

Krok 5

Jako puste, nie obsadzone przewozami, pozostały nam węzły (A, a) i (A, b). Według Ryciny 11.1 (tablica kosztów) w wierszu A są węzły o kosztach jednostkowych przewozów (A, a) = 5, (A, b) = 3, (A, c) = 8, (A, c) = 2. Nas interesuje obliczenie modułu z posortowanego narastająco wiersza dostawcy A. Według zamieszczonej Ryciny 11.15 moduł ten równa się dwa.

	J	K	L	M	N	O	P	Q
140	A	B	C					
141								
142		3						
143		5						
144								
145		2		=MODUŁ LICZBY(G142-G143)				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.15. Określenie wartości modułu w wierszach z pominięciem elementów obsadzonych przewozami

Gdy zagłębimy do Ryciny 11.3, czyli posortowaniu po kolumnach z zacienieniem pominiętych to pozostają nam tylko pojedyncze elementy (zob. Rycina 11.16). Tak więc jest tylko jedna wartość modułu różnicy o wartości dwa w wierszu A i ona jest traktowana jako maksymalna.

	J	K	L	M
148	a	b	c	d
149		4	2	
150				
151				
152				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.16. Sytuacja w kolumnach z powinięciem węzłów z obsadzonych przewozami

Jednak w węźle (A, b) jest niższy koszt jednostkowy bo trzy i tam lokujemy nasz przewóz 10. Teraz pozostaje nam tylko wpisać 80 w węźle (A, a) i rozwiązanie zadania decyzyjnego transportowego metodą VAM uważa się za zakończone (zob. Rycina 11.17).

	B	C	D	E	F	G	H	I
162	80	10	0	30	120	90	80	0
163	0	0	0	20	20	0	0	0
164	0	20	40	0	60	20	0	0
165	80	30	40	50				
166	0	10	0	30				
167		0		0				

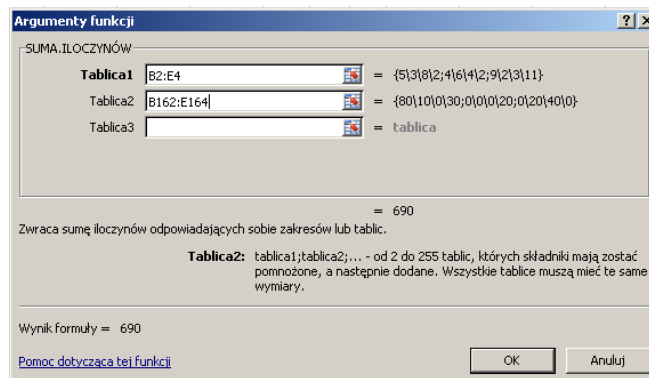
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.17. Końcowa tablica ilości przewozów optymalnych ustalona metodą VAM

Mając teraz do dyspozycji tablice kosztów (Rycina 11.1) oraz końcową tablicę przewozów (Rycina 11.17) obliczamy minimalny ogólny koszt transportu towarów od dostawców (A, B, C) do odbiorców (a, b, c, d). W Excelu koszt ten możemy obliczyć korzystając z formuły:

$$=B162*B2+C162*C2+E162*E2+E163*E3+C164*C4=D164*D4.$$

W Excelu możemy też zastosować funkcję [=SUMA.ILOCZYNÓW(B2:E4;B162:BE164)] korzystając z tablicy kosztów oraz tablicy przewozów zaprezentowanych na Rycinach 11.1 i 11.17. Zatem minimalny koszt przewozu wynosi: $K = 80 \times 5 + 10 \times 3 + 20 \times 2 + 40 \times 3 + 30 \times 2 + 20 \times 2 = 690$.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 11.18. Okno dialogowe definiowania tablic funkcji (SUMA.ILOCZYNÓW)

11.3. Zastosowanie metody simpleks

W Microsoft Excel 2010 w ramach menu głównego *Dane* istnieje opcja *Solver*. Umożliwia ona sformułowanie zadania decyzyjnego w komórkach arkusza decyzyjnego. Dla porównania wyników rozwiązania manualnego metodą VAM oraz za pomocą programowania liniowego simpleks przyjmijmy te same wartości kosztów jednostkowych jak na rycinie pierwszej. Dla lepszego zobrazowania rozpatrzmy jednak przykład dostaw z trzech hurtowni (H_1, H_2, H_3) do czterech sklepów (S_1, S_2, S_3, S_4). Rozplanowanie zadania decyzyjnego w komórkach arkusza kalkulacyjnego prezentuje Rycina 11.19.

	A	B	C	D	E	F
17	Dostawy z:	Razem/Sklepy	S1	S2	S3	S4
18	H1	4	1	1	1	1
19	H2	4	1	1	1	1
20	H3	4	1	1	1	1
21	Razem		3	3	3	3
22		Popyt	80	30	40	50
23	Hurtownie	Podaż	Koszty jednostkowe przewozu (c_{ij})			
24	H1	120	5	3	8	2
25	H2	20	4	6	4	2
26	H3	60	9	2	3	11
27	Razem	59	18	11	15	15
28	Koszt:	59	18	11	15	15

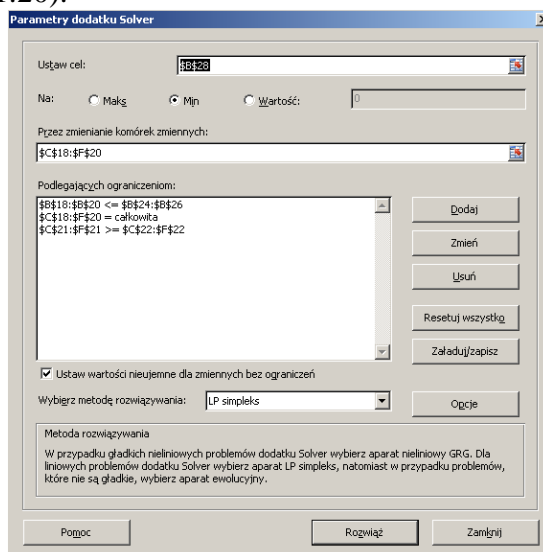
Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver Excela.

Ryc. 11.19. Sformatowanie danych do optymalizacji całkowitego kosztu przewozu

W naszym zadaniu suma podaży hurtowni równa się sumie popytu sklepów i jak już wiemy wynosi 200. Zadanie decyzyjne inicjujemy przyjmując wartości początkowe w tabeli przewozów równe jeden. W komórkach *Razem* dla sklepów występuje formuła sumy np. [=SUMA(C18:C20)]. W komórkach B24:B26 zapisana jest podaż hurtowni o symbolach akceptowanych przez Excela tj. H1, H2, H3, a w komórkach C28:F28 obliczane są komputerowo sumy iloczynów przewozów i kosztów jednostkowych i tak w komórce C28 występuje formuła:

$$=SUMA(C24*C18+C25*C19+C26*C20).$$

W komórce o adresowaniu bezwzględnym $\$B\28 traktowanej jako funkcja celu jest koszt przewozu jako suma sum z wiersza C28:F28. Ustawiamy się w niej przed rozpoczęciem procesu optymalizacji danego zadania decyzyjnego. Komórkami zmienianymi w trakcie rozwiązywania zadania transportowego jest obszar $\$B\$18:\$B\26 stanowiący formuły sum z wierszy dla hurtowni H1-H3. Mając te wytyczne pozostaje nam teraz sformułowanie ograniczeń zasobów w oknie dialogowym (zob. Rycina 11.20).



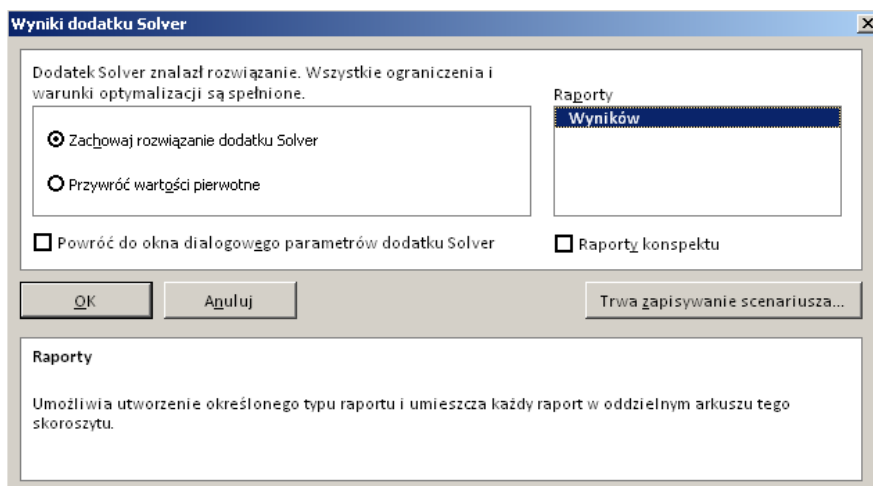
Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 11.20. Okno dialogowe „Parametry dodatku Solver” definiowania zadania transportowego zamkniętego metodą LP simpleks

W rozpatrywanym zadaniu decyzyjnym transportowym zastosowano następujące formuły ograniczeń:

- Liczba wysłanych towarów do sklepów \leq podaży hurtowni:
 $\$B\$18:\$B\$20 \leq \$B\$24:\$B\26
- Liczba dostarczonych towarów do sklepów powinna zaspakajać ich popyt:
 $\$C\$21:\$F\$21 \geq \$C\$22:\$F\22
- Rozwiązanie zadania, a więc zmienne naszej macierzy przewozów muszą być liczbami całkowitymi, co wyraża opcja „Integer” (*Int*), a formuła końcowa po akceptacji okna dialogowego „Parametry dodatku Solver” ma postać: $\$B\$18:\$B\$20 = \text{całkowita}$.

Jak już wspomniałem, ustawiamy się w komórce kosztu ($\$B\28) i określamy kierunek funkcji celu jako „Min”, czyli minimum. Wybieramy jeszcze metodę rozwiązywania optymalizacyjnego zadania transportowego jako LP *simpleks*. Dodam, że *Dodatek Simpleks* umożliwia nam wybór trzech tzw. aparatów rozwiązywania, a mianowicie: LP *simpleks*, *Nieliniowy GRP*, *Ewolucyjny*. Nasz przykład to typowa liniowa zależność kosztu od liczby dostarczanych towarów. Klikamy myszką na przycisk *Rozwiąż* i program informuje nas o wykonaniu pracy. Domyślnie przyjmowane są opcje: *Zachowaj rozwiązanie dodatku Solver*, *Raport wyników*.



Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 11.21. Komunikat o wykonaniu zadania transportowego

Po akceptacji OK uzyskujemy rozplanowanie tablicy przewozów i obliczony minimalny koszt całkowity dostaw wynoszący $K = 670$. Tak więc wynik zadania metodą *simpleks* jest nieco lepszy niż uzyskany wcześniej metodą VAM, gdzie $K = 690$ (zob. Rycina 11.22).

	A	B	C	D	E	F
14	Komórka celu (Min)					
15		Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa	
16		$\$B\28	Koszt: Podaż	59	670	
17						
18						
19	Komórki zmiennych					
20		Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa	Całkowite
21		$\$C\18	H1 S1	1	60	Całkowite
22		$\$D\18	H1 S2	1	10	Całkowite
23		$\$E\18	H1 S3	1	0	Całkowite
24		$\$F\18	H1 S4	1	50	Całkowite
25		$\$C\19	H2 S1	1	20	Całkowite
26		$\$D\19	H2 S2	1	0	Całkowite
27		$\$E\19	H2 S3	1	0	Całkowite
28		$\$F\19	H2 S4	1	0	Całkowite
29		$\$C\20	H3 S1	1	0	Całkowite
30		$\$D\20	H3 S2	1	20	Całkowite
31		$\$E\20	H3 S3	1	40	Całkowite
32		$\$F\20	H3 S4	1	0	Całkowite

Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 11.22. Raport wyników rozwiązania zadania transportowego Solverem

Ponadto Solver poinformował nas w formie dodatkowego tekstu, że czas rozwiązania zadania wynosi 0,015 sekundy i praca wykonana została w dziewięciu iteracjach (krokach). Przypomnijmy sobie, że w naszej wcześniejszej metodzie manualnej VAM realizację wykonaliśmy w pięciu krokach procedury optymalizacyjnej. W rozwiązywaniu zadania transportowego domyślnie przyjmowane są wartości zmiennych jako nieujemne. Zaprezentowane na Rycinie 11.22 wyniki zapisane zostały na oddzielnym arkuszu skoroszytu. Solver podał nam również wartości początkowe rozpoczęcia procesu iteracyjnego.

11.4. Rozwiązanie zadania modulem pakietu WinQSB

Zastosujemy teraz do rozwiązania naszego problemu transportowego moduł *Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe* wchodzący w skład pakietu programowego WinQSB. Dane wprowadzić możemy alternatywnie w dwóch formatach: Matrix (macierz), Normal (nierówności). Przejrzyściej jest zastosować rozplanowanie macierzowe, gdyż odpowiada kolumnom i wierszom arkusza kalkulacyjnego (zob. Rycina 11.23). Widzimy tu funkcje celu (*Minimize*), która zmierza do minimum, a zmiennych X11-X35 mamy 12, co odpowiada iloczynowi trzech hurtowni i czterech sklepów.

Variable -->	X11	X12	X13	X14	X21	X22	X23	X24	X31	X32	X33	X35	Direction	R. H. S.
Minimize	5	3	8	2	4	6	4	2	9	2	3	11	=	120
C1	1	1	1	1									=	20
C2					1	1	1	1					=	60
C3									1	1	1	1	=	80
C4	1				1					1			=	30
C5		1				1					1		=	40
C6			1				1					1	=	50
C7				1				1					=	
LowerBound	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
UpperBound	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		
Variable Type	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer		

Źródło: Opracowanie własne w module *Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe* (LPILP).
Ryc. 11.23. Definiowanie zadania transportowego zamkniętego w module LPILP

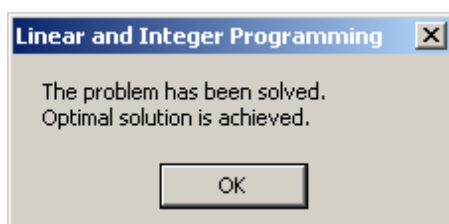
W zapisie matematycznym, uwzględniając koszty jednostkowe przewozów funkcja celu ma postać:

$$FC: 5x_{11} + 3x_{12} + 8x_{13} + 2x_{14} + 4x_{21} + 6x_{22} + 4x_{23} + 2x_{24} + 9x_{31} + 2x_{32} + 3x_{33} + 11x_{34} \rightarrow \min$$

Ograniczenia podaży i popytu zapisujemy jako:

$$\begin{aligned} C_1: x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 120 \\ C_2: x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 20 \\ C_3: x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 60 \\ C_4: x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 80 \\ C_5: x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 30 \\ C_6: x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 40 \\ C_7: x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 50 \end{aligned}$$

Jako warunki brzegowe zmienne $x_{ij} \geq 0$, gdzie: $i = (1, 2, 3)$; $j = (1, 2, 3, 4)$, co odpowiada (*LowerBound*) na Rycinie 11.23. Granica górna (*UpperBound*) nie jest określona, program oznaczył to symbolem *M*, czyli nieskończoność). Całkowitoliczbowość zmiennych podajemy w wierszu *Variable Type* jako *Integer*. Zakończenie rozwiązywania zadania transportowego sygnalizowane jest komunikatem (zob. Rycina 11.24).



Ryc. 11.24. Komunikat modułu LPILP o zakończeniu rozwiązywania optymalizacyjnego

Program generuje raport wyników jako tzw. rozwiązanie mieszane. Wyszczególnia się w nim poszczególne zmienne tablicy przewozów i obliczone ich wartości optymalne. Ponadto podawany jest efekt analizy wrażliwości, czyli w jakim zakresie mogą się zmieniać liczby poszczególnych zmiennych, aby wynik rozwiązania optymalizacyjnego nie uległ zmianie (zob. Rycina 11.25).

	18:50:09		Monday	November	14	2016		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X11	60	5	300	0	basic	4	10
2	X12	10	3	30	0	basic	2	4
3	X13	0	8	0	4	at bound	4	M
4	X14	50	2	100	0	basic	-M	3
5	X21	20	4	80	0	basic	-M	5
6	X22	0	6	0	4	at bound	2	M
7	X23	0	4	0	1	at bound	3	M
8	X24	0	2	0	1	at bound	1	M
9	X31	0	9	0	5	at bound	4	M
10	X32	20	2	40	0	basic	1	3
11	X33	40	3	120	0	basic	-M	4
12	X35	0	11	0	10	at bound	1	M
	Objective	Function	(Min.) =	670				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	120	=	120	0	0	120	M
2	C2	20	=	20	0	-1	20	80
3	C3	60	=	60	0	-1	60	70
4	C4	80	=	80	0	5	20	80
5	C5	30	=	30	0	3	20	30
6	C6	40	=	40	0	4	30	40
7	C7	50	=	50	0	2	0	50

Źródło: Opracowanie własne w module LPILP.

Ryc. 11.25. Rozwiązanie mieszane zadania transportowego zamkniętego

W module LPILP dostępna jest także forma skrócona raportu rozwiązania zwana sumaryczną. Zwróćmy uwagę, że wynik końcowy 670 jest taki sam jak w Solverze, gdyż oba te programy bazują na metodzie programowania liniowego simpleks.

11.5. Zagadnienia

1. VAM
2. Pakiet WinQSB
3. Macierz kosztów
4. Formuły Excela
5. Tablica przewozów
6. Kroki procedury VAM
7. Tablica kosztów
8. Metoda simpleks
9. Solver
10. Minimalny koszt całkowity dostaw

12. Rozwiązywanie komputerowe zagadnienia komiwojażera²⁸⁹

12.1. Słowo wstępne

Rozważania teoretyczne dotyczące problemu komiwojażera spotykamy w pracy pod redakcją Edmunda Ignasiaka²⁹⁰. Czytając opis modelu matematycznego zadania decyzyjnego problemu z obszaru działalności transportowej, bazujący na skromnej macierzy odległości odnosimy wrażenie o łatwości komputerowego ujęcia tego zagadnienia. Tymczasem podczas prób rozwiązania zadania optymalizacyjnego np. programem WinQSB napotykamy różne niepewności na które odpowiedzi szukamy w opisie teoretycznym i nie zawsze mamy oczywiste odpowiedzi. Pozostaje więc wielokrotne testowanie przy różnych ujęciach sformułowania zadania decyzyjnego. Myślę, że przedstawienie pomyślnego efektu różnych testowań będzie z pożytkiem dla zajmujących się problematyką modelowania optymalizacyjnego zagadnień transportowych na komputerze.

Rozpocznijmy jednak od przykładu odwiedzenia przez dostawcę kilku miast i powrotu do swego miasta – siedziby. Niech łącznie będą $n = 4$ miasta. Mogą to być oczywiście inne aglomeracyjne punkty sprzedaży. Przyjęto założenie, że każde miasto może wystąpić tylko raz i kolejność odwiedzania miast jest dowolna. Dla nawiązania opisu manualnego z rozwiązaniem komputerowym skorzystajmy z następującej nieujemnej, kwadratowej macierzy odległości $C = [c_{ij}]$ ²⁹¹:

$$C = \begin{bmatrix} \infty & 2 & 5 & 3 \\ 5 & \infty & 4 & 2 \\ 7 & 2 & \infty & 6 \\ 4 & 3 & 5 & \infty \end{bmatrix}$$

Oznaczmy w naszej macierzy przez i kolejny wiersz, a przez j kolumnę, co w ujęciu przewozów oznacza odległość c_{ij} między miastem i a miastem j . Zamieszczona macierz odległości może być alternatywnie macierzą kosztów przewozów między miastami. Do określonego miasta wjeżdżamy tylko raz i dlatego dla wyeliminowania przewozów w ramach tego samego miasta przyjęto odległość zapisaną jako nieskończoność. Ponieważ taka wielkość nie występuje w modelowaniu komputerowym założono wartość wielokrotnie przewyższającą inne odległości w macierzy C tj. wartość 100. Zagadnienie transportowe sprowadza się do znalezienia drogi zamkniętej, czyli marszruty dla której suma odległości lub kosztu stanowi minimum. Liczba marszrut jest równa $(n - 1)!$, co przy 4 miastach wynosi: $(4 - 1)! = 1 \times 2 \times 3 = 6$ i są one następujące:

1	2	3	4	1	$2 + 4 + 6 + 4 = 16$
1	2	4	3	1	$2 + 2 + 5 + 7 = 16$
1	3	2	4	1	$c_{13} + c_{32} + c_{24} + c_{41} = 5 + 2 + 2 + 4 = 13$
1	3	4	2	1	$5 + 6 + 3 + 5 = 19$
1	4	2	3	1	$3 + 3 + 4 + 7 = 17$
1	4	3	2	1	$3 + 5 + 2 + 5 = 15$

Obok tabelki możliwych 6 marszrut zamieszczono obliczenie ich długości. Najkrótsza, czyli optymalna ma długość 13, a najdłuższa 19²⁹².

Rozwiązywanie zadań transportowych napotyka na trudności spowodowane szybkim wzrostem ilości możliwości tras dostawy w miarę powiększania się ilości obiektów, które odwiedzi komiwojażer np. gdy $n = 8$ to $(n - 1)! = (8 - 1)! = 7! = 5040$ marszrut. Przy tak dużej ilości marszrut może istnieć wiele marszrut o najmniejszej długości lub też koszcie. Widzimy zatem, że wspomaganie komputerowe jest tu konieczne. Zagadnienie komiwojażera dla zadań o praktycznej

²⁸⁹ Opracowanie uwzględnia elementy tekstu autora zawarte w rozdziale 16. książki: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

²⁹⁰ Ignasiak E., praca zbiorowa (red.), *Badania operacyjne*, Wydanie drugie poprawione, Polskie wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.

²⁹¹ Ibidem, s. 112-114. Niniejsze rozważania oraz zamieszczony model matematyczny i przykład macierzy bazują na rozdziale 7.1.

²⁹² Ibidem, s. 113.

dużej ilości n obiektów nie jest stosowane i zachodzi potrzeba użycia innych metod np. algorytmu Little'a²⁹³.

Wróćmy jednak do przewozu do 4 obiektów i wykorzystajmy moduł *Linear and Integer Programming* (LPILP) występujący w ramach pakietu WinQSB. Aplikacja ta obejmuje szereg modułów, co zaprezentowano na Rycinie 12.1, w tym interesujący nas LPILP.

Acceptance Sampling Analysis	Wybór elementów do próby
Aggregate Planning	Zagregowane planowanie
Decision Analysis	Analiza decyzji
Dynamic Programming	Programowania dynamiczne
Facility Location and Layout	Alokacja środków
Forecasting and Linear Regression	Prognozowanie i liniowa regresja
Inventory Theory and System	Zarządzanie zapasami
Job Scheduling	Planowanie pracy
Markov Process	Procesy Markowa
Material Requirements Planning	Gospodarka materiałowa
Network Modeling	Modele sieciowe
Nonlinear Programming	Programowania nieliniowe
PERT_CPM	PERT_CPM
Quality Control Chart	Karty kontrolne
Queuing Analysis	Teoria kolejek
Queuing System Simulation	Symulacja systemu kolejek
Linear and Integer Programming	Programowanie liniowe i <u>całociszbowe</u>
Goal Programming	Celowe programowanie
Quadratic Programming	Programowanie kwadratowe

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 12.1. Moduły pakietu WinQSB

Pasek menu modułu *Linear and Integer Programming* obejmuje zakładki²⁹⁴: *File* – Plik, *Edit* – Edycja, *Format* – Format, *Solve add Analzye* – Rozwiązanie i analiza, *Results* – Wyniki, *Utilities* – Narzędzia, *Windows* – Okno, *WinQSB* – WinQSB, *Help* – Pomoc. Wymieńmy teraz funkcje trzech podstawowych zakładek: *File*, *Edit* oraz *Solve And Analzye* (zob. Ryciny: 12.2, 12.3, 12.4)

File	Plik
New Problem	Nowy problem
Load Problem	Załadowanie problemu
Close Problem	Zamknij problem
Save Problem	Zapisz problem
Save Problem As	Zapisz problem jako
Print Problem	Wydrukuj problem
Print Font	Wydrukuj czcionki
Print Setup	Wydrukuj ustawienia
Exit	Zakończ program

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 12.2. Funkcje zakładki File

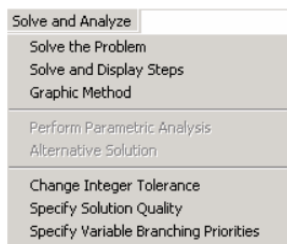
Edit	Edycja
Cut	Wytnij
Copy	Kopiuj
Paste	Wklej
Clear	Czyść
Undo	Cofnij
Problem Name	Nazwa problemu
Variable Names	Nazwa zmiennych
Constraint Names	Nazwa ograniczeń
Objective Function Criterion	Optimum Funkcji Celi
Insert a Variable	Wstaw zmienną
Delete a Variable	Usuń zmienną
Insert a Constraint	Wstaw warunek ograniczający
Delete a Constraint	Usuń warunek ograniczający

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 12.3. Funkcje zakładki Edit

²⁹³ Algorytm ten jest przedmiotem rozdziału 7.2. publikacji wymienionej wcześniej w przypisie 1.

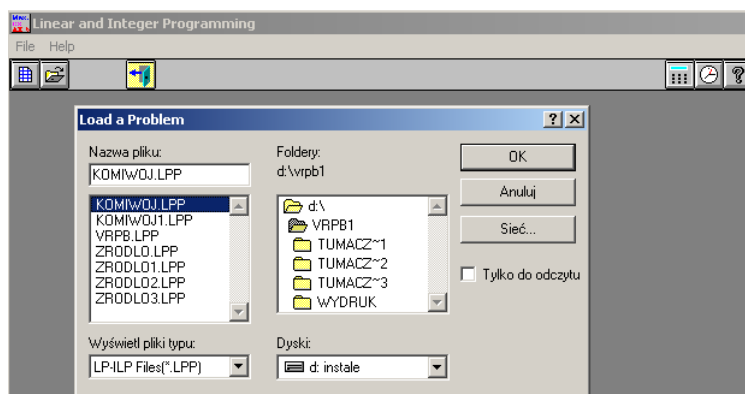
²⁹⁴ Staniec I., *Rozwiązywanie zadań za pomocą pakietu WinQSB*: http://www.miz.marc.pl/?a=teaching&b=materials,winqsb_instrukcja_pl.pdf, pobrano: 10.12.2015.



Rozwiązanie i analiza
 Rozwiąż problem
 Rozwiąż problem krok po kroku
 Metoda graficzna
 Przedstawienie analizy parametrycznej
 Alternatywne rozwiązanie
 Zmiana tolerancji całkowitości, tylko dla zmiennych Integer
 Specyfikacja jakości rozwiązania, tylko dla zmiennych Integer
 Specyfikacja priorytetów przejścia zmiennych, tylko dla zmiennych Integer lub Binary

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.
 Ryc. 12.4. Funkcje zakładki *Solve and Analyze*

Sformułujmy teraz zadanie decyzyjne transportowe zakładając plik *KOMIWOJ.LPP* w folderze D:\VRPB1 (zob. Rycina 12.5).



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.
 Ryc. 12.5. Widok ekranu inicjującego założenie pliku problemu decyzyjnego

Następnie możemy określić kierunek funkcji celu - minimum lub maksimum. Dla utworzenia siatki zmiennych i ograniczeń musimy teraz określić ich ilości bazując na założeniach wstępnych oraz macierzy *C*. Mamy $i \times j = 4 \times 4 = 16$ zmiennych decyzyjnych binarnych, które dla celów przetwarzania komputerowego oznaczamy jako *X*₁₁ – *X*₄₄. Zmienne te przyjmują wartości:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Wartość jeden występuje jeżeli dana marszruta zawiera odcinek (*i*, *j*), a zero w przypadku przeciwnym. Funkcja celu naszego przykładu o elementach (*c*_{*ij*} * *x*_{*ij*}) zmierza do minimum długości marszruty²⁹⁵:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

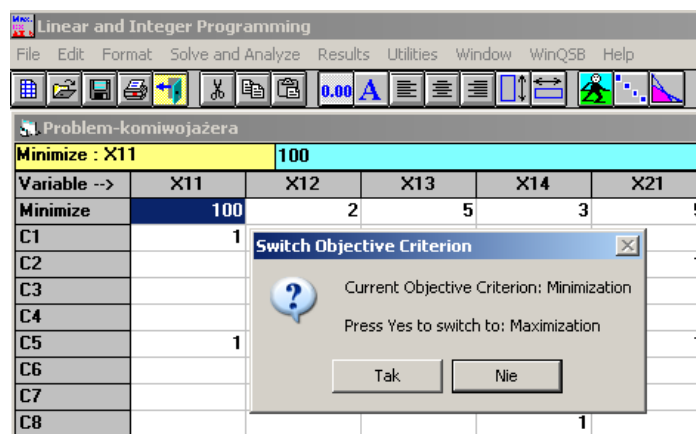
Widok menu głównego modułu *Linear and Integer Programming* oraz fragment zdefiniowanej funkcji celu, zmiennych oraz ograniczeń oznaczanych domyślnie jako *C*_{*i*} pokazano na Rycinie 12.6.

W celu sformułowania warunków ograniczających musimy powrócić do naszej macierzy *C*. Podany warunek (2) określa, że z każdego miasta (wiersza macierzy) dostawca po załadunku odbywa transport do innego z pozostałych trzech miast tylko raz, a warunek (3) dotyczy wyjechania z tego innego miasta po rozładunku również tylko jeden raz.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

²⁹⁵ Podany model zagadnienia komiwojażera bazuje na sformułowaniu matematycznym zamieszczonym w rozdziale 7.1 publikacji cytowanej w przypisie 1.



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 12.6. Widok ekranu sformułowania zagadnienia komiwojazeera

Każdy załadunek, transport oraz rozładunek między dwoma miastami możemy rozpatrywać jako odcinek w marszrucie przewozów między $n = 4$ miastami, co wyrażone jest warunkiem (4)²⁹⁶:

$$z_i - z_j + n * x_{ij} \leq n - 1 \quad i, j = 2, \dots, n, i \neq j, z_i, z_j \in R \quad (4)$$

Dla rozwiązania komputerowego naszego przykładu przyjmujemy, że $i, j = 2, 3, 4$, a nowe zmienne stanowią liczby całkowite 1-4. Warunek ten czuwa nad przechodzeniem marszrutę przez wszystkie cztery miasta. Widzimy tu wprowadzenie dodatkowych zmiennych z_i oraz z_j , przy czym i oznacza numer wiersza, a j numer kolumny w której znajduje się zmienna decyzyjna x_{ij} .

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n \quad (5)$$

12.2. Asymetryczny problem komiwojazeera

Problem komiwojazeera jest częścią teorii grafów. Oprócz problemu komiwojazeera do zagadnień grafowych zaliczamy m.in.: problem chińskiego listonosza, problem marszrutyzacji, problem kojarzenia małżeństw. Problem komiwojazeera (*travelling salesman problem*, TSP) jak już wiemy jest zagadnieniem optymalizacyjnym i z punktu widzenia grafu polega na znalezieniu minimalnego cyklu Hamiltona, czyli trasy po drogach dojazdu czy też odjazdu z wierzchołka grafu – stanowiącego w naszym przykładzie określone miasto²⁹⁷. Jako cechy podróży między miastami oprócz już zaprezentowanych w przykładzie odległości, kosztów mogą być jeszcze ceny lub czas przebycia odcinka. Tak więc funkcja celu zadania optymalizacyjnego może zmierzać do wyznaczenia najkrótszej/najtańszej/najszybszej drogi łączącej wszystkie miasta zaczynającej i kończącej się w określonym punkcie np. mieście bazy transportowej. Jeżeli odległość drogowa z miasta i -tego do j -tego jest taka sama jak z j -tego do i -tego to wówczas mówimy o *symetrycznym problemie komiwojazeera* STSP. Natomiast, gdy są różne, to występuje *asymetryczny problem komiwojazeera* (ATSP), co przedstawiała wcześniej macierz C .

Problem chińskiego listonosza (*Chinese postman problem*, *route inspection problem*) – zadanie znalezienia ścieżki zamkniętej (wracającej do wierzchołka początkowego), zawierającej każdą krawędź grafu co najmniej raz i mającej minimalny koszt (sumę wag krawędzi)²⁹⁸.

Problem marszrutyzacji stanowi rozwinięcie problemu komiwojazeera o dalsze warunki poprzez wprowadzenie zmiennych dotyczących tras (marszrut) oraz punktów rozładunków na trasach. Było to przedmiotem mego wcześniejszego artykułu *Zastosowanie zmiennych mieszanych do optymalizacji przewozów*²⁹⁹. Problem marszrutyzacji, jako zagadnienie decyzyjne operacyjnego

²⁹⁶ Ibidem, s. 113, warunek (7.4).

²⁹⁷ http://pl.wikipedia.org/wiki/Problem_komiwoja%C5%BCera, pobrano: 15.06.2015.

²⁹⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Problem_chi%C5%84skiego_listonosza, pobrano: 15.06.2015.

²⁹⁹ Artykuł ten jest w druku w ramach monografii WSZiA w Opolu przez Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu.

wspomagania zarządzania taborem (flotą) środków transportu polega na wyznaczeniu optymalnych tras przewozowych dla tych pojazdów obsługujących klientów znajdujących się w różnych miejscowościach, przy zachowaniu ograniczeń przewozowych³⁰⁰. Algorytmy dokładne wykorzystywane są do 135 klientów. Jako kryterium funkcji celu przyjmuje się całkowity koszt przewozowy wyrażony odległościowo, cenowo lub czasowo.

Istnieje rozwinięcie teoretyczne problemu marszrutyzacji przy wielu kryteriach optymalizacyjnych, lecz ze względu na stopień trudności rozwiązywane jest przy pomocy przybliżonych *metod i technik heurystycznych*. Stanowią one grupę sposobów i reguł postępowania służącą podejmowaniu najwłaściwszych decyzji w skomplikowanych sytuacjach. Decyzje takie wymagają analizy dostępnych informacji, a także prognozowania zjawisk bazując na twórczym myśleniu i kombinacjach logicznych³⁰¹. Warto tu chociaż wymienić niektóre rodzaje metod heurystycznych:

1. Metoda transferu pojęć, polegająca na przenoszeniu pojęć z jednej dziedziny do drugiej.
2. Metoda definicji, polegająca na uściśleniu definicji powszechnie używanych słów przy założeniu, że ustalenie kwestii terminologicznych niejednokrotnie jest istotne dla meritum problemu.
3. Metoda odnawiania, sprowadzająca się do włączenia do danej doktryny nowych osiągnięć w rozważanej dziedzinie, co pozwala na nową interpretację już znanych faktów.
4. Metoda "czarnych skrzynek", polegająca na oddziaływaniu na nieznaną układ w taki sposób, aby wyniki tego działania wykorzystać do formułowania wniosków dotyczących tego układu.

Problem kojarzenia małżeństw oparty jest o twierdzenie o kojarzeniu małżeństw (twierdzenie Halla), które przedstawiane jest następująco³⁰²: Mamy dwie grupy – dziewcząt i chłopców – oraz pewną sieć znajomości, to znaczy wiemy, których chłopców z tej grupy zna każda z dziewczyn. Kiedy zachodzi sytuacja, w której każdej dziewczynie można przyporządkować jednego kandydata na męża? Tacy kandydaci nie mogą się powtarzać. Warunkiem koniecznym i warunkiem wystarczającym na to, by istniało takie skojarzenie par, jest to, by każda podgrupa dziewcząt licząca k osób znała co najmniej k chłopców.

Po tych rozważaniach przystąpmy do kontynuacji rozwiązania asymetrycznego problemu komiwojażera modułem *Linear and Integer Programming* pakietu WinQSB. Najpierw wprowadzamy funkcję celu z kryterium *minimum* ze zmiennymi decyzyjnymi X11-X44 i współczynnikami wynikającymi z macierzy odległości C, lecz jak już wspomniano zamiast „∞” wpisujemy liczbę 100. W nawiązaniu do klasycznego algorytmu transportowego, kolejne zmienne z_i „dostawcy”, oznaczamy jako: Z1d, Z2d, Z3d, Z4d. Zmiennym z_j „odbiorcom” nadano następujące nazwy komputerowe: Z1o, Z2o, Z3o, Z4o. Zmienne te nie mają wpływu na wartość funkcji celu, lecz są tylko zabiegiem matematycznym do algorytmu optymalizacyjnego sympleks, stad ich współczynniki są równe zero (zob. Rycina 12.7).

Na widoku ekranu formułowania zadania decyzyjnego (zob. Ryc. 12.7) ograniczenia wynikające z warunku (2) stanowią zapisy C1-C4, a warunek (3) został zdefiniowany jako zapisy C5-C8. Warunek (4) dla naszego przykładu z pominięciem pierwszego „dostawcy” ($i = 1$) oraz pierwszego „odbiorcy” ($j = 1$) stanowi sześć zapisów wynikających ze zredukowanej macierzy C do stopnia trzeciego.

$$C' = \begin{bmatrix} \infty & 4 & 2 \\ 2 & \infty & 6 \\ 3 & 5 & \infty \end{bmatrix}$$

Pozostały więc wiersze 2-4 oraz kolumny 2-4 odpowiadające zmiennym $z_{i=2 \text{ do } 4}$ oraz $z_{j=2 \text{ do } 4}$. Przyjmując warunki brzegowe wykluczające równość numeru wiersza i kolumny (patrz symbol nieskończoności) do rozpatrywanego przykładu ograniczenie (4) będzie w postaci:

$$z_i - z_j + 4 * x_{ij} \leq 3 \quad i, j = 2, \dots, 4, i \neq j, z_i, z_j \in C \quad (4)$$

³⁰⁰ http://pl.wikipedia.org/wiki/Problem_komiwoja%C5%BCera, pobrano: 15.06.2015.

³⁰¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Metody_i_tehniki_heurystyczne, pobrano: 20.06.2015.

³⁰² https://pl.wikipedia.org/wiki/Twierdzenie_o_kojarzeniu_ma%C5%82%C5%BCe%C5%84stw, dostęp: 20.06.2015.

W zapisie komputerowym ograniczenie (4) reprezentowane jest przez warunki szczegółowe C9-C14:

$$\begin{aligned} C9: z_2 - z_3 + 4 * x_{23} &\leq 3 \\ C10: z_2 - z_4 + 4 * x_{24} &\leq 3 \\ C11: z_3 - z_2 + 4 * x_{32} &\leq 3 \\ C12: z_3 - z_4 + 4 * x_{34} &\leq 3 \\ C13: z_4 - z_2 + 4 * x_{42} &\leq 3 \\ C14: z_4 - z_3 + 4 * x_{43} &\leq 3 \end{aligned}$$

Warunki brzegowe zmiennych x_{ij} wynikają z zakresu zmiennej binarnej (5) i w programie WinQSB zaznaczone są w formie typu zmiennej *Binary* z ograniczeniem dolnym zero a górnym jeden (zob. Rycina 12.7). Całkowitoliczbowość zmiennych z_i (Z1d, Z2d, Z3d, Z4d) oraz z_j (Z1o, Z2o, Z3o, Z4o) zaznaczamy wybierając podwójnym kliknięciem typ zmiennej *Variable* jako *Integer*.

Variable	X11	X12	X13	X14	X21	X22	X23	X24	X31	X32	X33	X34	X41	X42	X43	X44	Z21	Z2d	Z3d	Z4d	Z1o	Z2o	Z3o	Z4o	Direction	R. H.	
Minimize: Z4o	100	2	5	3	5	100	4	2	7	2	100	6	4	3	5	100	0	0	0	0	0	0	0	0	=	0	
C1	1	1	1	1																						=	1
C2					1	1	1	1																		=	1
C3									1	1	1	1														=	1
C4													1	1	1	1										=	1
C5	1				1								1													=	1
C6		1				1								1												=	1
C7			1				1								1											=	1
C8				1				1					1													=	1
C9							4	4										2								<=	3
C10										4			4					2								<=	3
C11														4	4				3							<=	3
C12																			3							<=	3
C13																				4						<=	3
C14																					4					<=	3
LowerB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UpperB	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Variable	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer	Integer

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB; gdzie Z21 = Z1d.

Ryc. 12.7. Postać sformułowania zadania decyzyjnego asymetrycznego problemu komiwojażera

Przyjrzyjmy się jeszcze raz całości sformułowania decyzyjnego i zauważamy pomyłkę w zapisie zmiennej Z2d (jest Z21), ale ta zmienna nie ma wpływu na ograniczenie (4). Wszelkie korekty nanosimy korzystając z menu *Edit*. To menu pozwala nam również na zmianę standardowej szerokości kolumn. Pozostaje nam teraz tylko kliknięcie na menu *Solve and Analyze* w celu uzyskania rozwiązania optymalnego. Rozwiązanie zadania możemy uzyskać w dwóch postaciach jako mieszane (kombinowane zawierające wyniki i analizę wrażliwości) oraz sumaryczne tylko z wynikami *Solution Value* i kolumnami algorytmu simpleks: *Reduced Cost*, *Basic Status* (zob. Rycina 12.8). Liczbą jeden przy zmiennych x_{ij} zaznaczone są odcinki marszruty optymalnej o długości 13, odpowiadającej (X13, X32, X24, X41) składające się z odcinków ($c_{13} = 5$; $c_{32} = 2$; $c_{24} = 2$; $c_{41} = 4$). Zarówno zmienne odpowiadające z_i oraz z_j występują jeden raz.

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit Cij	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1 X11	0	100	0	96	at bound
2 X12	0	2	0	0	basic
3 X13	1	5	5	0	basic
4 X14	0	3	0	0	at bound
5 X21	0	5	0	2	at bound
6 X22	0	100	0	99	at bound
7 X23	0	4	0	0	basic
8 X24	1	2	2	0	basic
9 X31	0	7	0	3	at bound
10 X32	1	2	2	0	basic
11 X33	0	100	0	95	at bound
12 X34	0	6	0	3	at bound
13 X41	1	4	4	0	basic
14 X42	0	3	0	1	at bound
15 X43	0	5	0	0	at bound
16 X44	0	100	0	97	at bound
17 Z21	1	0	0	0	at bound
18 Z2d	1	0	0	0	at bound
19 Z3d	1	0	0	0	at bound
20 Z4d	1	0	0	0	at bound
21 Z1o	1	0	0	0	at bound
22 Z2o	1	0	0	0	at bound
23 Z3o	1	0	0	0	at bound
24 Z4o	1	0	0	0	at bound
Objective Function (Min.)			13		

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 12.8. Rozwiązanie optymalne asymetrycznego problemu komiwojażera

Jeżeli zmienimy kryterium funkcji celu na *maksimum* to długość marszruty wynosi 19, co stanowi sumę odcinków wyznaczonych przez zmienne: X_{13} , X_{21} , X_{34} , X_{42} , czyli $(5 + 5 + 6 + 3)$. Rozwiązanie komputerowe pokazano na Rycinie 12.9.

06-13-2015 11:34:16	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X11	0	0	0	-4	at bound
2	X12	0	2	0	-1	at bound
3	X13	1	5	5	0	basic
4	X14	0	3	0	0	at bound
5	X21	1	5	5	0	basic
6	X22	0	0	0	-4	at bound
7	X23	0	4	0	-2	at bound
8	X24	0	2	0	-2	at bound
9	X31	0	7	0	0	basic
10	X32	0	2	0	-4	at bound
11	X33	0	0	0	-8	at bound
12	X34	1	6	6	0	basic
13	X41	0	4	0	0	basic
14	X42	1	3	3	0	basic
15	X43	0	5	0	0	basic
16	X44	0	0	0	-3	at bound
17	Z21	1	0	0	0	at bound
18	Z2d	1	0	0	0	at bound
19	Z3d	1	0	0	0	at bound
20	Z4d	1	0	0	0	at bound
21	Z1o	1	0	0	0	at bound
22	Z2o	2	0	0	0	basic
23	Z3o	1	0	0	0	at bound
24	Z4o	1	0	0	0	at bound
Objective Function			(Max.) =	19		

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 12.9. Rozwiązanie optymalne przy kryterium maksimum

12.3. Symetryczny problem komiwojażera

Pominięcie warunku (4) powoduje powstanie zagadnienia przydziału, będącego odmianą algorytmu transportowego. Dla naszej małej macierzy odległości uzyskany wynik komputerowy przy kryterium *minimum* odległości marszruty pozostaje 13. Rozwiązywanie praktycznych zadań transportowych o dużych rozmiarach metodą komiwojażera ze zmiennymi binarnymi i całkowitoliczbowymi staje się nieefektywne ze względu na bardzo dużą liczbę warunków ograniczających. Spróbujmy jednak powiększyć macierz odległości do ósmego stopnia (8 x 8) i zastosować symetryczny problem komiwojażera z ujęciem jako zagadnienie przydziału.

$$D = \begin{bmatrix} 100 & 2 & 5 & 3 & 4 & 6 & 3 & 7 \\ 2 & 100 & 4 & 2 & 2 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 100 & 6 & 4 & 3 & 6 & 3 \\ 3 & 2 & 6 & 100 & 5 & 4 & 5 & 4 \\ 4 & 2 & 4 & 5 & 100 & 4 & 5 & 4 \\ 6 & 5 & 3 & 4 & 4 & 100 & 2 & 8 \\ 3 & 4 & 6 & 5 & 5 & 2 & 100 & 3 \\ 7 & 5 & 3 & 4 & 4 & 8 & 3 & 100 \end{bmatrix}$$

W macierzy **D** uwzględniono górne elementy wcześniejszej macierzy **C** i zastosowano dla całości układ symetryczny danych ilościowych dotyczących odległości między ośmioma miastami. Przedstawione ujęcie macierzy **D** wymagało sformułowania analogicznie jak dla problemu przydziału ze czterema miastami następujących elementów zadania decyzyjnego:

- funkcji celu,
- ograniczeń „dostawców”,
- ograniczeń „odbiorców”,
- warunków brzegowych 64 zmiennych binarnych x_{ij} (X11-X88).

Pełny widok sformatowanego zadania decyzyjnego pokazują ryciny 12.10 i 12.11.

Varial	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48	
Minim	100	2	5	3	4	6	3	7	2	100	4	2	2	5	4	5	5	4	100	6	4	3	6	3	3	2	6	100	5	4	5	4	
C1	1	1	1	1	1	1	1	1																									
C2									1	1	1	1	1	1	1	1	1																
C3																	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
C4																										1	1	1	1	1	1	1	1
C5																																	
C6																																	
C7																																	
C8																																	
C9	1									1								1							1								
C10			1								1									1								1					
C11				1								1									1												
C12					1								1									1											
C13						1								1									1										
C14							1								1									1									
C15								1								1									1								
C16									1								1								1								
Lower	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Upper	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Varial	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	

Źródło: Opracowanie własne w programie WinQSB.
 Ryc. 12.10. Sformatowanie zadania decyzyjnego zagadnienia przydziału

Varial	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57	X58	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67	X68	X71	X72	X73	X74	X75	X76	X77	X78	X81	X82	X83	X84	X85	X86	X87	X88	irectic	R. H.	
Minim	4	2	4	5	100	4	5	4	6	5	3	4	4	100	2	8	3	4	6	5	5	2	100	3	7	5	3	4	4	8	3	100		=	
C1																																			=
C2																																			=
C3																																			=
C4																																			=
C5	1	1	1	1	1	1	1	1																										=	
C6									1	1	1	1	1	1	1	1																		=	
C7																			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	=	
C8																										1	1	1	1	1	1	1	1	1	=
C9	1									1																1								=	
C10		1									1										1													=	
C11			1									1										1												=	
C12				1									1										1											=	
C13					1									1																				=	
C14						1									1																			=	
C15							1									1																		=	
C16								1									1																	=	
Lower	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Upper	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Varial	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	binary	

Źródło: Opracowanie własne w programie WinQSB.
 Ryc. 12.11. Sformatowanie zadania decyzyjnego zagadnienia przydziału c.d.

Tablica rozwiązania sumarycznego jest długa. Wyniki dla odcinków reprezentowanych przez zmienne o łącznej długości 20 są następujące:

$$X_{14} \rightarrow 3 \mid X_{25} \rightarrow 2 \mid X_{38} \rightarrow 3 \mid X_{41} \rightarrow 3 \mid X_{52} \rightarrow 2 \mid X_{67} \rightarrow 2 \mid X_{76} \rightarrow 2 \mid X_{83} \rightarrow 3$$

Widoki ekranów z rozwiązaniem sumarycznym zadania decyzyjnego zamieszczono na Rycinach 12.12 i 12.13.

12-06-2015 21:54:26	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X11	0	100	0	97	at bound
2	X12	0	2	0	0	basic
3	X13	0	5	0	2	at bound
4	X14	1	3	3	0	basic
5	X15	0	4	0	1	at bound
6	X16	0	6	0	4	at bound
7	X17	0	3	0	1	at bound
8	X18	0	7	0	4	at bound
9	X21	0	2	0	0	basic
10	X22	0	100	0	99	at bound
11	X23	0	4	0	2	at bound
12	X24	0	2	0	0	basic
13	X25	1	2	2	0	basic
14	X26	0	5	0	4	at bound
15	X27	0	4	0	3	at bound
16	X28	0	5	0	3	at bound
17	X31	0	5	0	2	at bound
18	X32	0	4	0	2	at bound
19	X33	0	100	0	97	at bound
20	X34	0	6	0	3	at bound
21	X35	0	4	0	1	at bound
22	X36	0	3	0	1	at bound
23	X37	0	6	0	4	at bound
24	X38	1	3	3	0	basic
25	X41	1	3	3	0	basic
26	X42	0	2	0	0	at bound
27	X43	0	6	0	3	at bound
28	X44	0	100	0	97	at bound
29	X45	0	5	0	2	at bound
30	X46	0	4	0	2	at bound

Źródło: Opracowanie własne w programie WinQSB.
 Ryc. 12.12. Rozwiązanie sumaryczne zagadnienia przydziału przy kryterium minimum

12-06-2015 21:54:26	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
31	X47	0	5	0	3	at bound
32	X48	0	4	0	1	at bound
33	X51	0	4	0	1	at bound
34	X52	1	2	2	0	basic
35	X53	0	4	0	1	at bound
36	X54	0	5	0	2	at bound
37	X55	0	100	0	97	at bound
38	X56	0	4	0	2	at bound
39	X57	0	5	0	3	at bound
40	X58	0	4	0	1	at bound
41	X61	0	6	0	3	at bound
42	X62	0	5	0	3	at bound
43	X63	0	3	0	0	basic
44	X64	0	4	0	1	at bound
45	X65	0	4	0	1	at bound
46	X66	0	100	0	98	at bound
47	X67	1	2	2	0	basic
48	X68	0	8	0	5	at bound
49	X71	0	3	0	0	at bound
50	X72	0	4	0	2	at bound
51	X73	0	6	0	3	at bound
52	X74	0	5	0	2	at bound
53	X75	0	5	0	2	at bound
54	X76	1	2	2	0	basic
55	X77	0	100	0	98	at bound
56	X78	0	3	0	0	at bound
57	X81	0	7	0	4	at bound
58	X82	0	5	0	3	at bound
59	X83	1	3	3	0	basic
60	X84	0	4	0	1	at bound
61	X85	0	4	0	1	at bound
62	X86	0	8	0	6	at bound
63	X87	0	3	0	1	at bound
64	X88	0	100	0	97	at bound
Objective Function (Min.) =			20			

Źródło: Opracowanie własne w programie WinQSB.

Ryc. 12.13. Rozwiązanie sumaryczne zagadnienia przydziału przy kryterium minimum c.d.

12.4. Wspomaganie Excelem algorytmu Little'a

Algorytm Little'a określa reguły podziału, sposób wyznaczania kresu dolnego oraz reguły wyboru podzbioru do podziału³⁰³, ale najpierw dzielimy zbiór marszrut na dwa podzbiory: zawierających określony odcinek, nie zawierający tego odcinka. W kolejności dzielimy znowu powstałe podzbiory w podobny sposób. W ten sposób ilość marszrut w ramach nowych podzbiorów maleje. Efektem końcowym jest wyłonienie optymalnego podzbioru jednoelementowego – marszruty o n odcinkach. Jako przykład przyjmijmy macierz niesymetryczną kwadratową \mathbf{E} obejmującą odległości między ośmioma miastami. Odległości między tymi samymi miastami przyjmijmy 100, jak wcześniej dla macierzy \mathbf{D} .

$$\mathbf{E} = \begin{bmatrix} 100 & 2 & 5 & 3 & 4 & 6 & 3 & 7 \\ 5 & 100 & 4 & 2 & 2 & 5 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 100 & 6 & 4 & 3 & 6 & 3 \\ 3 & 4 & 5 & 100 & 5 & 4 & 5 & 4 \\ 5 & 6 & 3 & 4 & 100 & 4 & 5 & 4 \\ 4 & 8 & 4 & 7 & 2 & 100 & 2 & 8 \\ 6 & 3 & 2 & 6 & 4 & 4 & 100 & 3 \\ 3 & 2 & 4 & 3 & 3 & 6 & 5 & 100 \end{bmatrix}$$

Wprowadzamy dane do arkusza kalkulacyjnego Excel uzupełniając o wiersz i kolumnę kolejnych wierszy oraz kolumn (1-8). Ponadto wprowadzamy kolumnę u_i z formułą określenia wartości minimalnej spośród zapisanych np. dla wiersza 1 w komórkach B12:I12:

$$=\text{MIN}(B12:I12)$$

Suma elementów u_i po wierszach wynosi 18. Po odjęciu w wierszach wartości minimalnych formułą np. (=B12-\$J\$12) uzyskujemy macierz zredukowaną po wierszach stosując wzór:

$$u_i = \min_j \{c_{ij}\}$$

³⁰³ Niniejsza część opracowania bazuje na przykładzie postępowania przy zastosowaniu algorytmu Little'a do wyłonienia odcinków optymalnej marszrut zamieszczonym w rozdziale 7.2. Algorytm Little'a: Ignasiak E., praca zbiorowa (red.), *Badania operacyjne*, Wydanie drugie poprawione, Polskie wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.

Następnie dokonujemy redukcji po kolumnach określając wcześniej wartości minimalne, stosując np. formułę: =MIN(B20:B27), co odpowiada wzorowi:

$$v_j = \min_i \{c_{ij} - u_i\}$$

Wielkość redukcji macierzy zredukowanej G^0 (zob. ryc. 6.7) wynosi $(18 + 2 = 20)$ i określona jest według wzoru:

$$\omega(G^0) = R = \sum_{i=1}^n u_i + \sum_{j=1}^n v_j$$

Zbiór wszystkich marszrut określony został jako G^0 . W macierzy zredukowanej E^0 pojawiły się komórki odpowiadające odcinkom marszruty o odległości zerowej. Teraz dokonamy podział zbioru marszrut G^0 na dwa rozłączne podzbiory G^1 oraz G^2 , ale najpierw musimy wybrać odcinek (i, j) , któremu w macierzy zredukowanej E^0 odpowiada koszt, traktowany jako odległość zerowa. Spójrzmy jednak na zaznaczone na czerwono elementy zerowe w macierzy zredukowanej (zob. Rycina 12.14), których jest aż 16 i odpowiadają one odcinkom w kolejnych wierszach. W wierszu 1 i 8 jest po jednym odcinku o długości zerowej, w wierszach 6 i 7 po dwa a w wierszach 2-5 aż po trzy długości zerowe.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
11	i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	u_i	
12	1	100	2	5	3	4	6	3	7	2	
13	2	5	100	4	2	2	5	4	5	2	
14	3	2	3	100	6	4	3	6	3	2	
15	4	3	4	5	100	5	4	5	4	3	
16	5	5	6	3	4	100	4	5	4	3	
17	6	4	8	4	7	2	100	2	8	2	
18	7	6	3	2	6	4	4	100	3	2	
19	8	3	2	4	3	3	6	5	100	2	
20		98	0	3	1	2	4	1	5	18	Suma
21		3	98	2	0	0	3	2	3		
22		0	1	98	4	2	1	4	1		
23		0	1	2	97	2	1	2	1		
24		2	3	0	1	97	1	2	1		
25		2	6	2	5	0	98	0	6		
26		4	1	0	4	2	2	98	1		
27		1	0	2	1	1	4	3	98		
28	v_j	0	0	0	0	0	1	0	1	2	Suma
29		98	0	3	1	2	3	1	4	20	R
30		3	98	2	0	0	2	2	2		
31		0	1	98	4	2	0	4	0		
32		0	1	2	97	2	0	2	0	(E^0)	
33		2	3	0	1	97	0	2	0		
34		2	6	2	5	0	97	0	5		
35		4	1	0	4	2	1	98	0		
36		1	0	2	1	1	3	3	97		

Zródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 12.14. Uzyskanie macierzy zredukowanej E^0

Występowanie elementów zerowych w poszczególnych wierszach jest następujące:

1	2	3	4	5	6	7	8
(1, 2)	(2, 4), (2, 5)	(3, 1), (3, 6), (3, 8)	(4, 1), (4, 6), (4, 8)	(5, 3), (5, 6), (5, 8)	(6, 5), (6, 7)	(7, 3), (7, 8)	(8, 2)

Natomiast ilościowe rozmieszczenie odcinków marszrut o długościach zerowych po kolumnach jest następujące:

1	2	3	4	5	6	7	8
2	2	2	1	2	3	1	4

Rozwiązywanie zagadnienia transportowego według algorytmu Little'a stanowi analogię do metody minimalnego elementu macierzy. Po zredukowaniu macierzy kosztów jednostkowych transportu między dostawcami a odbiorcami, przewozy lokuje się w wierszach/kolumnach z jednym zerem³⁰⁴. Biorąc pod uwagę to zalecenie powinniśmy wybrać wiersze 1 lub 8 lub kolumny 4 lub 7. Jednak w algorytmie Little'a o wyborze określonego odcinka do marszruty optymalnej decyduje tzw. *optymistyczny koszt wyłączenia odcinka*. Obliczany jest on dla elementów zerowych macierzy zredukowanej E^0 jako suma najmniejszego elementu w wierszu i oraz kolumny j poza elementem (i, j) . Przykładowo dla elementu $(1, 2)$ możemy skorzystać z formuły Excela:

$$=MIN(B29;D29:I29)+MIN(C30:C36)$$

przy czym w wierszu 1 komórka arkusza B29 jest przed elementem $(1, 2)$ a przedział (D29:I29) po tym elemencie. Tak obliczona wartość minimalna w wierszu jest 1, a w obszarze (C30:C36) kolumny 2. jest zero. Optymistyczny koszt wyłączenia odcinka $(1, 2)$ jest zatem jeden. Podobnie postępując obliczymy dalsze optymistyczne koszty wyłączenia odcinków zerowych (zob. Rycina 12.15).

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0							
2				0	0			
3	0					0		0
4	0					0		0
5			0			0		0
6					0	0		
7			0					0
8	0							

1	1							
2			1	0				
3	0					0		0
4	0					0		0
5			0			0		0
6					0	1		
7			0					0
8	1							

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 12.15. Obliczenie optymistycznych kosztów wyłączenia odcinków (kolor czerwony)

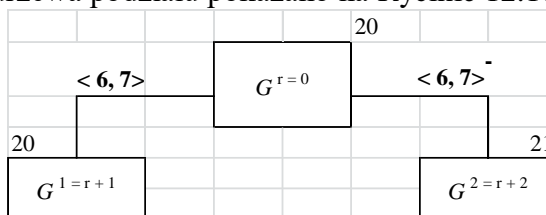
Kierując się algorytmem Little'a do marszruty wchodzi odcinek o najwyższym optymistycznym koszcie wyłączenia, ale z Ryciny 12.15 wynika, że najwyższy jest o wielkości jeden i są takie 4 odcinki. W tej sytuacji decydujemy się sami na wybór jednego z nich, przy czym skorzystajmy z zalecenia przyjmowania elementu z kolumny z jednym zerem. Decydujemy się arbitralnie na odcinek $(6, 7)$ – zobacz zaznaczenie na Rysunku 12.15. Drzewo podziału składa się z wierzchołków G^r i linii łączących je. Wierzchołek stanowi podzbiór obejmujący parametry:

- stopień redukcji $\omega(G^r)$,
- macierz zredukowaną E^r , która powstaje przy dzieleniu podzbiorów z wcześniejszej macierzy E^0 ,
- zbiór odcinków, które wchodzi w skład marszrut należących do danego wierzchołka G^r .

Rozpoczynamy od wierzchołka G^0 z którym związana jest macierz E^0 i wielkość redukcji $\omega(G^r) = R = 20$. Przystępujemy teraz do tworzenia drzewa podziału stanowiącego układ graficzny od wierzchołka poprzez gałęzie aż do korzenia. Najpierw dzielimy występujący w wierzchołku G^0 zbiór marszrut na dwa rozłączne podzbiory G^1 i G^2 . W środku wierzchołka podawany jest numer podzbioru, a po jego prawej stronie na górze wpisujemy kres dolny, obliczany na podstawie wielkości redukcji R . Symbol $\langle i, j \rangle$ oznacza zbiór marszrut zawierających ostatni odcinek (i, j) ,

³⁰⁴ Duczmał M., Wornalkiewicz W, *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2010, podrozdział: 2.10.1 *Zamknięte zagadnienie transportowe (ZZT) – zastosowanie WinQSB*.

natomiast negacja oznaczona w Excelu jako ($\langle i, j \rangle^-$) to zbiór marszrut nie zawierających tego odcinka. Początkowy segment drzewa podziału pokazano na Rycinie 12.16.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 12.16. Zainicjowanie drzewa podziału zbioru marszrut

Przy włączeniu odcinka (6, 7) – wierzchołek $G^{r+1} = G^1$ i zgodnie z algorytmem Little'a tworzymy macierz \mathbf{E}^1 , wykreślając i -ty wiersz i j -tą kolumnę oraz podstawiając $c_{ji} = c_{76} = \infty$ (w naszym komputerowym przykładzie przyjmowaną jako 100). Potem redukujemy tak powstałą macierz po wierszach a następnie po kolumnach podobnie jak uczyniliśmy to z macierzą \mathbf{E} . W sytuacji alternatywnej - wyłączenia odcinka (podzbiór marszrut $G^{r+2} = G^2$) podstawiamy:

$$c_{ij=67}^{r=2} = 100,$$

uzyskując po redukcji macierz $\mathbf{E}^{r+2} = \mathbf{E}^2$. Widok fragmentu arkusza kalkulacyjnego po usunięciu wiersza 6 i kolumny 7 oraz zaznaczeniu elementu $c_{ji} = c_{76} = 100$ pokazano na Rycinie 12.17.

R obliczono jako sumę redukcji po wierszach oraz kolumnach; $\min u_i$ i $\min v_j$ dotyczą obliczeń dla optymistycznego kosztu wyłączenia. Dla tej nowej macierzy obliczono komputerowo wielkości u_i oraz v_j oraz wielkość redukcji R macierzy \mathbf{E}^1 , która wynosi zero. Z powodu włączenia odcinka (6, 7) do marszruty, koszty są zerowe, a wielkość $\omega(G^1) = 20 + 0 = 20$.

	1	2	3	4	5	6	8	$\min(u_i)$	u_i
1	98	0 ¹	3	1	2	3	4	1	0
2	3	98	2	0 ¹	0 ¹	2	2	2	0
3	0 ¹	1	98	4	2	0 ⁰	0 ⁰	1	0
4	0 ⁰	1	2	97	2	0 ⁰	0 ⁰	1	0
5	2	3	0 ⁰	1	97	0 ⁰	0 ⁰	1	0
7	4	1	0 ⁰	4	2	100	0 ⁰	1	0
8	1	0 ¹	2	1	1	3	97	1	0
$\min(v_j)$	1	1	2	1	1	2	2		
v_j	0	0	0	0	0	0	0		$R = 0$

Źródło: Opracowanie własne w Excelu

Ryc. 12.17. Macierz zredukowana \mathbf{E}^1 z zaznaczeniem nieusuniętych wierszy i kolumn

Ponadto dla elementów zerowych obliczono optymistyczne koszty wyłączenia odcinków (zob. Rycina 12.18). Teraz zajmiemy się wierzchołkiem G^2 , reprezentującym m.in. macierz zredukowaną \mathbf{E}^2 . Według algorytmu Little'a w macierzy \mathbf{E}^0 dokonujemy podstawienia $c_{67} = \infty$, a u nas 100, tak duże, aby odcinek ten wyeliminować z marszrut wchodzących do podzbioru – wierzchołka G^2 . Po w/w podstawieniu uzyskaną macierz redukujemy podobnie jak to przedstawiono dla wierzchołka G^1 . Następnie dla wszystkich odcinków o koszcie (odległości) zerowej wyznaczamy komputerowo optymistyczne koszty wyłączenia danego odcinka. Obraz wykonanej redukcji, wyznaczenia wielkości redukcji oraz wyniki obliczeń optymistycznych kosztów wyłączenia (w formie cyfry nad zerem) w danej komórce arkusza kalkulacyjnego Excel, pokazano na Rysunku 6.18. Wyłączenie odcinka (6, 7) spowoduje zwiększenie długości każdej marszruty nie zawierającej odcinka (6, 7) o 1 jednostkę, tak więc marszruty należące do zbioru G^2 muszą mieć długość co najmniej 21 (zob. Rycina 12.18).

		1	2	3	4	5	6	7	8	$min(u_i)$
	1	98	0^2	3	1	2	3	1	4	1
	2	3	98	2	0^1	0^0	2	2	2	2
	3	0^0	1	98	4	2	0^0	4	0^0	1
(E^2)	4	0^0	1	2	97	2	0^0	2	0^0	1
	5	2	3	0^0	1	97	0^0	2	0^0	1
	6	2	6	2	5	0^2	97	100	5	2
	7	4	1	0^0	4	2	1	98	0^0	1
	8	1	0^1	2	1	1	3	3	97	1
	$min(v_j)$	1	1	2	1	1	1	1	2	$R = 1$

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 12.18. Macierz zredukowana E^2 z zaznaczeniem wielkości redukcji i obliczonymi optymistycznymi kosztami wyłączenia odcinków z zerem

Nasze nowe dwa wierzchołki aktywne G^1 i G^2 mogą ulec dalszemu podziałowi. Trzeba tu dodać, że w literaturze przy interpretacji graficznej algorytmu Little'a używa się zamiennie pojęć wierzchołek oraz podzbiór, czasem zbiór, co stanowi pewne utrudnienie dla początkującego Czytelnika³⁰⁵. W kolejności do podziału wybieramy wierzchołek o mniejszym kresie dolnym, czyli G^1 (zob. Rycina 12.13). Potencjalnymi 15 odcinkami, które można włączyć do marszruty są w poszczególnych wierszach odcinki (zob. Rycina 12.19):

1	2	3	4	5	7	8
(1, 2)	(2, 4), (2, 5)	(3, 1), (3, 6), (3, 8)	(4, 1), (4, 6), (4, 8)	(5, 3), (5, 6), (5, 8)	(7, 3), (7, 8)	(8, 2)

Według Rysunku 12.13 największy optymistyczny koszt wyłączenia ma 5 odcinków o wartości 1, tj.: (1, 2), (2, 4), (2, 5), (3,1), (8,2). Kierując się podpowiedzią wyboru kolumny z jednym zerem wybieramy arbitralnie do marszruty odcinek (2, 4), a z podziału powstają dwa podzbiory G^3 i G^4 . Eliminujemy odcinek (4, 2) poprzez podstawienie $c_{42} = 100$ (zob. Rycina 12.20). Parametr $\omega(G^3) = 20 + 1 = 21$. Obliczone od razu optymistyczne koszty wyłączenia odcinków zerowych po redukcji zaznaczono od razu na Rycinie 12.21.

	1	2	3	5	6	8	u_i	
1	98	0^2	3	2	3	4	0	
3	0^0	1	98	2	0^0	0^0	0	
(E^3)	4	0^0	100	2	2	0^0	0^0	0
	5	2	3	0^0	97	0^0	0^0	0
	7	4	1	0^0	2	100	0^0	0
	8	1	0^1	2	1	3	97	0
	v_j	0	0	0	1	0	0	$R = 1$

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 12.20. Macierz zredukowana E^3

³⁰⁵ Ignasiak E., praca zbiorowa (red.), *Badania operacyjne*, Wydanie drugie poprawione, op.cit., s. 118, 120.

W kolejności przystępujemy do sformułowania macierzy E^4 poprzez podstawienie $c_{24} = 100$ w macierzy E^1 .

	1	2	3	4	5	6	8	u_i
1	98	0^1	3	0^0	2	3	4	0
2	3	98	2	99	0^3	2	2	0
(E^4) 3	0^0	1	98	3	2	0^0	0^0	0
4	0^0	1	2	96	2	0^0	0^0	0
5	2	3	0^0	0^0	97	0^0	0^0	0
7	4	1	0^0	3	2	100	0^0	0
8	1	0^1	2	0^0	1	3	97	0
v_j	0	0	0	1	0	0	0	$R = 1$

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 12.21. Macierz zredukowana E^4

Po redukcji parametr $\alpha(G^4)$ jest sumą $\alpha(G^1)$ i wielkości redukcji, czyli wynosi $20 + 1 = 21$.

Powracamy teraz do wierzchołka G^2 , bazując na macierzy E^2 . Największy optymistyczny koszt wyłączenia odcinka po 2 mają odcinki (1, 2) i (6, 5), lecz w kolumnach występują po dwa elementy zerowe. W tej sytuacji wybieramy arbitralnie odcinek (1, 2) i rozpoczynamy procedurę algorytmu Little'a ponownie dzieląc G^2 na podzbiory G^5 i G^6 . W macierzy E^2 usuwamy pierwszy wiersz oraz drugą kolumnę. Podstawiamy $c_{21}^2 = 100$ i przystępujemy do redukcji tej macierzy, obliczenia R oraz optymistycznych kosztów wyłączenia odcinków (zob. Rycina 12.22).

	1	3	4	5	6	7	8	u_i
2	100	2	0^1	0^0	2	0^0	2	0
3	0^0	98	4	2	0^0	2	0^0	0
(E^5) 4	0^0	2	97	2	0^0	0^0	0^0	0
5	2	0^0	1	97	0^0	0^0	0^0	0
6	2	2	5	0^2	97	98	5	0
7	4	0^0	4	2	1	96	0^0	0
8	1	2	1	1	3	1	97	0
v_j	0	0	0	0	0	2	0	$R = 2$

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 12.22. Macierz zredukowana E^5

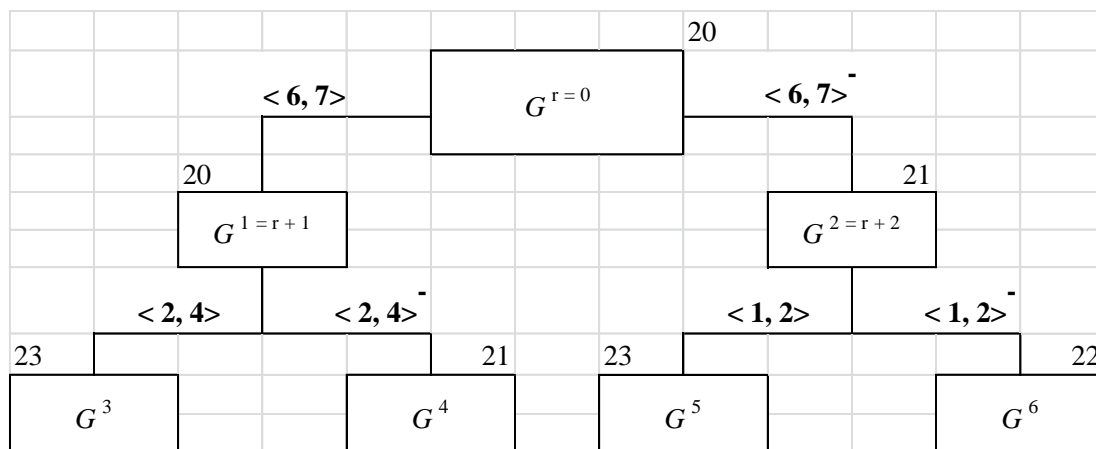
Parametr $\alpha(G^5) = 21 + 2 = 23$. W celu otrzymania macierzy E^6 podstawiamy $c_{21}^2 = 100$, a następnie przystępujemy do redukcji macierzy E^2 po wierszach oraz kolumnach analogicznie jak to uczyniliśmy dla uzyskania macierzy E^0 . Wielkość redukcji $R = 1$, a zatem parametr $\alpha(G^6) = 21 + 1 = 22$ (zob. Rycina 12.23). Najwyższy optymistyczny koszt wyłączenia wykazują odcinki: (1, 7), (6, 5), (8, 2).

	1	2	3	4	5	6	7	8	u_i
1	97	99	2	0	1	2	0^2	3	1
2	100	98	2	0^0	0^0	2	2	2	0
3	0^0	1	98	4	2	0^0	4	0^0	0
(E^6) 4	0^0	1	2	97	2	0^0	2	0^0	0
5	2	3	0^0	1	97	0^0	2	0^0	0
6	2	6	2	5	0^2	97	100	5	0
7	4	1	0^0	4	2	1	98	0^0	0
8	1	0^2	2	1	1	3	3	97	0
v_j	0	0	0	0	0	0	0	0	$R = 1$

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 12.23. Macierz zredukowana E^6

Doprowadziliśmy w naszym przykładzie procedurę algorytmu Little'a do czterech podzbiorów aktywnych G^3 , G^4 , G^5 i G^6 . Dwa z nich mają kresy dolne o wielkości 23 (G^3 , G^5), 21 ma zbiór marszrut G^4 a 22 G^6 (zob. rycina 12.19). Podzbiór G^3 ma 2 odcinki (6, 7) i (2, 4) i wskazane jest dalsze kontynuowanie jego podziału, aby szybciej uzyskać rozwiązanie optymalne pełnej marszruty.



Zródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 12.24. Fragment drzewa podziału na podzbiory

12.5. Zagadnienia

1. Problem komiwojżera
2. Macierz kwadratowa odległości
3. Marszruta
4. Moduł LPILP
5. Zadanie decyzyjne transportowe
6. Asymetryczny problem komiwojżera
7. Zmienne mieszane
8. Warunki brzegowe
9. Funkcja celu
10. Symetryczny problem komiwojżera

* * *

Już z zaprezentowanego fragmentu procedury wyłonienia marszrut optymalnej algorytmem Little'a widzimy jak pracochłonne i mozolne jest tym sposobem dojście do rozwiązania końcowego. Występuje to jaskrawo przy wielu obiektach dostawy. W naszym przypadku 8 miast może przy niekorzystnym doborze drogi postępowania wystąpić (jak już wspomniano na wstępie) nawet $(n - 1)!$ wierzchołków końcowych. Dalsze kontynuowanie w ramach niniejszego materiału było by analogiczne do już wcześniej przedstawionego. Z tego względu pozostawia się Czytelnikowi dla wprawy dalsze, choć trochę zaawansowane drzewo podziału na podzbiory marszrut.

13. Optymalizacja marszrutyzacji przewozów z zastosowaniem funkcji Excela³⁰⁶

13.1. Wprowadzenie³⁰⁷

Jednym z kierunków badań w logistyce jest zastosowanie programowania matematycznego do zarządzania łańcuchem dostaw. Można w nich wyodrębnić następujące klasy zagadnień, których celem jest optymalizacja³⁰⁸:

- marszrutyzacja środków transportu dla potencjalnych tras dostaw (VRP – *Vehicle Routing Problems*),
- planowanie czasowe realizacji dostaw (*Vehicle Scheduling Problems*),
- lokalizacja magazynów produkcyjnych lub punktów dystrybucji (*Facility Location*),
- zaprojektowanie sieci dystrybucyjnych (*Transportation Network Design Problems*),
- określenie ilości i ładowności środków transportu do realizacji dostaw (*Vehicle Fleet Sizing Problems*).

Problematyka marszrutyzacji ma wiele wariantów rozwiązań modeli decyzyjnych. Celem jest określenie zamkniętej trasy dostaw począwszy od bazy, poprzez odbiorców, dla których znane są popyty oraz miejsca zlokalizowania³⁰⁹. W podstawowej odmianie problemu marszrutyzacji (VRP) następuje wybór tras dostaw do kilku odbiorców. Znane miejsce oraz potrzeby odbiorców. Tabor pojazdów charakteryzuje się jednakową ładownością, przy czym pojazdy wyjeżdżają od jednego dostawcy. Funkcja celu takiego zadania decyzyjnego ma na celu minimalizowanie łącznych kosztów obsługi lub całkowitej długości tras przewozów do odbiorców. Zagadnienie transportowe określone skrótem VRP doczekało się opracowania różnych jego odmian, a w tym często publikowanej VRPB (*Vehicle Routing Problem with Backhauling*). W tym modelu brani są pod uwagę odbiorcy towarów, których zaopatruje centrum bazowe oraz dostawcy zaopatrujący to centrum. W tej odmianie marszrutyzacji oprócz liczby i pojemności środków transportu dodatkowo wymaga się, aby załadunek u dostawców następował po wyładunku dóbr u odbiorców. Może pojawić tu się problem sterowania pustymi przebiegami pojazdów³¹⁰.

Do rozwiązania problemu marszrutyzacji stosowane są różne specjalistyczne programy komputerowe. Dla celów dydaktycznych praktyczne jest wykorzystanie dla niewielkich macierzy tras i dostawców programu WinQSB oraz dodatku Solver w ramach arkusza kalkulacyjnego Excel. Nadmienię, że określenie *solver* oznacza funkcję w kalkulatorach naukowych lub programach komputerowych umożliwiającą rozwiązywanie równań³¹¹. Po wprowadzeniu równania i podaniu wartości liczbowych wszystkich parametrów program wyznacza wartość zmiennej. W niektórych przypadkach, gdy nie ma możliwości odpowiedniego przekształcenia równania, kalkulator lub program komputerowy z solverem jest sposobem obliczenia szukanej wartości. Bardziej zaawansowane solvery wykorzystywane są w problemach optymalizacyjnych. Proste wersje komputerowych solverów są standardowo dostępne w arkuszach kalkulacyjnych MS Excel, czy też OOo Calc. Trzeba dodać, że zaawansowane solvery jak CPLEX lub serwery Frontline'a są samodzielnymi programami. Solvery mogą też stanowić dodatki do innych programów obliczeniowych, np. arkuszy kalkulacyjnych typu Excel lub MATLAB. Dodam, że skrót OOo Calc (*OpenOffice Calc*) oznacza zaawansowany arkusz kalkulacyjny wchodzący w skład bezpłatnego pakietu biurowego Apache OpenOffice, dostępnego na platformach Microsoft Windows, Linux,

³⁰⁶ Opracowanie bazuje na rozdziale 18. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

³⁰⁷ Opracowanie bazuje na artykule autora zamieszczonym w monografii: *Aktualne problemy prognozowania*, Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku, Berdyansk 2017, rozdział 1.14.

³⁰⁸ Zamieszczone rozwiązanie zadania decyzyjnego bazuje na artykule: Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, artykuł w czasopiśmie *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, tom XIV, 2013, tab. 2, <http://www.academia.edu/9499435>, dostęp: 30.05.2015.

³⁰⁹ Skrót artykułu autora występuje w monografii: *Problems and prospects of territories' socio-economic development*, Conference Proceedings of the 6th International Scientific Conference, April 20 – 23, 2017, The Academy of Management and Administration in Opole, strony: 41-43.

³¹⁰ Wornalkiewicz W., *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016, s. 194.

³¹¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Solver>, dostęp: 4.02.2017.

Solaris, a także w OS X, FreeBSD³¹². Pakiet ten jest dystrybuowany przez Apache Software Foundation, także w języku polskim łącznie z narzędziami językowymi, tj. słownikiem ortograficznym oraz tezaurusem. Omawiany arkusz odpowiada Microsoft Excel oraz Quattro Pro, tak więc obejmuje formuły, narzędzia analityczne, rozwiniętą grafikę biznesową, a także wbudowane narzędzie do eksportu dokumentów w międzyplatformowym formacie PDF.

Dodatek Solver jest częścią zestawu poleceń, a za jego pomocą można znaleźć optymalną wartość formuły w komórce celu, która podlega ograniczeniom, dotyczącym wartości innych komórek z formułą znajdujących się w danym arkuszu³¹³. Solver pracuje z grupą komórek, zwanych zmiennymi decyzyjnymi, które uczestniczą w wyliczaniu formuł w komórkach celu i komórkach ograniczeń. Podstawową funkcją dodatku Solver jest dostosowanie wartości w komórkach zmiennych decyzyjnych tak, aby spełnić wymagania komórek ograniczeń i uzyskać pożądany wynik minimalny lub maksymalny w komórce celu.

Nadmienię że, w programie Excel 2010 można otworzyć plik utworzony w innym formacie plików, klikając kartę *Plik*, a następnie klikając pozycję *Otwórz*. Skoroszyty programu Excel 97-2003 są automatycznie otwierane w trybie zgodności. Analogicznie pliki Excela można zapisać także na wyjściu w innym formacie np. PDF. Format PDF (*Portable Document Format*) zachowuje formatowanie dokumentu i umożliwiającą udostępnianie plików. Dokument w formacie PDF zachowuje zamierzony format podczas wyświetlania w trybie online lub drukowania. Format PDF przydaje się w przypadku dokumentów, które będą powielane przy użyciu metod drukowania.

Rozwiązanie problemu marszrutyzacji na przykładzie przedstawiłem we wcześniejszej publikacji – rozdział 1.9 *Marszrutyzacja przewozów z zastosowaniem programu WinQSB*³¹⁴. Warto jednak przytoczyć tu założenia realizacji zadania w WinQSB. Po zainstalowaniu programu *winqsb.exe* z Internetu, z menu *Start* wywołujemy ten program a następnie wybieramy moduł *Linear and Integer Programming*³¹⁵. Nadajemy nazwę pliku, dążenie funkcji celu do minimum kosztu przewozu oraz podajemy wstępną ilość zmiennych oraz ograniczeń. W trakcie dalszego formułowania zadania decyzyjnego możemy skorygować ilość zmiennych i ograniczeń. Zarówno funkcja celu jak i ograniczenia mają postać liniową. W programie WinQSB wybieramy spośród dwóch możliwości *Normal*, *Matrix* tą drugą, odpowiadającą arkuszowi kalkulacyjnemu Excel. Wprowadzamy także 50 zmiennych x_{ij} z współczynnikami zero. Następnie wprowadzamy współczynniki C_i (koszty przewozu na 10 trasach) do zmiennych y_j . Miejsca odbioru na trasach zaznaczone są liczbą 1 lub 0 przy 50 zmiennych z_{ij} , gdy dany odbiorca nie „sąsiaduje” z wcześniej podanym dla danej trasy.

Po zdefiniowaniu funkcji celu, ograniczeń zasobów oraz warunków brzegowych oraz dokładnym sprawdzeniu poprawności całości modelu możemy przystąpić do uzyskania wyników optymalnych modułem *Linear and Integer Programming* programu WinQSB. W tym względzie korzystamy z funkcji *Solve and Analyze*. Mamy 110 zmiennych decyzyjnych zapisanych w notacji komputerowej. Początkowa zmienna X11, a końcowa Z105.

Rozwiązaniem jest skorzystanie z trzech tras T_3 z przewozem 17 szt. – jako rozładunek $z_{3,2}$, następnie T_6 z przewozem do odbiorców trzeciego i czwartego jako rozładunki $z_{6,3}$ i $z_{6,4}$, odpowiednio 16 oraz 15 sztuk, a także skorzystanie z trasy T_{10} i obsłużenie odbiorcy pierwszego (18 szt.) – rozładunek $z_{10,1}$ oraz piątego (14 szt.) – rozładunek $z_{10,5}$. Tak więc towar należy dostarczyć trzema pojazdami na wymienionych wcześniej trasach. Pełne rozwiązanie wartości zmiennych decyzyjnych przeprowadzone programem WinQSB jest zgodne z sygnalizowanymi wynikami uzyskanymi w dodatku *Solver* arkusza kalkulacyjnego Excel przez autorów publikacji: *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*³¹⁶. Autorzy nie podali jednak postępowania w zakresie sformatowania danych wejściowych oraz

³¹² https://pl.wikipedia.org/wiki/OpenOffice_Calc, dostęp: 4.02.2017.

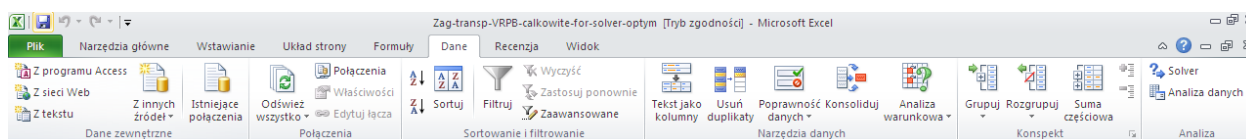
³¹³ Niniejszy materiał bazuje na tekście menu „Pomoc” w arkuszu kalkulacyjnym Excel.

³¹⁴ Wornalkiewicz W., *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, op.cit.

³¹⁵ Ibidem, s. 198.

³¹⁶ Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, op.cit.

sposobu uzyskania rozwiązania optymalnego założonego zadania marszrutyzacji dodatkiem Solver Excela. Zainteresowałem się tym i było to moim przedmiotem prac testowych z Solverem, wychodząc z ogólnego modelu matematycznego zadania decyzyjnego³¹⁷. Po zainstalowaniu dodatku Solver do arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel 2010 możemy go wywołać poprzez rozwinięcie podmenu „Dane”, a później naciskając „Solver” (zob. Ryc. 13.1).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie menu programu Excel.

Ryc. 13.1. Umieszczenie Solvera w menu Excela

Zrozumienie podejścia optymalizacyjnego zastosowanego w procedurze dla WinQSB jak i Solvera wymaga podania ogólnego modelu matematycznego marszrutyzacji. W tym względzie skorzystano z informacji zawartych w wspomnianym już artykule autorów Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji* oraz rozdziału 1.9³¹⁸.

13.2. Model zadania klasy VRP

Zanim przystąpimy do rozpatrzenia liniowego modelu matematycznego marszrutyzacji typu VRP przyjmijmy założenia:

- firma przewozowa ma jednostopniowy system dystrybucji tj. dostawca (jeden magazyn centralny) obsługuje kilka odbiorców np. marketów handlowych;
- transporty towarów do dostawców mogą odbywać się cyklicznie;
- pojazdy mają jednakową ładowność i te same koszty na danej trasie; ładowność może być wyznaczona poprzez takie cechy fizyczne jak objętość i powierzchnię skrzyni ładunkowej, dopuszczalna masa ładunku, przy czym jedna z tych cech powinna być dominującą; można na podstawie tych cech wyznaczyć całkowite możliwości taboru zwanego też flotą pojazdów;
- przewożone towary są jednakowo przygotowane do przewozu, np. towary są zamocowane na standardowych paletach EUR;
- znana jest mapa połączeń między dostawcą a odbiorcami, z zaznaczeniem odległości i czasu przejazdu; istnieje możliwość wyznaczenia potencjalnych tras dostaw rozpoczynających i kończących się u dostawcy;
- przebycie określonej trasy wywołuje pewien koszt, z rozróżnieniem załadunku, transportu oraz wyładunku;
- w optymalizacji koszty zmienne dostaw (zależne od wielkości ładunku wynikającego z łącznego zapotrzebowania odbiorców) są pomijane;
- uwzględnia się część stałą kosztów wywołaną operacją załadowania lub wyładowania towarów;
- po każdej trasie odbywa się tylko jeden kurs pojazdu;
- w każdym kursie następuje jeden załadunek u dostawcy, a jego koszty stałe można dodać do kosztów transportu;
- koszty stałe rozładunku mogą być różne u poszczególnych odbiorców.

W optymalnej marszrutyzacji środków transportu dla potencjalnych tras według VRP problem decyzyjny polega na wyborze tras, którymi można dostarczyć żądane ilości towarów odbiorcom przy minimalnych kosztach sumarycznych. Ogólny model matematyczny takiego problemu decyzyjnego obejmuje funkcję celu, ograniczenia zasobów oraz warunki brzegowe zmiennych. Funkcja celu stanowi sumę kosztu transportu oraz kosztów stałych załadunku u dostawcy (pierwszy człon FC) oraz koszty stałe rozładunków u odbiorców (człon drugi FC).

$$FC(y_i, z_{ij}) = \sum_{i=1}^I C_i x y_i + \sum_{i=1}^I c_j x z_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

gdzie: I – liczba tras; i – numer trasy, $i = 1, 3, \dots, I$;
 J – liczba odbiorców; j – numer odbiorcy, $j = 1, 2, \dots, J$;
 C_i – koszt przejazdu po trasie T_i powiększony o koszt stały załadunku ($C_i > 0$);
 c_j – stały koszt rozładunku u odbiorcy O_j ($c_j > 0$).

³¹⁷ Wornalkiewicz W., *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, op.cit., rozdział 1.9.2.

³¹⁸ Ibidem, s. 196.

Wprowadzone do zadania decyzyjnego ograniczenia obejmują:

a) 5 warunków dla odbiorców:

$$\sum_{i=1}^I x_{ij} = d_j \quad \text{dla } j = 1, 2, \dots, J \quad (2)$$

b) 10 warunków dla tras:

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq S \cdot y_i \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I \quad (3)$$

c) 5x10 warunków ładowności samochodów:

$$x_{ij} \leq S \cdot z_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4)$$

d) 5x10 warunków możliwości dostawy:

$$z_{ij} \leq a_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (5)$$

W wymienionych warunkach wprowadzono parametry: d_j - zapotrzebowanie odbiorcy O_j ($d_j \geq 0$); S - ładowność samochodu ($S > 0$); a_{ij} - wskazujący na możliwe punkty odbioru towaru na trasie przez odbiorców.

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Liczba jeden występuje wtedy, gdy odbiorca O_j położony jest na trasie T_i , a liczba zero w przeciwnym przypadku. Złożoność problemu wymaga wprowadzenia do modelu zadania decyzyjnego trzech grup zmiennych, a mianowicie:

- x_{ij} - wielkość ładunku przewożonego po trasie T_i do odbiorcy O_j ;
- y_i - wybrana trasa dostawy ładunku, przyjmująca 1, gdy realizowany jest kurs po trasie T_i , lub 0, w przypadku przeciwnym;
- z_{ij} - wyładunek u odbiorcy O_j , wielkość 1, gdy następuje w trakcie kursu po trasie T_i lub 0 w przypadku przeciwnym.

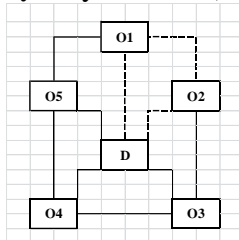
Widzimy, że w modelu zadania decyzyjnego występują zmienne mieszane x_{ij} , które przyjęto jako całkowitoliczbowe oraz y_j i z_{ij} jako zmienne binarne. Ponadto w modelu zadania decyzyjnego niezbędne są warunki brzegowe:

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (6)$$

$$y_i - \text{binarne dla } i = 1, 2, \dots, I \quad (7)$$

$$z_{ij} - \text{binarne dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (8)$$

Podjętą testowanie w Solverze, aby mieć odniesienie co do poprawności wyników, skorzystano z przykładu zamieszczonego w cytowanej już publikacji internetowej³¹⁹. Przykład ten dotyczy sieci dystrybucji obejmującej obsługę pięciu odbiorców przez jednego dostawcę i dla lepszego podglądu ponownie przytoczono schemat sieci dystrybucji towarów (zob. Rycina 7.2). Liniami zaznaczono umownie potencjalne drogi, którymi dostawca D mający kilka samochodów może rozwozić towar do odbiorców O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 . Samochody po kursie wracają do bazy, przy czym zapotrzebowanie wymienionych odbiorców d_j wynosi: 18, 17, 16, 15, 14 sztuk. Ładowność poszczególnych samochodów wynosi 33 sztuki. W cytowanym przykładzie założono obsługę w trakcie jednego kursu najwyżej dwóch odbiorców na trasie. Przy takim założeniu jest 10 tras (zob. zaznaczenie trasy drugiej linią przerywaną – Rycina 13.2).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie rysunku 1 „Przykładowa sieć dystrybucji”³²⁰.

Ryc. 13.2. Sieć dystrybucji towarów

³¹⁹ Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, op.cit.

³²⁰ Ibidem.

Dla uproszczenia przyjęto jednakowy koszt rozładunku u odbiorcy wynoszący 10 zł. Koszty załadunku oraz transportu na 10 trasach z podaniem wartości binarnej parametrów a_{ij} podano w Tabeli 13.1.

Tab. 13.1. Parametry (współczynniki) a_{ij} oraz koszty C_i na trasach

Koszt C_i	Trasa T_i	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
200	T_1	1	0	0	0	0
320	T_2	1	1	0	0	0
240	T_3	0	1	0	0	0
400	T_4	0	1	1	0	0
300	T_5	0	0	1	0	0
340	T_6	0	0	1	1	0
180	T_7	0	0	0	1	0
290	T_8	0	0	0	1	1
160	T_9	0	0	0	0	1
270	T_{10}	1	0	0	0	1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 1 „Wybrane dane do przykładu odbiorców O_j ”³²¹.

W nadmienionej publikacji autorzy zaznaczają, że optymalizację prezentowanego zadania decyzyjnego wykonano dodatkiem Solver Excela i uzyskano wartość funkcji celu 900 obejmującej zarówno koszty transportu jak i załadunku i rozładunku. Jak już wspomniałem, nie podano jednak sposobu sformułowania zadania decyzyjnego w tym programie. W naszym przykładzie dla $I = 10$ tras oraz $J = 5$ odbiorców model zadania decyzyjnego obejmuje:

- $I \times J = 10 \times 5 = 50$ zmiennych ciągłych (rzeczywistych całkowitych),
- $I \times (J + 1) = 10 \times (5 + 1) = 60$ zmiennych binarnych.
- $2 \times I \times J + I + J = 2 \times 10 \times 5 + 10 + 5 = 215$ warunków ograniczających (2)-(5).

13.3. Określenie danych wejściowych i formuł do realizacji Solverem

Dojście do zaprezentowanego rozwiązania wymagało wiele prób związanych ze zdefiniowaniem danych wejściowych, formuł Excela jak również ustawienia opcji optymalizacyjnych w Solverze. Efekt zapisania danych dla 10 tras oraz 5 odbiorców pokazano na Rycinie 13.3.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Wielkość zmiennych x_{ij} przewozu trasą T_i do odbiorców O_j (na przecięciu)					
2	Trasa T_i	Razem O_j	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
3	T_1	5	1	1	1		1
4	T_2	5	1	1	1		1
5	T_3	5	1	1	1		1
6	T_4	5	1	1	1		1
7	T_5	5	1	1	1		1
8	T_6	5	1	1	1		1
9	T_7	5	1	1	1		1
10	T_8	5	1	1	1		1
11	T_9	5	1	1	1		1
12	T_{10}	5	1	1	1		1
13	Razem T_i :		10	10	10	10	10
14	Ładowność środków transportu:		33				
15	Zapotrzebowanie: d_j		18	17	16	15	14

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.3. Tabela wejściowa przewozów

³²¹ Ibidem.

Celowo zaznaczono też kolumny i wiersze arkusza kalkulacyjnego dla lepszego wyjaśnienia zamieszczonych w niniejszym materiale formuł Excela. Na skrzyżowaniu tras T_i i odbiorców O_j występuje 50 zmiennych x_{ij} . Macierz przewozów inicjowana jest liczbą 1. W kolumnie B występuje formuła sumy wierszowej np. (=SUMA(C3:G3)). W wierszu 13. są sumy kolumnowe np. (=SUMA(C3:C12)). W komórce C14 podano stałą ładowność samochodów równą 33. W wierszu 15 – komórki (C15:G15) zawierają zapotrzebowania odbiorców.

Kolejna tablica pokazuje trasy dopuszczalne (T_1 - T_{10}), łączne koszty transportu oraz załadunku i wyładunku na poszczególnych dopuszczalnych trasach dowozu towarów (zob. Rycina 13.4). W wierszu 28 występują sumy możliwości dostaw do odbiorców. W macierzy (obszar C18:G27) wymieniono zapisami „0” lub „1” warianty dróg transportu. Wielkość 80 stanowi sumę zapotrzebowania wszystkich 5. odbiorców obliczoną przez Excel formułą: =SUMA(C15:G15). W wierszu 29. wprowadzono wartość 10 jako jednakowy koszt załadunku i wyładunku dla każdego z pięciu odbiorców. Na uwagę zasługuje jeszcze kolumna H, w której w komórkach (H18:H27) zapisanie rozłożenia kosztu na odbiorców (jednego lub dwóch).

C28		fx =SUMA(C18:C27)						
	A	B	C	D	E	F	G	H
16		Wartości parametrów a_{ij} oraz koszty załadunku i realizacji kursu po trasie T_i						80
17	Trasa T_i	Koszt C_i	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	w [1/SUMA()]
18	T_1	200	1	0	0	0	0	1
19	T_2	320	1	1	0	0	0	0,5
20	T_3	240	0	1	0	0	0	1
21	T_4	400	0	1	1	0	0	0,5
22	T_5	300	0	0	1	0	0	1
23	T_6	340	0	0	1	1	0	0,5
24	T_7	180	0	0	0	1	0	1
25	T_8	290	0	0	0	1	1	0,5
26	T_9	160	0	0	0	0	1	1
27	T_{10}	270	1	0	0	0	1	0,5
28		Razem:	3	3	3	3	3	
29	Koszt rozładunku c_i u odbiorców:		10	10	10	10	10	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.4. Warianty możliwości dla tras transportu

Wprowadzamy jeszcze zmienną y_i w komórki (I32:I41) aktywności tras przyjmując na wejściu „1”.

O32		fx =S\$C\$14*I32						
	I	J	K	L	M	N	O	P
31	y_i	z_{ij}					$S \cdot y_i$	Trasa T_i
32	1	1	0	0	0	0	33	T_1
33	1	1	1	0	0	0	33	T_2
34	1	0	1	0	0	0	33	T_3
35	1	0	1	1	0	0	33	T_4
36	1	0	0	1	0	0	33	T_5
37	1	0	0	1	1	0	33	T_6
38	1	0	0	0	1	0	33	T_7
39	1	0	0	0	1	1	33	T_8
40	1	0	0	0	0	1	33	T_9
41	1	1	0	0	0	1	33	T_{10}

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.5. Zainicjowanie zmiennych aktywności tras i dopuszczalnych rozładunków u odbiorców O1:O5

Inicjujemy macierz zmiennych z_{ij} realizowanych dopuszczalnych dostaw w obszarze (J32:N41) wprowadzając oznaczenie marszrut tras T_1 : T_{10} . Ponadto tworzymy ograniczenia stałej

ładowności pojazdów w komórkach (O32:O41) korzystając z formuły np. ($=\$C\$14*I32$), przy czym w komórce o adresowaniu bezwzględym zapisana jest wartość „33”. Przy takim ustawieniu wartości początkowych zmiennych całkowitych x_{ij} oraz zmiennych binarnych y_i oraz z_{ij} koszt przewozu stanowiący sumę kosztu transportu - dostawy oraz kosztów załadunku i wyładunku wynosi „2850”, czyli jest sumą wartości w komórkach (D45+E45) – zob. Rycina 13.6.

B45		fx =D45+E45				
	A	B	C	D	E	F
45	Koszt przewozu:	2850	Dostawa →	2700	150	← Załadunek i rozładunek

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.6. Ustawienie funkcji celu w komórce B45

Trzeba jeszcze wymienić formułę zapisaną w komórce D45 ($=I53$) stanowiącą sumę iloczynów zapisanych w komórkach (I43:I52) formułą np.: ($=B32*I32$), czyli zmiennej y_i i kosztu C_i . Dla zmiennych początkowych koszt dostawy wynosi: 2700 (zob. Rycina 13.7).

	I
42	Koszt T_i
43	200
44	320
45	240
46	400
47	300
48	340
49	180
50	290
51	160
52	270
53	2700

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.7. Obliczone koszty dostawy na trasach ($T_1:T_{10}$)

Ze względu na przyjęty jednakowy koszt załadunku i wyładunku wynik w komórce E45 otrzymujemy korzystając z formuły ($=10*Q42$). Wielkość w komórce Q42 jest sumą sum z komórek zmiennych z_{ij} i dla zmiennych początkowych równa się 15. Prezentuje to Rycina 13.8.

Q33		fx =SUMA(J33:N33)	
	P	Q	R
31	Trasa T_i	SUMA (z_{ij})	
32	T_1		1
33	T_2		2
34	T_3		1
35	T_4		2
36	T_5		1
37	T_6		2
38	T_7		1
39	T_8		2
40	T_9		1
41	T_{10}		2
42			15

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.8. Sumowanie aktywności zmiennej z_{ij} na trasach ($T_1:T_{10}$)

W celu wprowadzenia ograniczeń dostaw na poszczególnych trasach wynikających z ładowności i potrzeb odbiorców konieczne jest jeszcze opracowanie w Excelu tabeli pomocniczej reagującej na kształtowanie się zmiennej z_{ij} w kolejnych iteracjach procesu optymalizacji. Jako kryteria graniczne w ramach kolumn (J:N) przyjęto zamówienia odbiorców zapisane w wierszu 54. Tak więc przykładowa formuła dla trasy T_1 i odbiorcy O_1 jest następująca: ($=\$J\$54*\$J32*\$H\$18$). Pełny komplet obliczeń pokazano na Rycinie 13.9.

	J	K	L	M	N
43	n _i z _i . w _i				
44	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	18,0	17,0	0,0	0,0	0,0
46	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0
47	0,0	17,0	16,0	0,0	0,0
48	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0
49	0,0	0,0	16,0	15,0	0,0
50	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0
51	0,0	0,0	0,0	15,0	14,0
52	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0
53	18,0	0,0	0,0	0,0	14,0
54	18	17	16	15	14

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.9. Obliczenia pomocnicze do ograniczeń funkcji celu

13.4. Skorzystanie z metody optymalizacji „LP simpleks” w Solverze

Ustawiamy się na komórce funkcji celu tj. B45 (zob. Rycina 13.10). Poprzez menu „Dane” wywołujemy dodatek programowy Solver.

	A	B
45	Koszt przewozu:	2850

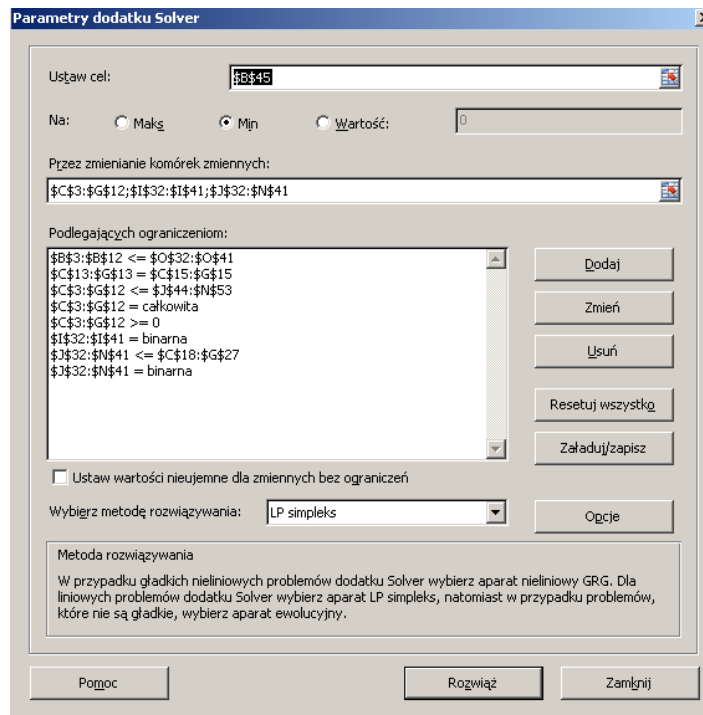
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 13.10. Ustawienie się na komórce celu B45 przed realizacją zadania optymalizacyjnego

Mając wprowadzone dane początkowe zapisane w komórkach arkusza kalkulacyjnego Excel, przystępujemy do zdefiniowania parametrów dla programu Solver i w tym celu poprzez ustawienia się na komórkach lub zaznaczając obszar określamy:

- komórkę celu ($\$B\45) ze wskazaniem na „Min”;
- obszary zmiennych: x_{ij} ($\$C\$3:\$G\12), y_i ($\$I\$32:\$I\41), z_{ij} ($\$J\$32:\$N\41);
- ograniczenia zmiennych: $\$B\$3:\$B\$12 \leq \$O\$32:\$O\41 ; $\$C\$13:\$G\$13 = \$C\$15:\$G\15 ;
 $\$C\$3:\$G\$12 \leq \$J\$44:\$N\53 , $\$J\$32:\$N\$41 \leq \$C\$18:\$G\27 ;
- warunki brzegowe zmiennych x_{ij} : $\$C\$3:\$G\$12 = \text{całkowita}$, $\$C\$3:\$G\$12 \geq 0$;
- warunki brzegowe zmiennej y_i : $\$I\$32:\$I\$41 = \text{binarna}$;
- warunki brzegowe zmiennych z_{ij} : $\$J\$32:\$N\$41 = \text{binarna}$.

Zwróćmy uwagę, że Solver adresuje obszary jako bezwzględne dodając „\$”. Znaki nierówności wprowadzane są podwójnie np. (\leq). Całkowitoliczbowość zmiennej x_{ij} określana jest poprzez wybór opcji „int” a binarność zmiennych y_i oraz z_{ij} wybierając opcję „bin”. Musimy jeszcze ustawić wartości nieujemne dla zmiennych x_{ij} jako bez ograniczeń (okienko puste). Wybieramy metodę rozwiązywania „LP simpleks”. Program podpowiada nam cytując: „W przypadku gładkich nieliniowych problemów dodatku Solver wybierz aparat nieliniowy GRG. Dla liniowych problemów dodatku Solver wybierz aparat LP simpleks, natomiast w przypadku problemów, które nie są gładkie wybierz aparat ewolucyjny”. Widok okna dialogowego „Parametry dodatku Solver” pokazano na Rycinie 13.11.

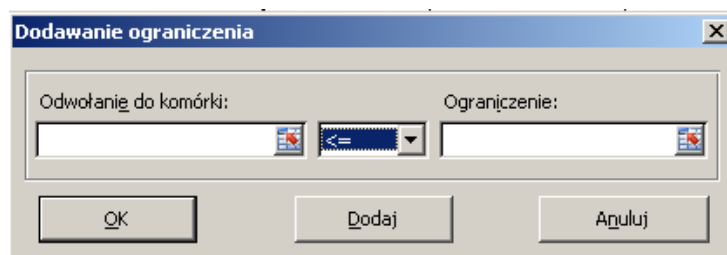


Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 13.11. Wypełnione okno „Parametry dodatku Solver”

Solver umożliwia wykonywanie modyfikacji ograniczeń poprzez skorzystanie z przycisków: „Dodaj”, „Zmień”, „Usuń”. Przykład otwartego okna „Dodawanie ograniczeń” przedstawiono na Rycinie 13.12. W „Odwołanie do komórki” podajemy adresy bezwzględne obszarów/komórki a w „Ograniczenie” także odpowiednie adresy lub wartość liczbową. W podoknie wyboru mamy możliwość zaznaczenia: <=, =, >=, int, bin, dif.

Wprowadzenie rozszerzenia „dif” informuje o potrzebie wymiany danych tekstowych z innymi aplikacjami i wtedy zapisywany jest tylko aktywny arkusz. Trzeba jednak pamiętać, że zapisywanie skoroszytu w dowolnym formacie tekstowym powoduje częściową utratę jego dotychczasowego formatowania. W tym formacie plików zapisywany jest tylko tekst, wartości oraz formuły z aktywnego arkusza. W sytuacji gdy opcje arkusza są ustawione tak, aby w komórkach były wyświetlane wyniki formuł to w przekonwertowanym pliku zapisywane są tylko wyniki formuł. Aby zapisać formuły, należy je wyświetlić w arkuszu przed zapisaniem pliku korzystając z karty *Plik* i w ramach *Opcji* kategorii *Zaawansowane*.

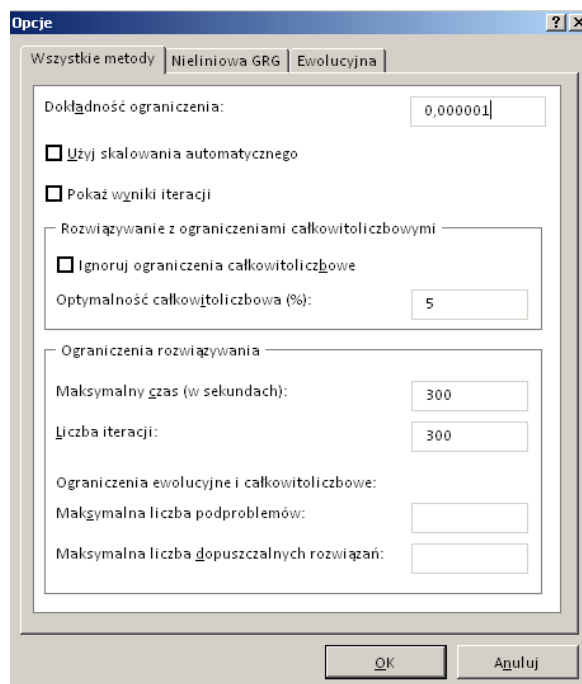


Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 13.12. Okno definiowania ograniczeń zmiennych

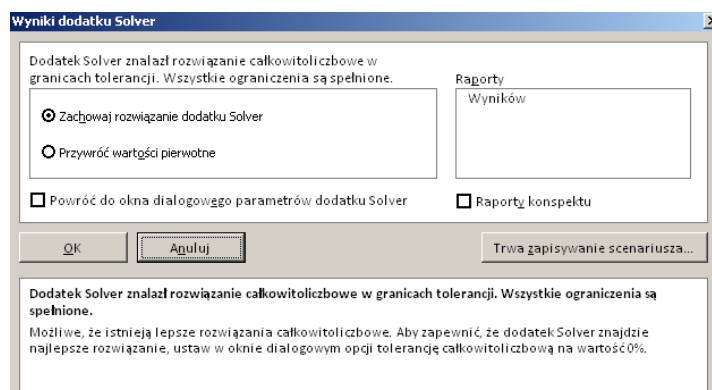
Istotną rolę dla rozwiązywania iteracyjnego zadania optymalizacyjnego odgrywają odpowiednie ustawienia w oknie „Opcje” (zob. Rycina 13.13) i dlatego przyjąłem:

- dokładność ograniczenia (0,000001),
- rozwiązywanie z ograniczeniami całkowitoliczbowymi (5%),
- ograniczenie czasu rozwiązywania 300 sekund,
- liczba iteracji – 300.



Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.
Ryc. 13.13. Ustawienia w oknie „Opcje”

Po naciśnięciu „OK” program realizuje kolejne iteracje procedury „LP simpleks”, a gdy już uzyska rozwiązanie to informuje o tym użytkownika generując okno „Wyniki dodatku Solver” (zob. Rycina 13.14).



Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.
Ryc. 13.14. Okno komunikatu o znalezieniu rozwiązania

Z okna (zob. Rycina 13.14) dowiadujemy się, że „Dodatek Solver znalazł rozwiązanie całkowitoliczbowe w granicach tolerancji. Wszystkie ograniczenia są spełnione”. Program podpowiada nam również: „Możliwie, że istnieją lepsze rozwiązania całkowitoliczbowe. Aby zapewnić, że dodatek Solver znajdzie lepsze rozwiązanie, ustaw w oknie dialogowym opcji tolerancję całkowitoliczbową na wartość 0%”. W ramach okna dialogowego „Wyniki dodatku Solver” możemy ponadto:

- zachować rozwiązanie dodatku Solver (na innym pliku) lub przywrócić wartości pierwotne,
- zażądać raportu wyników,
- powrócić do okna dialogowego parametrów dodatku Solver,
- zażądać raport konspektu,
- zapisać scenariusz.

Przykładowo wybrano raport wyników oraz zapisano rozwiązanie na odrębnym pliku. Efektem końcowym jest wynik zapisany w komórce celu. Zatem minimalny koszt dostawy oraz załadunku i wyładunku wynosi 900 i jest zgodny z wcześniej sygnalizowanym rozwiązaniem otrzymanym przez siebie w programie WinQSB (zob. Rycina 13.15).

B45		fx =D45+E45				
	A	B	C	D	E	F
45	Koszt przewozu:	900	Dostawa →	850	50	← Załadunek i rozładunek

Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 13.15. Efekt działania Solvera - wynik w komórce celu B45

Zobaczymy jeszcze jakie trasy przewozów uznał Solver za optymalne i jakie na nich ulokował przewozy. Z kolejnej Ryciny 13.16 wynika, że rozwiązania są następujące:

$T_3 - O_2$ 17 szt.,
 $T_6 - O_3$ 16 szt. oraz $T_3 - O_4$ 15 szt.,
 $T_{10} - O_1$ 18 szt. oraz $T_{10} - O_5$ 14 szt.

B8		fx =SUMA(C8:G8)					
	A	B	C	D	E	F	G
1		Wielkość zmiennych x_{ij} przewozu trasą T_i do odbiorców O_j (na przecięciu)					
2	Trasa T_i	Razem O_j	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
3	T_1	0	0	0	0	0	0
4	T_2	0	0	0	0	0	0
5	T_3	17	0	17	0	0	0
6	T_4	0	0	0	0	0	0
7	T_5	0	0	0	0	0	0
8	T_6	31	0	0	16	15	0
9	T_7	0	0	0	0	0	0
10	T_8	0	0	0	0	0	0
11	T_9	0	0	0	0	0	0
12	T_{10}	32	18	0	0	0	14

Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 13.16. Optymalne dostawy

Trasom odpowiada zmienna y_i , która dla tras optymalnym przyjęła wielkość „1”. Podobnie Solver wyróżnił wielkością binarną „1” odbiorców do których dotarł towar daną trasą uznaną jako optymalna (zob. Rycina 13.17). W kolumnie „O” obliczana jest dopuszczalna ładowność na trasach wynikająca z wartości zmiennej y_i po optymalizacji.

O34		fx =S\$14*I34						
	I	J	K	L	M	N	O	P
31	y_i	z_{ij}					$S \cdot y_i$	Trasa T_i
32	0	0	0	0	0	0	0	T_1
33	0	0	0	0	0	0	0	T_2
34	1	0	1	0	0	0	33	T_3
35	0	0	0	0	0	0	0	T_4
36	0	0	0	0	0	0	0	T_5
37	1	0	0	1	1	0	33	T_6
38	0	0	0	0	0	0	0	T_7
39	0	0	0	0	0	0	0	T_8
40	0	0	0	0	0	0	0	T_9
41	1	1	0	0	0	1	33	T_{10}

Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 13.17. Wybór optymalny tras dostaw

Zagłębmy jeszcze do naszej tabeli pomocniczej obliczania przewozów jak ograniczeń tabeli wyników po optymalizacji (zob. Rycina 13.18). Widzimy tu odbicie Tabeli 13.17 z uwzględnieniem dopuszczalnych zamówień przez poszczególnych pięciu odbiorców.

	J	K	L	M	N
43	n · z _i · w _i				
44	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
46	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0
47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
48	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
49	0,0	0,0	16,0	15,0	0,0
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
52	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
53	18,0	0,0	0,0	0,0	14,0
54	18	17	16	15	14

Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 13.18. Sytuacja w tabeli (według ryciny 13.9) po działaniu optymalizacyjnym Servera

W obszernym raporcie wyników programu Microsoft Excel 14.0, którego fragment stanowi Rycina 13.19 dowiadujemy się o:

- nazwie pliku oraz zastosowanym modelu (VRPB),
- zastosowanym aparacie obliczeniowym (LP simpleks),
- czasie rozwiązania (1,454 sek.),
- liczbie iteracji – 36,
- liczbie podproblemów zadania optymalizacyjnego,
- założonych opcjach względem dodatku Solver o których już wcześniej wspominałem,
- wartości początkowej i końcowej w komórce celu.
- wartościach początkowych i końcowych poszczególnych dostaw, w tym naszej przykładowej (T3 O2) zapisanej w notacji komputerowej.

A1		Microsoft Excel 14.0 Raport wyników						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 14.0 Raport wyników							
2	Arkusz: [Zag-transp-VRPB-całkowite-for-solver-optym2-f15a.xls]Model-VRPB							
3	Raport utworzony: 2017-02-02 10:39:13							
4	Wynik: Dodatek Solver znalazł rozwiązanie całkowitoliczbowe w granicach tolerancji. Wszystkie ograniczenia są spełnione.							
5	Aparat dodatku Solver							
6	Aparat: LP simpleks							
7	Czas rozwiązania: 1,454 sek.							
8	Liczba iteracji: 36 Podproblemy: 76							
9	Opcje dodatku Solver							
10	Maksymalny czas 300 sek., Iteracje 300, Precision 0,000001							
11	Maksymalna liczba podproblemów Nieograniczone, Maksymalna liczba rozwiązań całkowitoliczbowych Nieograniczone, Tolerancja całkowitoliczbowa 5%							
12								
13								
14	Komórka celu (Min)							
15		Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa			
16		\$B\$45	Koszt przewozu: Średnia:	2850	900			
17								
18								
19	Komórki zmiennych							
20		Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa	Całkowite		
21		\$C\$3	T1 O1	1	0	Całkowite		
22		\$D\$3	T1 O2	1	0	Całkowite		
23		\$E\$3	T1 O3	1	0	Całkowite		
24		\$F\$3	T1 O4	1	0	Całkowite		
25		\$G\$3	T1 O5	1	0	Całkowite		
26		\$C\$4	T2 O1	1	0	Całkowite		
27		\$D\$4	T2 O2	1	0	Całkowite		
28		\$E\$4	T2 O3	1	0	Całkowite		
29		\$F\$4	T2 O4	1	0	Całkowite		
30		\$G\$4	T2 O5	1	0	Całkowite		
31		\$C\$5	T3 O1	1	0	Całkowite		
32		\$D\$5	T3 O2	1	17	Całkowite		

Źródło: Opracowanie własne w Dodatku Solver.

Ryc. 13.19. Fragment raportu wyników wygenerowanego przez dodatek Solver

A teraz zobaczymy jeszcze na fragmencie widoku raportu kombinowanego „Combined Report for VRPB” jak nasze zadanie marszrutyzacji zrealizował moduł „Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe” (Linear and Integer Programming) pakietu WinQSB (zob. Rycina 13.20).

	09:11:14	Thursday	June	04	2015	
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X11	0	0	0	0	at bound
2	X12	0	0	0	0	at bound
3	X13	0	0	0	0	at bound
4	X14	0	0	0	0	at bound
5	X15	0	0	0	0	basic
6	X21	0	0	0	9,6970	at bound
7	X22	0	0	0	9,6970	at bound
8	X23	0	0	0	9,6970	at bound
9	X24	0	0	0	9,6970	at bound
10	X25	0	0	0	9,6970	at bound
11	X31	0	0	0	0,3030	at bound
12	X32	17,0000	0	0	0	basic

Źródło: Wornalkiewicz W., *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, op.cit., rys. 1.9.14.

Ryc. 13.20. Początkowy fragment rozwiązania optymalnego w WinQSB

13.5. Zagadnienia

1. Łańcuch dostaw
2. Programowanie matematyczne
3. Sieć dystrybucyjna
4. Korzystanie z pakietu WinQSB
5. Definiowanie zadania decyzyjnego
6. Modelowanie zadania klasy VRP
7. Ograniczenia w modelu marszrutyzacji
8. Zmienne binarne
9. Modelowanie sieci dystrybucji towarów
10. Definiowanie zadania decyzyjnego w Solverze

* * *

W podsumowaniu chciałbym zwrócić uwagę na złożoność formatowania zadania decyzyjnego o zmiennych mieszanych problemu marszrutyzacji realizowanego dodatkiem Solver. Jednak dość dokładnie zaprezentowane postępowanie może być kanwą podejść do innych problemów w zakresie logistyki zwłaszcza na etapie edukacyjnym.

Warto jeszcze bliżej poznać funkcjonalność narzędzia informatycznego jakim jest Solver będący dodatkiem do arkusza kalkulacyjnego MS Excel, którego to coraz nowsze wersje proponuje firma Microsoft. Interesujące jest też zgłębienie arkanów informacji zapisanych w tekście „Pomoc” wywoływanym z poziomu pracy Excela.

14. Marszrutyzacja przewozów z zastosowaniem programu WinQSB

14.1. Wstęp

Jak już wspomniałem w poprzednim rozdziale jednym z kierunków badań w logistyce jest zastosowanie programowania matematycznego do zarządzania łańcuchem dostaw. Można w nich wyodrębnić następujące klasy zagadnień, których celem jest optymalizacja³²²:

- marszrutyzacja środków transportu dla potencjalnych tras dostaw (VRP – *Vehicle Routing Problems*),
- planowanie czasowe realizacji dostaw (*Vehicle Scheduling Problems*),
- lokalizacja magazynów produkcyjnych lub punktów dystrybucji (*Facility Location*),
- zaprojektowanie sieci dystrybucyjnych (*Transportation Network Design Problems*),
- określenie ilości i ładowności środków transportu do realizacji dostaw (*Vehicle Fleet Sizing Problems*).

Według Mirosława Liana oraz Tomasza Pisuli³²³ głównymi elementami zarządzania łańcuchem dostaw są:

- długoterminowe planowanie marszrutyzacji dostaw;
- planowanie i projektowanie nowych punktów produkcyjnych, centrów dystrybucyjno-magazynowych oraz intermodalnych sieci transportowych;
- planowanie wielkości sieci transportowej;
- określanie obsady osobowej do sieci zaopatrzenia.

Problematyka marszrutyzacji ma wiele wariantów rozwiązań modeli decyzyjnych. Warto tu wymienić klasyczne już zagadnienie komiwojażera (*Travelling Salesman Problem*), które dotyczy pojedynczego środka transportu bez ograniczenia dotyczącego jego ładowności. Celem jest określenie zamkniętej trasy dostaw począwszy od bazy, poprzez odbiorców, dla których znane są popyty oraz miejsca zlokalizowania. W podstawowej odmianie problemu marszrutyzacji (VRP) następuje wybór tras dostaw do kilku odbiorców. Znamy miejsce oraz potrzeby odbiorców. Tabor pojazdów charakteryzuje się jednakową ładownością, przy czym pojazdy wyjeżdżają od jednego dostawcy. Funkcja celu takiego zadania decyzyjnego ma na celu minimalizowanie łącznych kosztów obsługi lub całkowitej długości tras przewozów do odbiorców. Zagadnienie transportowe określone skrótem VRP doczekało się opracowania różnych jego odmian, a mianowicie:

a) VRPB – *Vehicle Routing Problem with Backhauling*. Brani są pod uwagę odbiorcy towarów, których zaopatruje centrum bazowe oraz dostawcy zaopatrujący to centrum. W tej odmianie marszrutyzacji oprócz liczby i pojemności środków transportu dodatkowo wymaga się, aby załadunek u dostawców następował po wyładunku dóbr u odbiorców. Może pojawić tu się problem sterowania pustymi przebiegami pojazdów.

b) MPDP – *Mixed Pickup and Delivery Problem*. Jest alternatywnym rozwiązaniem VRPB, z możliwością naprzemiennego załadunku towarów dostawców i wyładunku u odbiorców.

c) PVRP – *Periodic Vehicle Routing Problem*. Stanowi problem planowania okresowych dostaw towarów do odbiorców, aby długość tras dla całego okresu planowania była minimalna. Zagadnienie zmierza do wyznaczenia do których odbiorców w danym dniu zostanie dowieziony towar i jakimi trasami.

d) VRPTW – *Vehicle Routing with Time Windows*. Odmiana ta uwzględnia „okna czasowe” rozpoczęcia pracy u każdego odbiorcy. Jeśli pojazdy będą u odbiorców wcześniej to muszą czekać na towar. Dopuszcza się możliwość wcześniejszego obsłużenia przybyłego transportu, lecz wiąże się to z określonymi karami.

e) IRP – *Inventory Vehicle Routing*. W tej odmianie problemu marszrutyzacji następuje minimalizowanie łącznych kosztów użycia środków transportu oraz magazynowania dóbr.

Inspiracją do napisania tego artykułu było zapytanie internetowe odnośnie rozwiązania zadania – cytuję: „...*Problem marszrutyzacji środków transportu w planowaniu tras dostaw z wykorzystaniem metody optymalizacji Vehicle Routing Problem with Backhauling (VRPB)*”. Jak już nadmieniałem metoda ta jest modyfikacją klasycznego modelu marszrutyzacji dostaw z uwzględnieniem dostaw powrotnych od odbiorców. Zagadnienie optymalizacyjne polega na takim wyborze tras, aby zminimalizować koszty załadunku, transportu oraz rozładunku. W modelowaniu zadania decyzyjnego stosuje się zmienne mieszane rzeczywiste i binarne.

³²² Opracowanie niniejsze bazuje na artykule: Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, artykuł w czasopiśmie *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, tom XIV, 2013, <http://www.academia.edu/9499435>, dostęp: 30.05.2015.

³²³ Ibidem.

14.2. Model matematyczny zadania decyzyjnego klasy VRP

Zanim przystąpimy do rozpatrzenia liniowego modelu matematycznego marszrutyzacji typu VRP przypomnijmy sobie jego założenia:

- firma przewoźowa ma jednostopniowy system dystrybucji tj. dostawca (jeden magazyn centralny) obsługuje kilka odbiorców np. marketów handlowych;
- transporty towarów do dostawców mogą odbywać się cyklicznie;
- pojazdy mają jednakową ładowność i te same koszty na danej trasie; ładowność może być wyznaczona poprzez takie cechy fizyczne jak objętość i powierzchnię skrzyni ładunkowej, dopuszczalna masa ładunku, przy czym jedna z tych cech powinna być dominującą; można na podstawie tych cech wyznaczyć całkowite możliwości taboru zwanego też flotą pojazdów;
- przewożone towary są jednakowo przygotowane do przewozu, np. towary są zamocowane na standardowych paletach EUR;
- znana jest mapa połączeń między dostawcą a odbiorcami, z zaznaczeniem odległości i czasu przejazdu, istnieje możliwość wyznaczenia potencjalnych tras dostaw rozpoczynających i kończących się u dostawcy;
- przebycie określonej trasy wywołuje pewien koszt, z rozróżnieniem załadunku, transportu oraz wyładunku;
- w optymalizacji koszty zmienne dostaw (zależne od wielkości ładunku wynikającego z łącznego zapotrzebowania odbiorców) są pomijane;
- uwzględnia się część stałą kosztów wywołaną operacją załadowania lub wyładowania towarów,
- po każdej trasie odbywa się tylko jeden kurs pojazdu,
- w każdym kursie następuje jeden załadunek u dostawcy, a jego koszty stałe można dodać do kosztów transportu,
- koszty stałe rozładunku mogą być różne u poszczególnych odbiorców.

W optymalnej marszrutyzacji środków transportu dla potencjalnych tras według VRP problem decyzyjny polega na wyborze tras, którymi można dostarczyć żądane ilości towarów odbiorcom przy minimalnych kosztach sumarycznych. Rozpoznanie źródeł internetowych wykazało istnienie krótkiej publikacji poświęconej tematowi dostaw według marszrutyzacji VRP³²⁴. Zamieszczono w niej propozycję ogólnego modelu matematycznego takiego problemu decyzyjnego obejmuje funkcję celu, ograniczenia zasobów oraz warunki brzegowe zmiennych. Funkcja celu stanowi sumę kosztu transportu oraz kosztów stałych załadunku u dostawcy (pierwszy człon FC) oraz koszty stałe rozładunków u odbiorców (człon drugi FC).

$$FC(y_i, z_{ij}) = \sum_{i=1}^I C_i * y_i + \sum_{i=1}^I c_j * z_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

gdzie:

* – znak mnożenia w Excelu,

I – liczba tras; i – numer trasy, $i=1, 2, \dots, I$; J – liczba odbiorców; j – numer odbiorcy,

$j=1, 2, \dots, J$; C_i – koszt przejazdu po trasie T_i powiększony o koszt stały załadunku ($C_i > 0$); c_j – stały koszt rozładunku u odbiorcy O_j ($c_j > 0$).

Wprowadzone do zadania decyzyjnego ograniczenia obejmują:

a) 5 warunków dla odbiorców:

$$\sum_{i=1}^I x_{ij} = d_j \quad \text{dla } j = 1, 2, \dots, J \quad (2)$$

b) 10 warunków dla tras:

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq S * y_i \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I \quad (3)$$

c) 5x10 warunków ładowności samochodów:

$$x_{ij} \leq S * z_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4)$$

d) 5x10 warunków możliwości dostawy:

$$z_{ij} \leq a_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (5)$$

W wymienionych warunkach wprowadzono parametry: d_j – zapotrzebowanie odbiorcy O_j ($d_j \geq 0$); S – ładowność samochodu ($S > 0$); a_{ij} – wskazujący na możliwe punkty odbioru towaru na trasie przez odbiorców.

³²⁴ Ibidem.

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Liczba jeden występuje wtedy, gdy odbiorca O_j położony jest na trasie T_i , a liczba zero, w przeciwnym przypadku. Złożoność problemu wymaga wprowadzenia do modelu zadania decyzyjnego trzech grup zmiennych, a mianowicie:

x_{ij} – wielkość ładunku przewożonego po trasie T_i do odbiorcy O_j ;

y_i – wybrana trasa dostawy ładunku, przyjmująca 1, gdy realizowany jest kurs po trasie T_i , lub 0, w przypadku przeciwnym;

z_{ij} – wyładunek u odbiorcy O_j , wartość 1, gdy następuje w trakcie kursu po trasie T_i lub 0 w przypadku przeciwnym.

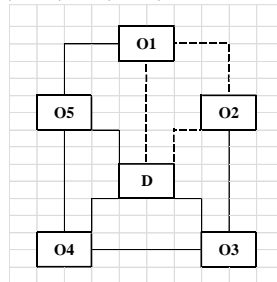
Widzimy, że w modelu zadania decyzyjnego występują zmienne mieszane x_{ij} , które przyjęto jako całkowitoliczbowe oraz y_i i z_{ij} jako zmienne binarne. Ponadto w modelu zadania decyzyjnego niezbędne są warunki brzegowe:

$$x_{ij} \geq 0 \text{ dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (6)$$

$$y_i - \text{binarne dla } i = 1, 2, \dots, I \quad (7); z_{ij} - \text{binarne dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (8)$$

14.3. Założenia do testowania modelu programem WinQSB

Pakiet WinQSB można bezpłatnie pozyskać z Internetu wywołując z domeny *google* program *winqsb.exe*. Zawiera on obszerną funkcjonalność w zakresie modelowania ekonometrycznego, prognozowania oraz optymalizacji, a w tym zastosowany w niniejszym przykładzie moduł „Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe”. Aby, mieć odniesienie co do poprawności wyników skorzystano z przykładu zamieszczonego w cytowanej już publikacji³²⁵. Przykład ten dotyczy sieci dystrybucji obejmującej obsługę pięciu odbiorców przez jednego dostawcę (zob. Rycina 14.1). Liniami zaznaczono umownie potencjalne drogi, którymi dostawca D mający kilka samochodów może rozwozić towar do odbiorców O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 .



Źródło: Opracowanie własne na podstawie rysunku 1 „Przykładowa sieć dystrybucji”³²⁶.

Ryc. 14.1. Sieć dystrybucji towarów

Samochody po kursie wracają do bazy, przy czym zapotrzebowanie wymienionych odbiorców d_j wynosi: 18, 17, 16, 15, 14 sztuk. Ładowność poszczególnych samochodów wynosi 33 sztuki. W cytowanym przykładzie założono obsługę w trakcie jednego kursu najwyżej dwóch odbiorców na trasie. Przy takim założeniu jest 10 tras (zob. zaznaczenie trasy drugiej linia przerywaną na Rycinie 14.1). Dla uproszczenia przyjęto jednakowy koszt rozładunku u odbiorcy wynoszący 10 zł. Koszty załadunku oraz transportu na 10 trasach z podaniem wartości binarnej parametrów a_{ij} podano w Tabeli 14.1.

W nadmienionej publikacji autorzy zaznaczają, że optymalizację prezentowanego zadania decyzyjnego wykonano dodatkiem *Solver* Excela i uzyskano wartość funkcji celu 900. Nie podano jednak sposobu sformułowania zadania decyzyjnego w tym programie. Wobec uciążliwości zapisania omawianego zadania w *Solverze* w warunkach własnego mikrokomputera – przy wielu zmiennych oraz ograniczeniach i warunkach brzegowych zdecydowałem się rozwiązać to zadanie programem WinQSB. Mając $I = 10$ tras oraz $J = 5$ odbiorców to w modelu mamy:

³²⁵ Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, op.cit.

³²⁶ Ibidem.

- a) $I \times J = 10 \times 5 = 50$ zmiennych ciągłych (rzeczywistych całkowitych),
- b) $I \times (J + 1) = 10 \times (5 + 1) = 60$ zmiennych binarnych.
- c) $2 \times I \times J + I + J = 2 \times 10 \times 5 + 10 + 5 = 215$ warunków ograniczających (2)-(5).

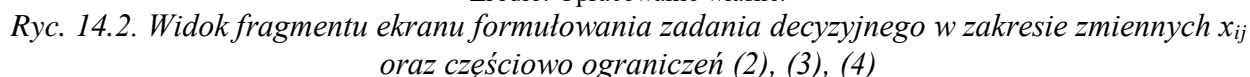
Tab. 14.1. Parametry (współczynniki) a_{ij} oraz koszty C_i na trasach

Koszt	Trasa	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅
200	T ₁	1	0	0	0	0
320	T ₂	1	1	0	0	0
240	T ₃	0	1	0	0	0
400	T ₄	0	1	1	0	0
300	T ₅	0	0	1	0	0
340	T ₆	0	0	1	1	0
180	T ₇	0	0	0	1	0
290	T ₈	0	0	0	1	1
160	T ₉	0	0	0	0	1
270	T ₁₀	1	0	0	0	1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 1 „Wybrane dane do przykładu odbiorców O_j ”³²⁷.

14.4. Procedura sformułowania zadania decyzyjnego w WinQSB

Po zainstalowaniu programu *winqsb.exe* z Internetu, z menu *Start* wywołujemy ten program a następnie wybieramy moduł *Linear and Integer Programming*. Nadajemy nazwę pliku dążenie funkcji celu do minimum kosztu przewozu oraz podajemy wstępną ilość zmiennych oraz ograniczeń. W trakcie dalszego formułowania zadania decyzyjnego możemy skorygować ilość zmiennych i ograniczeń. Zarówno funkcja celu jak i ograniczenia mają postać liniową. W programie WinQSB wybieramy spośród dwóch możliwości *Normal*, *Matrix* tą drugą, odpowiadającą arkuszowi kalkulacyjnemu Excel. Wprowadzamy także 50 zmiennych x_{ij} z współczynnikami zero. Następnie wprowadzamy współczynniki C_i (koszty przewozu na 10 trasach) do zmiennych y_j . Miejsca odbioru na trasach zaznaczone są liczbą 1 lub 0 przy 50 zmiennych z_{ij} , gdy dany odbiorca nie „sąsiaduje” z wcześniej podanym dla danej trasy. Fragment widoku ekranu dla minimalizowanej funkcji celu w zakresie zmiennych X11-X25 prezentuje Rycina 14.2. Zwróćmy uwagę, że dla potrzeb przetwarzania komputerowego liczby przy zmiennych zapisujemy w postaci normalnej.

x_{ij} oraz częściowo ograniczeń (2), (3), (4)</p>
 </div>
 <div data-bbox="90 915 169 930" data-label="Footnote">
 <p>³²⁷ Ibidem.</p>
 </div>
 <div data-bbox="480 938 517 955" data-label="Page-Footer">
 <p>179</p>
 </div>

Kolejny widok ekranu (zob. Rycina 14.3) pokazuje wprowadzone współczynniki kosztów przewozu zwane również parametrami oraz współczynniki ograniczenia (3) po przeniesieniu ($S \times y_i$) na lewą stronę nierówności. Trzeba zaznaczyć, że staranne sformułowanie zadania decyzyjnego ma podstawowe znaczenie w uzyskaniu prawidłowego rozwiązania.

Variable -->	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
Minimize	200	320	240	400	300	340	180	290	160	270
C1										
C2										
C3										
C4										
C5										
C6	-33									
C7		-33								
C8			-33							
C9				-33						
C10					-33					
C11						-33				
C12							-33			
C13								-33		
C14									-33	
C15										-33

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.3. Widok fragmentu ekranu formułowania zadania decyzyjnego w zakresie zmiennych y_i oraz częściowo ograniczenia (3)

W zakresie funkcji celu pozostaje nam jeszcze wprowadzenie współczynników przy zmiennej rozładunku – z_{ij} . Zgodnie z założeniami przykładu koszt załadunku dla wszystkich tras i odbiorców jest stały i wynosi 10 zł. Fragment zmiennych Z11-Z22 pokazano na Rycinie 14.4.

Variable -->	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z21	Z22
Minimize	10	10	10	10	10	10	10
C1							

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.4. Fragment ekranu formułowania zadania decyzyjnego w zakresie 50 zmiennych z_{ij}

Dla celów dydaktycznych pokazano także końcowy fragment sformułowanej funkcji celu w programie WinQSB oraz wpisane zapotrzebowania pięciu odbiorców w kolumnie R.H.S. z zakończeniem zapisu warunku (2) – zob. Rycina 14.5.

Z104	Z105	Direction	R. H. S.
10	10		
		=	18
		=	17
		=	16
		=	15
		=	14
		<=	0
		<=	0

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.5. Widok fragmentu ekranu wskazania kierunku i wartości prawej strony ograniczenia (2) oraz częściowo ograniczenia (3) po sprowadzeniu zmiennych y_j na lewą stronę nierówności

Zwróćmy uwagę, że program numeruje narastająco kolejno wprowadzone ograniczenia, natomiast zmiennym nadano nazwy według wcześniej przedstawionego modelu matematycznego. Początkowy fragment sformułowania warunku (4) dla zmiennych X11-X22, po sprowadzeniu zmiennych na lewą nierówności pokazano na Rycinie 14.6.

Variable -->	X11	X12	X13	X14	X15	X21	X22
C16	1						
C17		1					
C18			1				
C19				1			
C20					1		
C21						1	
C22							1

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.6. Przykład zapisu współczynników dla zmiennych X11-X22

Następny widok jest przykładem zapisu współczynników o wartości 1 dla zmiennych Z11-Z22 warunku (5) stanowiących ograniczenia C66-C72. Zwróćmy uwagę na nie zapisywanie współczynników zero, program WinQSB przyjmuje je domyślnie jeśli jest pusta komórka w arkuszu typu *Matrix* (zob. Rycina 14.7).

Variable -->	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z21	Z22
C66	1						
C67		1					
C68			1				
C69				1			
C70					1		
C71						1	
C72							1
C73							

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.7. Przykład zapisu współczynników dla zmiennych Z11-Z22

Mamy 50 ograniczeń typu (5) odpowiadających macierzy a_{ij} dopuszczalnych odbiorów na 10 trasach. W kolumnie kierunku *Direction* zapisywane są dla komputera dwoma symbolami jako „<=”, a w kolumnie zasobów *R.H.S*) występują dla nich wartości binarne zgodnie z macierzą parametrów podaną wcześniej w Tabeli 14.1. Zamieszczone na Rycinie 14.8 wartości dotyczą trasy T_1 oraz trasy T_2 na której jest dwóch odbiorców.

Direction	R. H. S.
<=	1
<=	0
<=	0
<=	0
<=	0
<=	1
<=	1
<=	0
<=	0
<=	0

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.8. Przykład zapisu stałych ograniczenia (5) dla tras T_1 i T_2

Pozostaje nam jeszcze sformułowanie warunków brzegowych dla pięćdziesięciu x_{ij} , dziesięciu y_i , oraz pięćdziesięciu zmiennych z_{ij} określonych ograniczeniami (6), (7), (8) naszego modelu decyzyjnego wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji. W programie zaznacza się warunki brzegowe w linii dolnego *LowerBound* oraz górnego *UpperBound* ograniczenia warunku dla danej zmiennej. Przyjęto dolne ograniczenie dla zmiennej x_{ij} jako zero a górne jako M , co oznacza swobodny dobór wielkości górnej. Ponadto poprzez wielokrotne kliknięcie na komórkę typu zmiennej *VariableType* wybrano *Integer*, co oznacza całkowitoliczbowość wyników optymalnych (zob. Rycina 14.9).

LowerBound	0	0	0
UpperBound	M	M	M
VariableType	Integer	Integer	Integer

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.9. Przykład zapisu warunków brzegowych dla zmiennych x_{ij}

Zmienne y_i charakteryzuje typ binarny, który wybieramy poprzez klikanie w wierszu *VariableType* formułowanego zadania decyzyjnego (zob. Rycina 14.10).

LowerBound	0	0	0
UpperBound	1	1	1
VariableType	Binary	Binary	Binary

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.10. Przykład zapisu warunków brzegowych dla zmiennych y_i

Przykład dwóch fragmentów ekranu (początek i zakończenie) definiowania warunków brzegowych dla zmiennej z_{ij} o typie zmiennej również binarnym przedstawiono na Rycinie 14.11.

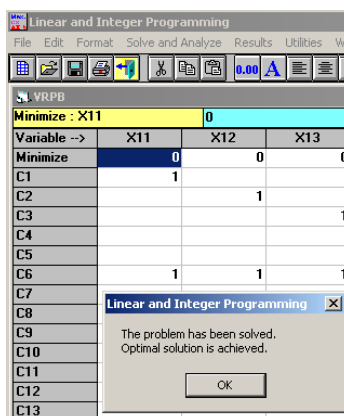
Variable -->	Z11	Z12	Z13
C85			
C86			
LowerBound	0	0	0
UpperBound	1	1	1
VariableType	Binary	Binary	Binary

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.11. Przykład zapisu warunków brzegowych dla zmiennych z_{ij}

14.5. Rozwiązanie problemu decyzyjnego o zmiennych mieszanych

Po zdefiniowaniu funkcji celu, ograniczeń zasobów oraz warunków brzegowych oraz dokładnym sprawdzeniu poprawności całości modelu możemy przystąpić do uzyskania wyników optymalnych modulem *Linear and Integer Programming* programu WinQSB. W tym względzie korzystamy z funkcji *Solve and Analyze* występującej w menu (zob. Rycina 14.12).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.12. Sygnalizacja zakończenia procesu optymalizacyjnego

Wobec wielu ograniczeń obliczenia komputerowe trwają dłużej, co może spowodować naszą niepewność co do poprawności formuły modelu. Pomyślne zakończenie sygnalizuje komputer komunikatem „*The problem has been solved. Optimal solution is achieved*”, co potwierdzamy naciskając na przycisk „OK”.

Ciekawi jesteśmy na pewno rezultatów naszego żmudnego formułowania zadania decyzyjnego ze zmiennymi typu całkowitoliczbowego oraz binarnego. Standardowo program WinQSB podaje nam bardzo obszerny widok „*Combined Report for VRPB*” w formacie kombinowanym zawierającym rozwiązanie sumaryczne oraz analizę wrażliwości zmiennych, przy czym „*VRPB*” to nazwa naszego pliku sformułowanego zadania decyzyjnego (zob. Rycina 14.13).

09:11:14 Thursday June 04 2015						
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	
1 X11	0	0	0	0	at bound	
2 X12	0	0	0	0	at bound	
3 X13	0	0	0	0	at bound	
4 X14	0	0	0	0	at bound	
5 X15	0	0	0	0	basic	
6 X21	0	0	0	9,6970	at bound	
7 X22	0	0	0	9,6970	at bound	
8 X23	0	0	0	9,6970	at bound	
9 X24	0	0	0	9,6970	at bound	
10 X25	0	0	0	9,6970	at bound	
11 X31	0	0	0	0,3030	at bound	
12 X32	17,0000	0	0	0	basic	

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.13. Początkowy fragment rozwiązania optymalnego

W raporcie oprócz czasu, dnia, daty uruchomienia i numeru kolejnego wiersza np. 1-12 uzyskania rozwiązania występują kolumny:

Decision Variable – zmienna decyzyjna np. X11-X32;

Solution Value – wartość rozwiązania optymalnego danej zmiennej podana standardowo o 4 miejscach po przecinku np. 17,0000; precyzję możemy zmienić poprzez wejście do menu *Format*;

Unit Cost or Profit (C_i oraz c_j) – standardowo koszt lub zysk jednostkowy; w naszym przykładzie to współczynniki funkcji celu, które mają charakter „umowny” w zależności od roli danej grupy zmiennej decyzyjnej; przykładowo dla zmiennej y_j stanowią koszty przewozu C_i na danej trasie, a dla zmiennej z_{ij} stały koszt rozładunku c_j ;

Total Contribution – iloczyn zmiennej i np. kosztu;

Reduced Cost, Basis Status – wartości generowane przez algorytm simpleks zakodowany w programie WinQSB.

Kolejny fragment widoku ekranu pokazuje rezultat zapisania danych z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku przy skorzystaniu – o czym już wspomniano – z menu *Format* (zob. Rycina 14.14).

	06-04-2015 09:13:46	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1		X11	0	0	0	0	at bound
2		X12	0	0	0	0	at bound
3		X13	0	0	0	0	at bound
4		X14	0	0	0	0	at bound
5		X15	0	0	0	0	basic
6		X21	0	0	0	9,70	at bound
7		X22	0	0	0	9,70	at bound
8		X23	0	0	0	9,70	at bound
9		X24	0	0	0	9,70	at bound
10		X25	0	0	0	9,70	at bound
11		X31	0	0	0	0,30	at bound
12		X32	17,00	0	0	0	basic

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.14. Sformatowanie danych do dwóch miejsc po przecinku

Jak już nadmieniono, mamy 50 zmiennych decyzyjnych x_{ij} , przy czym w zapisie zmiennej najpierw podajemy numer trasy a później odbiorcy, np. X105 to zmienna w macierzy o trasie 10 i dla odbiorcy piątego. Jeśli dana zmienna ma wartość optymalną program wpisuje wynik np. 18 dla zmiennej X101. Zmienna y_i oznaczona w programie jako Y1-Y10 przyjmuje wartość jeden, gdy dana trasa została określona przez komputer jako optymalna z łącznym kosztem przewozu na tej trasie podanym w kolumnie „Unit Cost or Profit $C(i)$ ”.

	06-04-2015 09:18:19	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C(j)
46		X101	18	0
47		X102	0	0
48		X103	0	0
49		X104	0	0
50		X105	14	0
51		Y1	0	200
52		Y2	0	320
53		Y3	1	240
54		Y4	0	400
55		Y5	0	300
56		Y6	1	340
57		Y7	0	180
58		Y8	0	290
59		Y9	0	160
60		Y10	1	270
61		Z11	0	10
62		Z12	0	10
63		Z13	0	10
64		Z14	0	10
65		Z15	0	10
66		Z21	0	10
67		Z22	0	10
68		Z23	0	10
69		Z24	0	10
70		Z25	0	10
71		Z31	0	10
72		Z32	1	10

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc.14.15. Fragment rozwiązania optymalnego zmiennych decyzyjnych

Pełne rozwiązanie optymalnych wartości zmiennych decyzyjnych przeprowadzone programem WinQSB jest zgodne z efektem uzyskanym w dodatku *Solver* arkusza kalkulacyjnego Excel³²⁸. Mamy 110 zmiennych decyzyjnych, początkowa w notacji komputerowej to X11, a

³²⁸ Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, op.cit., tab. 2

końcowa Z105. Rozwiązaniem jest skorzystanie z trzech tras T_3 z przewozem 17 szt. – jako rozładunek $z_{3,2}$, następnie T_6 z przewozem do odbiorców trzeciego i czwartego jako rozładunki $z_{6,3}$ i $z_{6,4}$, odpowiednio 16 oraz 15 sztuk, a także skorzystanie z trasy T10 i obsłużenie odbiorcy pierwszego (18 szt.) – rozładunek $z_{10,1}$ oraz piątego (14 szt.) – rozładunek $z_{10,5}$. Tak więc towar należy dostarczyć trzema pojazdami na wymienionych wcześniej trasach.

Trasa T_i	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
T ₁	0	0	0	0	0
T ₂	0	0	0	0	0
T ₃	0	17	0	0	0
T ₄	0	0	0	0	0
T ₅	0	0	0	0	0
T ₆	0	0	16	15	0
T ₇	0	0	0	0	0
T ₈	0	0	0	0	0
T ₉	0	0	0	0	0
T ₁₀	18	0	0	0	14

Źródło: Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, op.cit., tab. 2 „Wartości zmiennych x_{ij} w rozwiązaniu optymalnym dla odbiorców O_j ”.

Ryc. 14.16. Rozwiązanie optymalne

Funkcja celu (1) obejmująca minimum wszystkich kosztów wynosi 900 zł (zob. Rycina 14.17). Zawiera łączne koszty transportu wraz ze stałymi kosztami załadunku oraz koszty rozładunku u odbiorców wynoszące 50 zł dla pięciu odbiorców.

106	Z101	1	10	10
107	Z102	0	10	0
108	Z103	0	10	0
109	Z104	0	10	0
110	Z105	1	10	10
	Objective Function	(Min.) =	900	

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 14.17. Pokazanie wyniku funkcji celu

14.6. Zagadnienia

1. Klasy zagadnień w zarządzaniu łańcuchem dostaw
2. Planowanie długoterminowe marszrutyzacji
3. Optymalna marszrutyzacja środków transportu
4. Trasy potencjalne
5. Testowanie modelu programem WinQSB
6. Sformułowanie zadania decyzyjnego w WinQSB
7. Sposób zapisu współczynników kosztu
8. Sposób zapisu ograniczeń zasobów
9. Zmienne mieszane
10. Zmienne całkowitoliczbowe

* * *

Przedstawiony model oraz jego realizacja programem WinQSB dotyczy jednego dostawcy oraz pięciu odbiorców, może być potraktowany jako subrozwiązanie optymalne szerszego problemu marszrutyzacji, gdzie występuje wielu dostawców i mają swoich odbiorców.

Funkcja celu globalnego może być inna np. jakościowa dotycząca całego problemu dostaw i powrotu środków transportowych do bazy. Wymaga to jednak ponownego spojrzenia na całość i zamodelowania matematycznego takiego lub podobnego problemu decyzyjnego.

15. Programowanie wielokryterialne z zastosowaniem WinQSB³²⁹

15.1. Wstęp

W rozwiązywaniu zagadnień wielokryterialnych stosujemy różne metody postępowania. Bazują one jednak w odniesieniu do pojedynczych celów na algorytmie simpleks programowania liniowego. Zaprezentowano tu dwa przykłady optymalizacji zadań decyzyjnych, a mianowicie:

- gdy określona jest funkcja celów w postaci ilorazu „podfunkcji„ licznika zmierzającej do maksimum oraz „podfunkcji” mianownika, która zdąża do minimum;
- gdy mamy kilka celów o podanych ograniczeniach i priorytetach.

Szczególnie interesujące wydaje się drugie podejście, gdyż szereg problemów życia gospodarczego i nie tylko, stara się rozwiązywać tak, aby po ich zrealizowaniu błędy wynikowe były możliwie jak najmniejsze. W takiej sytuacji należy użyć rachunku optymalizacyjnego. Cele cząstkowe bowiem po odpowiednim sformułowaniu zadania decyzyjnego mogą stanowić „ograniczenia zasobów”.

Wydaje się za celowe podjęcie pokazanych w tym materiale procedur zadań wielokryterialnych także – przykładowo do planowania produkcji określonej firmy. Należy oczywiście uwzględnić istniejące w niej ograniczenia wynikające z zatrudnienia, możliwości przerobowych posiadanego parku maszynowego, składowania oraz sprzedaży.

15.2. Zagadnienie optymalizacji dwukryterialnej

Bywają zadania decyzyjne w których musimy zrealizować jednocześnie dwa cele: uzyskanie maksimum efektu (przychodu), minimalizację poniesionych kosztów. Metoda simpleks nie daje bezpośredniego sposobu rozwiązania takiego problemu. Jednak pomocne w tym względzie jest programowanie ilorazowe (PI), którego nazwa powstała z konstrukcji wskaźnika o strukturze liniowo-ułamkowej³³⁰, przy czym zadanie ilorazowe obejmuje:

- liniowe warunki ograniczające;
- warunki brzegowe;
- funkcję celu w postaci ułamkowej $G(x)$, stanowiącą przykładowo iloraz sumy iloczynów cen i ilości produktów (G_1) do sumy kosztów jednostkowych i ilości produktów (G_2).

W konstrukcji $G(x)$ dążymy do uzyskania optimum, które stanowi kompromis wobec osiągnięcia celu G_1 dążącego do maksimum oraz G_2 skierowanego na osiągnięcie minimum. Rozpatrzmy zagadnienie dwukryterialne na przykładzie.

Mała firma buduje garaże oraz altanki murowane. Do ich wykonania stosuje trzy podstawowe materiały, których zużycie w kwartale nie może przekroczyć określonych limitów, ze względu na pojemność magazynu. Jednostkowe zużycie tych materiałów oraz limity podano poniżej:

Materiały	J.m.	Garaż	Altanka	Limit
Pustaki	szt.	400	400	100000
Belki drewniane	mb.	40	20	8000
Blacha	m ²	10	30	5000

Firma ma już zawarte umowy, a dla ich zrealizowania musi wybudować co najmniej 50 garaży i 50 altanek w ciągu kwartału. Koszt własny wybudowania jednego garażu wynosi 5 tys. zł, natomiast altanki 4 tys. zł. Cena sprzedaży jednego garażu wynosi 20 tys. zł, a altanki 15 tys. zł. Zadaniem jest ustalenie kwartalnej produkcji obiektów, lecz w ilościach takich, aby zapewniały największy przychód przy jednoczesnych najniższych kosztach.

Wprowadźmy zmienne: x_1 – ilość wybudowanych garaży, x_2 – ilość wybudowanych altanek. Sformułujmy nasze zadanie decyzyjne przy ilorazowej funkcji celu dążącej do maksimum:

$$FC: G(x_1, x_2) = G_1(x_1, x_2)/G_2(x_1, x_2) = (20\,000x_1 + 15\,000x_2)/(5\,000x_1 + 4\,000x_2) \rightarrow \max$$

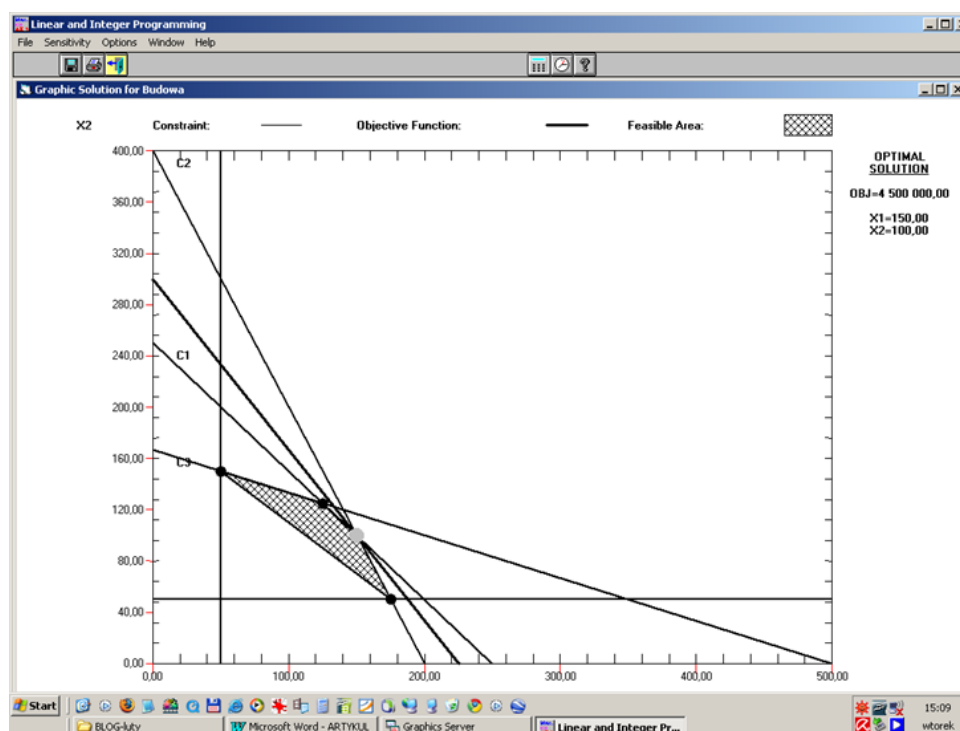
³²⁹ Opracowanie bazuje na artykule autora zamieszczonym w monografii: *Zarządzanie Logistyka - procesy, koncepcje, narzędzia*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2013, strony: 168-184.

³³⁰ Zastosowano formalizację zagadnienia zaproponowaną w książce: K. Kukuła (red.) *Badania operacyjne w przykładach i zadaniach*, PWN, Warszawa 2004, rozdz. 1.6.

Ograniczenia zasobów: $C_1: 400x_1 + 400x_2 \leq 100\,000$; $C_2: 40x_1 + 20x_2 \leq 8\,000$; $C_3: 10x_1 + 30x_2 \leq 5\,000$

Warunki brzegowe: $x_1 \geq 50$, $x_2 \geq 50$.

Zależy nam na maksymalizacji przychodu po wykonaniu obiektów w odniesieniu do jednej złotówki poniesionych kosztów, przy istniejących ograniczeniach zasobów. Graficzne rozwiązanie zadania decyzyjnego w odniesieniu tylko do funkcji G_1 wykonano metodą geometryczną przy zastosowaniu modułu programowania liniowego i całkowitoliczbowego programu WinQSB (zob. Rycina 15.1).



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.1. Graficzne rozwiązanie zadania decyzyjnego w odniesieniu do G_1

Dla celów przetwarzania w WinQSB oznaczono zmienne dużymi literami jako „ X_1 ” i „ X_2 ”.

Po uzyskaniu rozwiązania optymalnego tak jakby istniała tylko funkcja G_1 : $x_1^* = 150$, $x_2^* = 100$, $FC = 4\,500\,000$ zł i dalsza procedura jest następująca:

a) Mając wykreślony przez WinQSB obszar rozwiązań dopuszczalnych (zob. pole zakratkowane i pole białe do punktu $x_1 = 50$ oraz $x_2 = 50$) sprawdzamy, czy funkcja G_2 nie ma punktów wspólnych z pięciobokiem obszaru rozwiązań dopuszczalnych z równania: $G_2 = 5\,000x_1 + 4\,000x_2 = 0$. W naszym przypadku nie ma, zatem ta izolinia zwana prostą rozwiązującą (l) przechodzi przez środek układu współrzędnych.

b) Dodatkowo określamy punkt obrotu prostej rozwiązującej z układu dwóch ograniczeń:

$$G_1 = 20\,000x_1 + 15\,000x_2 \quad \text{i} \quad G_2 = 5\,000x_1 + 4\,000x_2$$

Ograniczenia G_1 i G_2 przyrównujemy do zera, znajdując w ten sposób rozwiązanie układu dwóch równań, którym jest tzw. punkt obrotu stanowiący także środek układu współrzędnych.

$$P_0(x_1^0, x_2^0) = P_0(0, 0)$$

c) Obracamy prostą, tak aby przechodziła przez dwa punkty skrajne (zob. Rycina 15.1); górny, nazwijmy go A oraz dolny C obszaru rozwiązań dopuszczalnych. Na podstawie dwóch linii przecinających się wyznaczamy współrzędne punktów skrajnych, które są następujące: A(50, 150), C(175, 50) i podstawiamy do funkcji ilorazowej $G(x_1, x_2)$. Uzyskujemy wyniki: $G(A) = 3,82$, $G(C) = 3,95$. Wartość większa spośród tak obliczonych wartości, czyli $G(C)$ stanowi rozwiązanie optymalne.

Warto osobiście przetestować zaproponowaną procedurę ze wspomaganie metodą geometryczną programem WinQSB, gdyż dopiero wówczas widać jej przystępność do rozwiązywania zagadnień dwukryterialnych.

15.3. Programowanie wielokryterialne wspomagane metodą geometryczną

Rozpatrzmy teraz zagadnienie programowania liniowego w którym występują przykładowo trzy cele do osiągnięcia, o nadanych priorytetach P_1, P_2, P_3 . Zastosujemy tu też na wstępie metodę geometryczną modułu programowania liniowego i całkowitoliczbowego programu WinQSB. Sposób geometryczny rozwiązywania zadań z dwiema niewiadomymi pozwala nam wyłonić obszar rozwiązań dopuszczalnych na podstawie ograniczeń zasobów. Mając wielokąt tego obszaru określamy współrzędne x_1, x_2 jego "rogów". Następnie kolejno dla trzech funkcji celów obliczamy odchylenia, zwane również odchyłkami poszczególnych punktów obszaru rozwiązań dopuszczalnych względem ograniczenia wynikającego z danej funkcji celów. We wcześniejszym rozważaniu funkcje celów nie miały jednoznacznego ograniczenia, mogły bowiem dążyć do maksimum lub minimum³³¹, a tu mają jednoznacznie określone wartości. Dla lepszego zaprezentowania rozwiązywania takiego problemu posłużmy się przykładem.

Zakład stolarski planuje wyprodukować dwa typy okien O_1 i O_2 z profili plastikowych P oraz listew uszczelniających L . Materiały są limitowane. Wykonanie zamówienia będzie opłacalne, gdy zakład wykona 120 kompletów okien. Każdy komplet Z obejmuje 5 okien typu O_1 i 2 okna typu O_2 . Zakład nie chce przekroczyć limitów materiałów. Zużycie profili i listew w m, ceny, koszty jednostkowe w zł oraz limity materiałów są następujące:

Materiały	J.m.	O_1	O_2	Limit
P	m	6	12	1800
L	m	5	5	900
Z		5	2	120
Cena	zł	400	600	
Koszt	zł	300	400	

Wyznaczono 3 cele do osiągnięcia i nadano im priorytety:

1. Przychód maksymalny (suma iloczynów ceny i liczby wyprodukowanych okien typu (O_1 i O_2)) $\geq 90\ 000$ – priorytet 2.
2. Wykorzystanie łącznej ilości roboczogodzin na zmianie równej 1 600, przy czym robocizna jednostkowa na okna jest następująca: $O_1 - 5, O_2 - 10$. Cel ten ma priorytet 3.
3. Koszty materiałów obliczone analogicznie jak przychód powinny być ≤ 70 tys. – priorytet 1.

Wyznaczono także współczynniki potrącenia premii w % dla wykonawców za ewentualne odchylenia w osiągnięciu poszczególnych celów:

Cel (i)	Ograniczenia	Odchylenia y_i	
		(+)	(-)
1	$400x_1 + 600x_2 \geq 90\ 000$		10
2	$5x_1 + 10x_2 = 1\ 600$	5	5
3	$300x_1 + 400x_2 \leq 70\ 000$	5	

Model zadania decyzyjnego obejmuje kolejno trzy powyższe funkcje celów oraz ograniczenia zasobów, przy czym: x_1 – produkcja O_1, x_2 – produkcja O_2 .

$$C1: 6x_1 + 12x_2 \leq 1\ 800$$

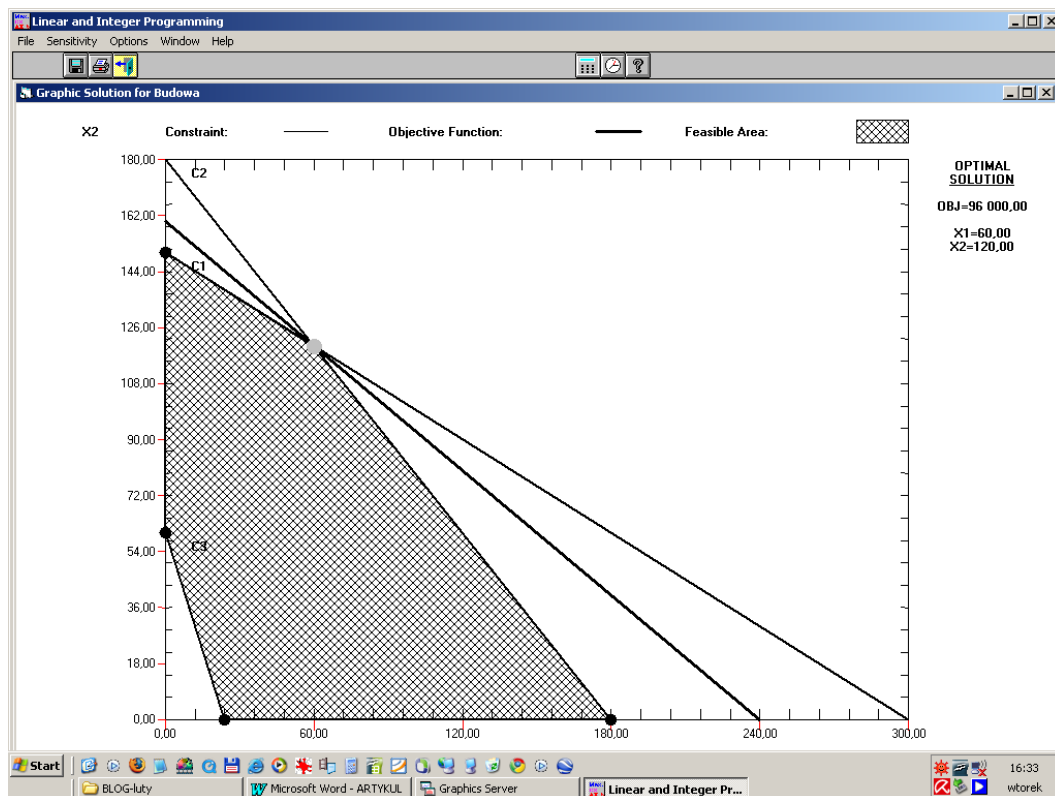
$$C2: 5x_1 + 5x_2 \leq 900$$

$$C3: 5x_1 + 2x_2 \geq 120$$

Z celu pierwszego wynika, że zakład dąży do osiągnięcia maksymalnego przychodu ($\rightarrow \max$). Gdy wykonamy metodą geometryczną zadanie decyzyjne wynikające z takiego założenia (zob. Rycina 15.2) to uzyskamy obszar rozwiązań dopuszczalnych oraz wyniki optymalne: $x_1^* = 60, x_2^* = 120$, funkcja celu $FC = 96\ 000$. Widzimy, że rozwiązanie optymalne spełnia warunek w odniesieniu do pierwszego celu równy $\geq 90\ 000$. Punkty obszaru rozwiązań

³³¹ Według wykładu na stronie internetowej: dydaktyka.polsl.pl/kwminkm/wielokryterialne.pdf.

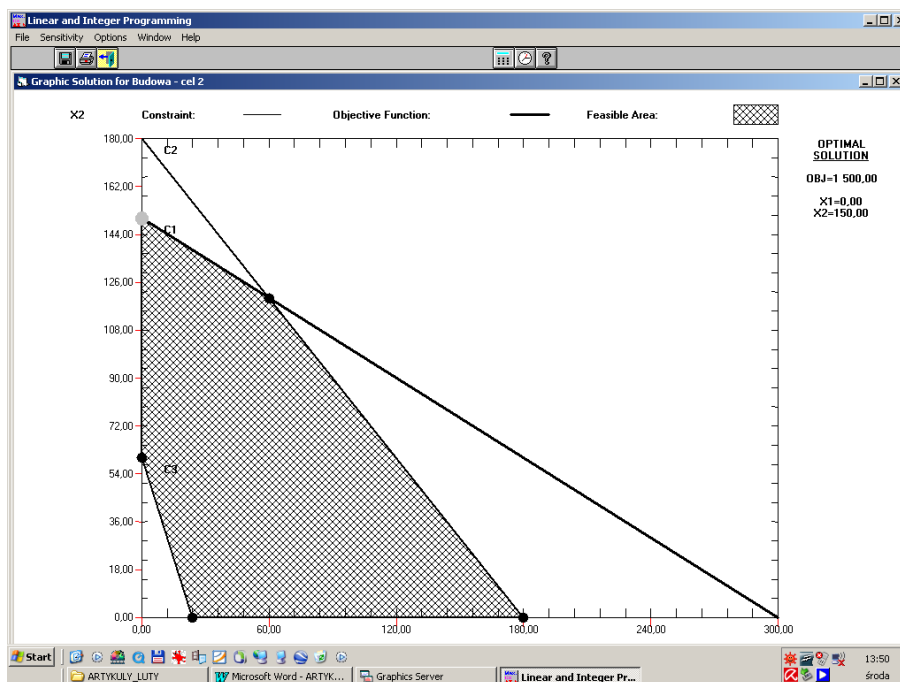
dopuszczalnych mają następujące współrzędne: A(24, 0); B(180, 0); C(60, 120); D(0, 150); E(0, 60). Z Ryciny 15.2 wynika, że rozwiązanie optymalne dla celu pierwszego bez ograniczenia stanowią współrzędne punktu C.



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.2. Graficzne rozwiązanie zadania decyzyjnego dla celu pierwszego

Jeśli wstępnie uczynimy podobnie z celem drugim zakładając umownie, że zdąży on także do maksimum to otrzymamy wyniki: $x_1^* = 0$, $x_2^* = 150$, jest to punkt D; funkcja celu $FC = 1\ 500$.

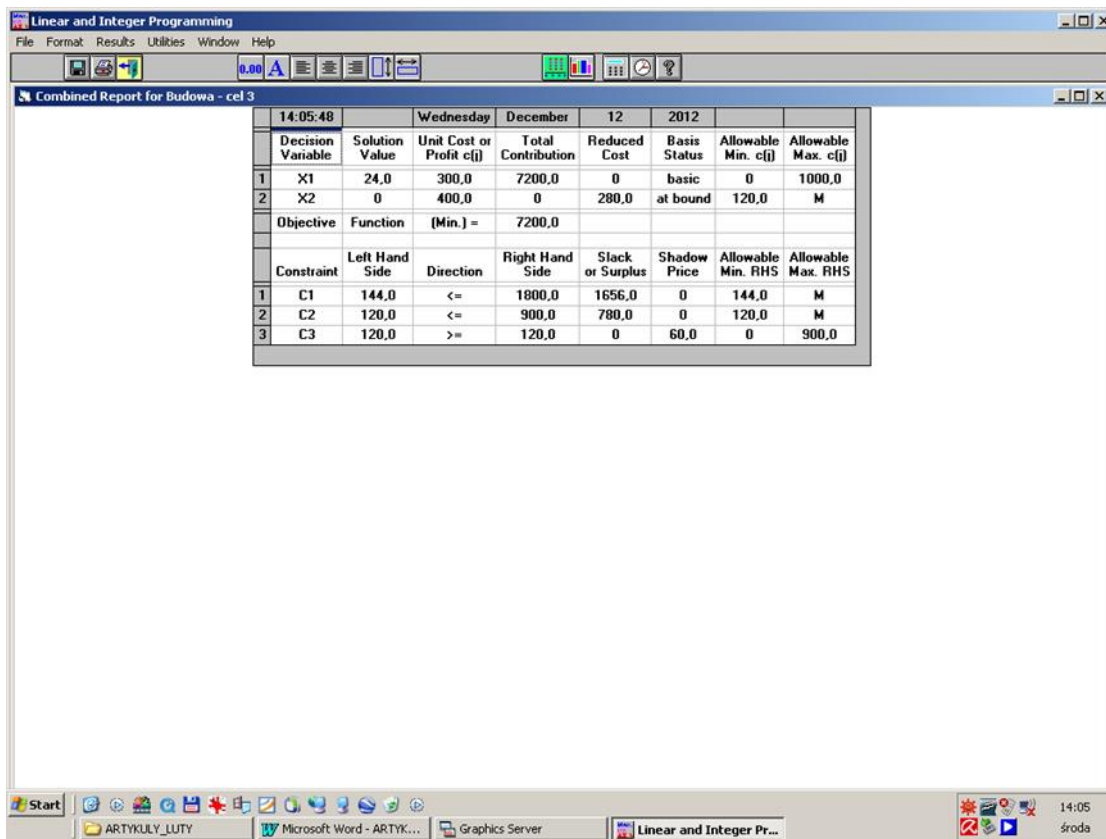


Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.3. Graficzne rozwiązanie zadania decyzyjnego dla celu drugiego

Wartość funkcji celu (zob. Rycina 15.3) różni się "in minus" o 100 względem wymaganego poziomu celu drugiego, tj. 1 600. Program podaje nam także rozwiązanie alternatywne: $x_1^* = 60$, $x_2^* = 120$, funkcja celu $FC = 96\ 000$, czyli zgodne z rozwiązaniem dla celu 1.

Pozostaje nam jeszcze wstępne zbadanie celu trzeciego przy założeniu zdyktowanie przez niego do minimum (zob. Rycina 15.4.).



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc.15.4. Rozwiązanie zwane mieszanym zadania decyzyjnego dla celu trzeciego

Uzyskaliśmy wyniki: $x_1^* = 24$, $x_2^* = 0$. Odpowiada temu punkt A obszaru rozwiązań dopuszczalnych. Funkcja celu wynosi $300 \times 24 = 7\ 200$. Spełnia warunek celu trzeciego, lecz jednak znacznie odbiega od wartości 70 000.

Rozpatrując pojedyncze funkcje celu nie mające ograniczeń otrzymaliśmy dla każdej z nich inne rozwiązanie optymalne (punkty C, D i alternatywnie C, A). W tym miejscu zadajemy sobie pytanie jaki punkt sprostą możliwie najbliższej zadaniu zrealizowania trzech funkcji celu jednocześnie? Postępowanie dalsze w tym względzie jest następujące:

- określenie 6 nowych zmiennych po dwie $[y_i(+), y_i(-)]$ dla każdego celu; dotyczą one odchyłeń dodatnich oraz ujemnych obliczonych jako różnica między ograniczeniem LP danej funkcji celu traktowanej jako równość, a wynikiem uzyskanym z równania celu ZP po podstawieniu do niego współrzędnych określonego punktu obszaru rozwiązań dopuszczalnych;
- obliczenie odchyłeń dodatnich $y(+)$ lub ujemnych $y(-)$ dla punktów celu 3,

$$300x_1 + 400x_2 \leq 70\ 000,$$

który ma u nas priorytet najwyższy, czyli pierwszy; przykładowo dla A(24, 0) równa się:

$300 \times 24 + 400 \times 0 = 7\ 200$, a po odjęciu tej liczby od ograniczenia uzyskujemy: $70\ 000 - 7\ 200 = 62\ 800$.

.....ZP.....	$y(+)$	.....	$y(-)$
A(24, 0).....	7 200	.....	0.....62 800
B(180,0).....	54 000	.....	0.....16 000
C(60,120)	66 000	.....	0.....4 000
D(0, 150).....	48 000	.....	0.....22 000
E(0, 60).....	24 000	.....	0.....46 000

Karana jest 5% premii wystąpienie odchylenia dodatniego, czyli przekroczenie kosztów. Nie można tu wyłonić wartości minimalnej spośród dodatnich, lecz mamy tu pięć rozwiązań alternatywnych równych zero, a w tym punkt C.

- określenie funkcji celu trzeciego w odniesieniu do odchylen: $FC: 5y_3(+) \rightarrow \min; 5 \cdot 0 = 0$.
- obliczenie odchylen dla celu pierwszego ($400x_1 + 600x_2 \geq 90\ 000$) o priorytecie 2.:

	ZP	y(+)	y(-)
A(24, 0)	9 600	0	80 400
B(180,0)	72 000	0	18 000
C(60,120)	96 000	6000	0
D(0, 150)	72 000	0	18 000
E(0, 60)	36 000	0	54 000

Karana jest 10% premii wystąpienie odchylenia ujemnego, czyli nie osiągnięcie wymaganego przychodu. Interesuje nas zatem minimalne ujemne odchylenie, a jest nim rozwiązanie według punktu C, który jest również jednym z alternatywnych rozwiązań celu trzeciego.

- określenie funkcji celu pierwszego w odniesieniu do odchylen: $FC: 10y_1(-) \rightarrow \min; 10 \cdot 0 = 0$
- określenie odchylen celu drugiego ($5x_1 + 10x_2 = 1\ 600$) o priorytecie 3:

	ZP	y(+)	y(-)
A(24, 0)	120	0	1 480
B(180,0)	900	0	700
C(60,120)	1 500	0	100
D(0, 150)	1 500	0	100
E(0, 60)	600	0	1 000

Karana jest 5% premii wystąpienie zarówno odchylenia dodatniego jak i ujemnego, czyli wymagane jest utrzymanie zatrudnienia mierzonego w roboczogodzinach. Nie można tu wyłonić wartości minimalnej dodatniej. Mamy bowiem pięć rozwiązań alternatywnych równych zero, a w tym punkt C. Spośród ujemnych najmniejsze odchylenia występują dla rozwiązań według alternatywnych punktów C i D.

- określenie funkcji celu drugiego w odniesieniu do odchylen: $FC: 5y_2(+) + 5y_2(-) \rightarrow \min; 5 \cdot 0 + 5 \cdot 100 = 500$

Ponieważ dla celów o wyższym priorytecie rozwiązaniem był punkt C(60, 120), przyjmujemy go również jako rozwiązanie celu drugiego. Jednocześnie jest on też ostatecznym rozwiązaniem całego wielokryterialnego zadania decyzyjnego z nadanymi priorytetami.

15.4. Programowanie wielokryterialne z priorytetem - zastosowanie simpleksa

W zaprezentowanym rozwiązaniu zadania z trzema funkcjami celowymi o nadanych priorytetach sposobem geometrycznym, wystąpiło wspomaganie manualne tabelami odchylen, które możemy wykonać w Excelu. Jednak w rozwiązaniu analitycznym powierzmy funkcje obliczania odchylen i decydowania o wyborze rozwiązania programowi WinQSB. Kontynuując nasz przykład oprócz ograniczeń podstawowych (prymalnych) wystąpią również dodatkowo trzy ograniczenia wynikające z funkcji celów „decydenta” traktowanych jako równości. Natomiast funkcje celów zadań decyzyjnych zmierzają do minimum odchylen. Formuły tych funkcji podano wcześniej przy omawianiu rozwiązania sposobem geometrycznym.

W analitycznym podejściu do rozwiązania zadania naszego przykładu rozpoczynamy obliczenia według kolejności priorytetów (1-3), czyli od najwyższego, który ma cel trzeci. Postępowanie możemy traktować umownie jako "rekurencyjne", gdyż wartość istotnej zmiennej jest przenoszona do kolejnego zadania decyzyjnego o niższym priorytecie. Model matematyczny zadania decyzyjnego celu trzeciego o priorytecie pierwszym jest następujący: Funkcja celu:

$$FC: 5y_3(+) \rightarrow \min$$

Ograniczenia podstawowe:

$$\begin{aligned} C_1: 6x_1 + 12x_2 &\leq 1\ 800 \\ C_2: 5x_1 + 5x_2 &\leq 900 \\ C_3: 5x_1 + 2x_2 &\geq 120 \end{aligned}$$

Ograniczenia wynikające z funkcji celów:

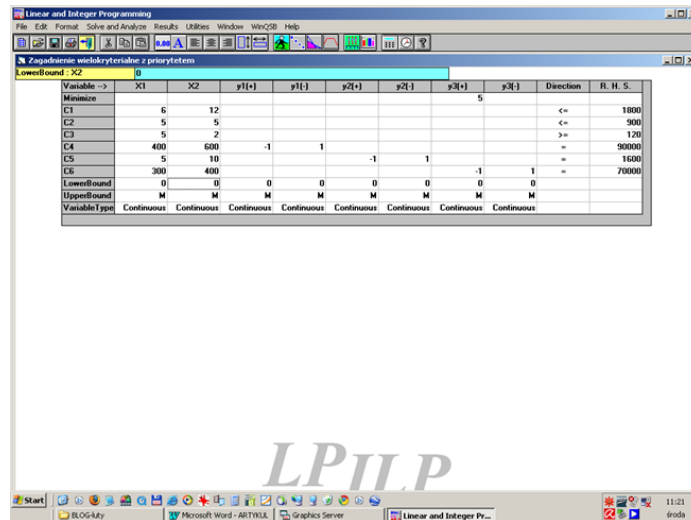
$$C_4: 400x_1 + 600x_2 - y_1(+)+ y_1(-) = 90\ 000$$

$$C_5: 5x_1 + 10x_2 - y_2(+)+ y_2(-) = 1\ 600$$

$$C_6: 300x_1 + 400x_2 - y_3(+)+ y_3(-) = 70\ 000$$

Warunki brzegowe: $x_1, x_2, y_1(+), y_1(-), y_2(+), y_2(-), y_3(+), y_3(-)$ przy czym wszystkie zmienne ≥ 0 .

Warto zwrócić uwagę na sposób w jaki sformułowano zadanie decyzyjne w module LPiLP programu WinQSB (zob. rycina 15.5) a zwłaszcza zaznaczenie parametrów zmiennych stanowiących odchylenia dodatnie lub ujemne względem wartości ograniczeń funkcji celów „decydenta”.



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.5. Sformułowanie zadania decyzyjnego z uwzględnieniem zmiennych stanowiących odchylenia

Program WinQSB podaje nam dwa rozwiązania alternatywne (a i b):

- a) Zobacz rycina 15.6 będąca rozwiązaniem sumarycznym zadania decyzyjnego:

$$x_1 = 90 \quad y_1(+)=0 \quad y_2(+)=0 \quad y_3(+)=0$$

$$x_2 = 90 \quad y_1(-)=0 \quad y_2(-)=250 \quad y_3(-)=7\ 000$$

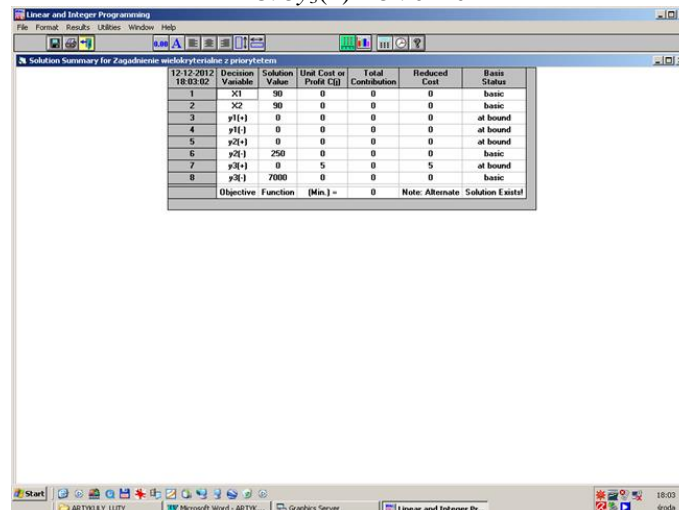
$$FC: 5y_3(+)=5 \cdot 0=0$$

- b) Zobacz rycina 15.7 stanowiąca raport z rozwiązania mieszanego, zwanego też kombinowanym:

$$x_1 = 60 \quad y_1(+)=6\ 000 \quad y_2(+)=0 \quad y_3(+)=0$$

$$x_2 = 120 \quad y_1(-)=0 \quad y_2(-)=100 \quad y_3(-)=4\ 000$$

$$FC: 5y_3(+)=5 \cdot 0=0$$



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.6. Rozwiązanie sumaryczne zadania decyzyjnego (alternatywa a)

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (Cj)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. (Cj)	Allowable Max. (Cj)
1 X1	0	0	0	0	basic	0	0
2 X2	120	0	0	0	basic	0	0
3 y1(-)	6000	0	0	0	basic	0	0
4 y1(+)	0	0	0	0	at bound	0	M
5 y2(-)	0	0	0	0	at bound	0	M
6 y2(+)	100	0	0	0	basic	0	M
7 y3(-)	0	5	0	5	at bound	0	M
8 y3(+)	4000	0	0	0	basic	0	M

Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	1000	<=	1000	0	0	1620	1520
2 C2	900	<=	900	0	0	750	1000
3 C3	540	>=	120	420	0	M	540
4 C4	90000	=	90000	0	0	M	90000
5 C5	1600	=	1600	0	0	1500	M
6 C6	70000	=	70000	0	0	60000	M

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.7. Rozwiązanie kombinowane zadania decyzyjnego o trzech funkcjach celów

Rozwiązanie b) przedstawione w układzie mieszanym – kombinowanym obejmujące również elementy analizy wrażliwości przedstawiono na Rycinie 15.7 stanowiącej obraz ekranu z raportem modułu *Linear and Integer Programming* pakietu WinQSB. Oprócz wyników zmiennych program podaje także spełnienie ograniczeń. Przykładowo na C3 występuje znaczna rezerwa w odniesieniu do wartości 120 wymaganej liczby kompletów wyrobów x_1 i x_2 . Drugie rozwiązanie stanowi zatem współrzędne punktu C obszaru rozwiązań dopuszczalnych.

Model matematyczny zadania decyzyjnego celu pierwszego o priorytecie 2.:

$$\text{Funkcja celu: FC: } 10y_1(-) \rightarrow \min$$

Ograniczenia podstawowe jak poprzednio dla celu trzeciego. Ograniczenia wynikające z funkcji celów, również jak poprzednio. Wprowadzenie dodatkowego ograniczenia wynikającego z zadania decyzyjnego dotyczącego celu trzeciego: $5y_3(+)=0$. Warunki brzegowe jak dla celu trzeciego.

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (Cj)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1 X1	90	0	0	0	basic
2 X2	90	0	0	0	basic
3 y1(+)	0	0	0	0	at bound
4 y1(-)	0	10	0	10	at bound
5 y2(+)	0	0	0	0	at bound
6 y2(-)	250	0	0	0	basic
7 y3(+)	0	0	0	0	basic
8 y3(-)	7000	0	0	0	basic

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.8. Rozwiązanie sumaryczne zadania decyzyjnego (alternatywa a) po uwzględnieniu ograniczenia dotyczącego celu trzeciego $5y_3(+)=0$

W raporcie kombinowanym wykonanym przez WinQSB jest informacja o rozwiązaniu alternatywnym (b). Zarówno rozwiązanie (a) jak i (b) są identyczne jak dla celu trzeciego, w tym wielkość odchylenia $y_1(-)=0$. Funkcja celu: $FC: 10 \times y_1(-) = 10 \times 0 = 0$ Zadanie decyzyjne celu drugiego o priorytecie 3. wynika z zależności: $5x_1 + 10x_2 = 1600$
Premie karne za niedotrzymanie warunku równości celu drugiego:

$$\hat{y}_2(+)=5 \quad \hat{y}_2(-)=5$$

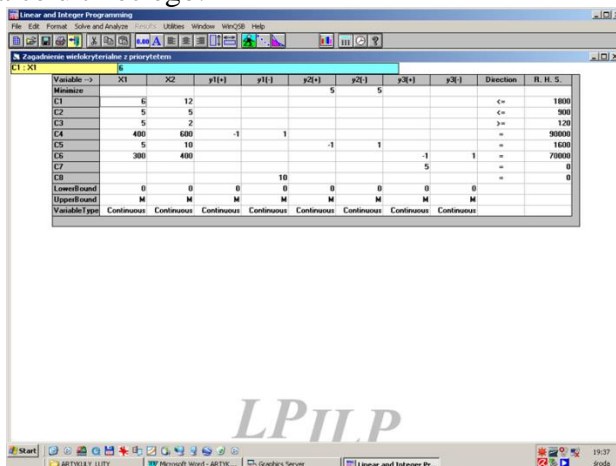
Teraz budujemy zadanie programowania liniowego minimalizując odchylenia dodatnie i ujemne dla celu drugiego. Ponadto uwzględniamy otrzymane wartości odchyień dla celów o priorytecie pierwszym [$y_3(+)=0$] oraz drugim [$y_1(-)=0$].

$$\text{Funkcja celu: FC: } 5y_2(+)+5y_2(-) \rightarrow \min$$

Ograniczenia podstawowe oraz wynikające z funkcji celów „decydenta” jak dla celu trzeciego o priorytecie 1.

Ograniczenie wynikające z celu trzeciego $5y_3(+)=0$ oraz drugiego $10y_1(-)=0$

Warunki brzegowe jak dla celu trzeciego.



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.9. Sformułowanie zadania decyzyjnego celu drugiego z uwzględnieniem rozwiązań celu trzeciego ($5y_3(+)=0$) oraz celu pierwszego ($10y_1(-)=0$)

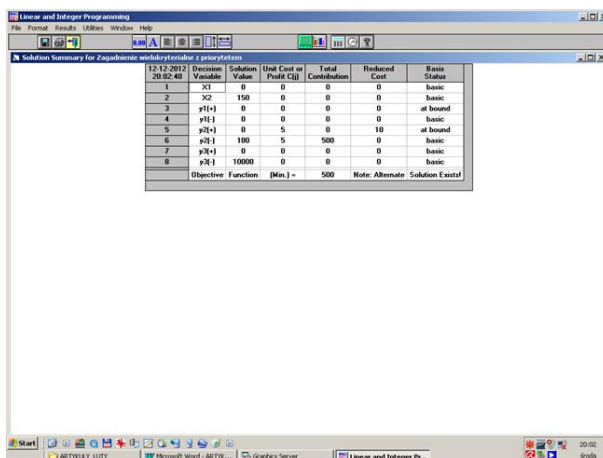
W otrzymanym raporcie kombinowanym program w wersji ogólnodostępnej nie wyświetla właściwej wartości parametrów stojących przy zmiennych ($y_1(-)$) oraz ($y_3(+)$) poprawnie zadeklarowanych przy formułowaniu zadania decyzyjnego.

Rozwiązanie w WinQSB (zob. Rycina 15.10):

$$\begin{aligned} x_1 &= 0 & y_1(+)=0 & y_2(+)=0 & y_3(+)=0 \\ x_2 &= 150 & y_1(-)=0 & y_2(-)=100 & y_3(-)=10\,000 \\ \text{FC: } & 5y_2(+)+5y_2(-) & = & 500 \end{aligned}$$

Istnieje też rozwiązanie alternatywne (zob. Rycina 15.11):

$$\begin{aligned} x_1 &= 60 & y_1(+)=6000 & y_2(+)=0 & y_3(+)=0 \\ x_2 &= 120 & y_1(-)=0 & y_2(-)=100 & y_3(-)=4\,000 \\ \text{FC: } & 5y_2(+)+5y_2(-) & = & 500 \end{aligned}$$



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.10. Raport sumaryczny rozwiązania zadania decyzyjnego celu drugiego (wariant a) z uwzględnieniem rozwiązań dla celu trzeciego i pierwszego

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit (Cj)	Total Contribution	Reduced Cost	Basic Status
1 x1	60	0	0	0	basic
2 x2	120	0	0	0	basic
3 y1(+)	6000	0	0	0	basic
4 y2(+)	0	0	0	0	basic
5 y3(+)	0	5	0	10	at bound
6 y4(+)	100	5	500	0	basic
7 y5(+)	0	0	0	0	basic
8 y6(+)	4000	0	0	0	basic
Objective Function (Min.)			500		Note: Alternate Solution Exist!

Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.11. Raport sumaryczny rozwiązania zadania decyzyjnego celu drugiego (wariant b) z uwzględnieniem rozwiązań dla celu trzeciego i pierwszego

Zróbmy teraz podsumowanie odchyłeń zaczerpnięte z rozwiązania alternatywnego b).

Cel $y_i(+)$ $y_i(-)$Priorytet
 1.... 6 000..... 0.....2
 2.....0.....100.....3
 3.....0.....4 000.....1
 gdzie: numer celu $i = 1, 2, 3$.

Z rozwiązań alternatywnych dla celów o priorytetach 1, 2 oraz 3 wynika, że rozwiązaniem jest ten sam wynik według punktu $C(x_1 = 60, x_2 = 120)$ obszaru rozwiązań dopuszczalnych o którym mówiono w prezentacji geometrycznej.

15.5. Zagadnienia

1. Programowanie wielokryterialne
2. Algorytm simpleks
3. Optymalizacja dwukryterialna
4. Metoda geometryczna zadania decyzyjnego
5. Programowanie całkowitoliczbowe
6. Obszar rozwiązań dopuszczalnych
7. Kryterium funkcji celu
8. Funkcje celowe o nadanym priorytecie
9. Rozwiązanie sumaryczne
10. Rozwiązanie alternatywne

* * *

Inspiracją do tego tematu było zapytanie internauty o możliwości rozwiązywania zadań o wielu celach ze wspomaganiem mikrokomputerowym. Do zaprezentowania procedury obliczania zadań wielokryterialnych o ustalonych celach priorytetów i jednocześnie ograniczonych określoną wartością zastosowano program WinQSB. Program ten można zainstalować bezpłatnie z Internetu. Do obliczeń pomocniczych wykorzystano arkusz kalkulacyjny Excel. Postępowanie w odniesieniu do zagadnień dwu-, trzy i wielokryterialnych można odnieść również do problemów gospodarczych zarówno w skali makro jak i mikro- ekonomicznych. Zachęcam Czytelników tego artykułu do podjęcia trudu rozwiązywania zadań decyzyjnych wielokryterialnych o nadanych priorytetach celów także w dodatku Excel-Solver³³². Sposób postępowania w tym zakresie jest następujący:

³³² Formatowanie zadania w dodatku Excel-Solver zamieszczono w książce: Duczmal M., Wornalkiewicz W., *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2010.

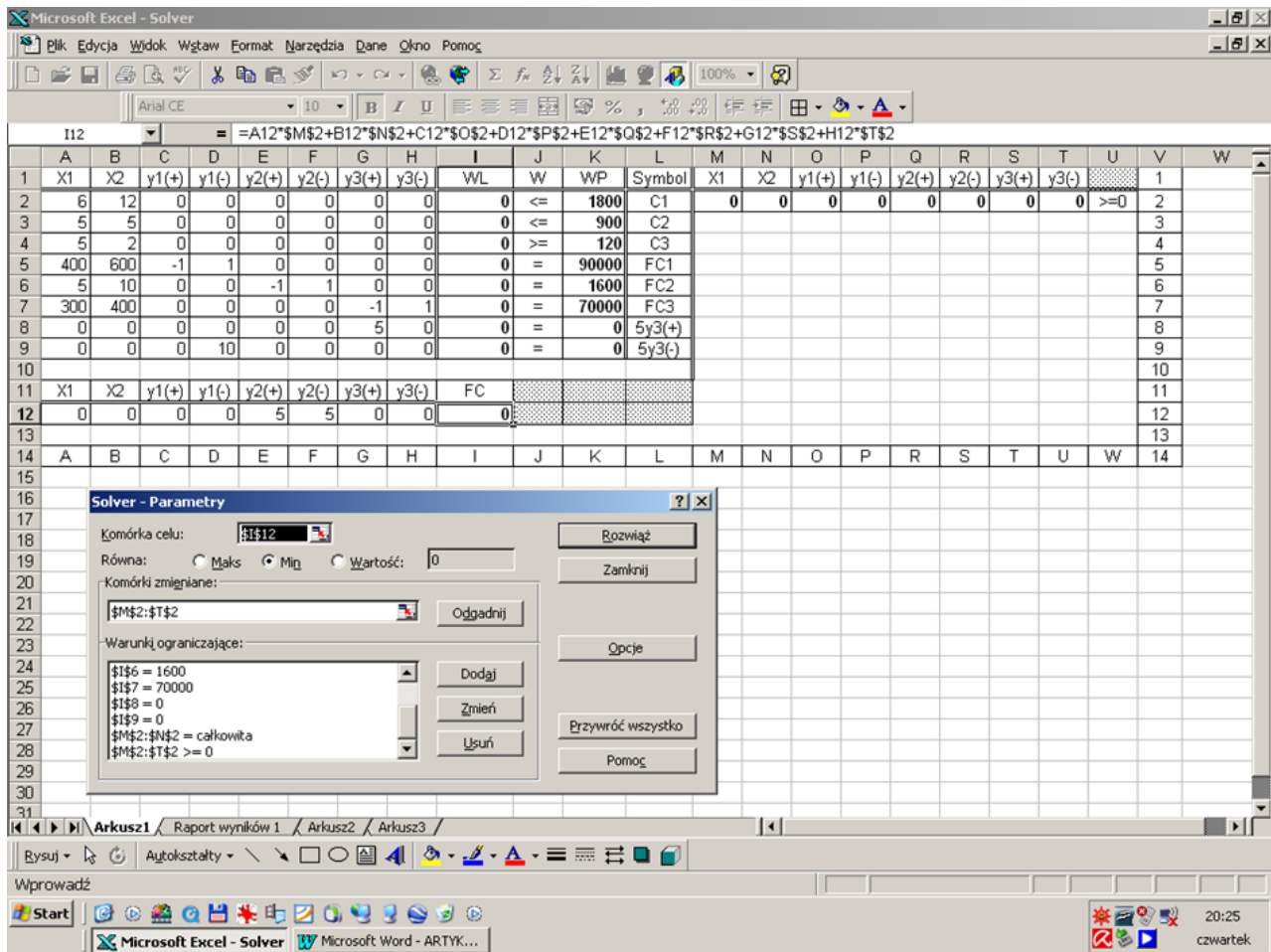
1. Sprawdzamy czy w menu *Narzędzia* jest Solver. Jeśli go nie ma to instalujemy go poprzez plik *solver.xla*, gdy jest na dysku komputera lub korzystając z odpowiedniej płyty instalacyjnej Microsoft Office³³³.

2. Przykładowo w nawiązaniu do omówionego już celu drugiego rozwiązanego wcześniej programem WinQSB w arkuszu kalkulacyjnym wprowadzamy:

- ograniczenia podstawowe;
- ograniczenia wynikające z trzech funkcji celów z uwzględnieniem dodatkowych zmiennych dla zachowania równości ograniczeń;
- ograniczenia stanowiące rozwiązania wcześniejsze dla celu trzeciego oraz pierwszego;
- formułujemy funkcję celu oraz inicjujemy zerami komórki zmieniane, czyli zmienne od X1 do X3(-).

3 Wprowadzamy parametry dla Solvera ze szczególnym uwzględnieniem formuły funkcji celu, formuł poszczególnych ograniczeń, zaznaczenie ograniczeń brzegowych dla wszystkich zmiennych (≥ 0), a dla zmiennych X1 i X2 dodatkowo zaznaczamy symbolem „int” ich całkowitość.

Wynik naszej pracy pokazuje Rycina 15.12.

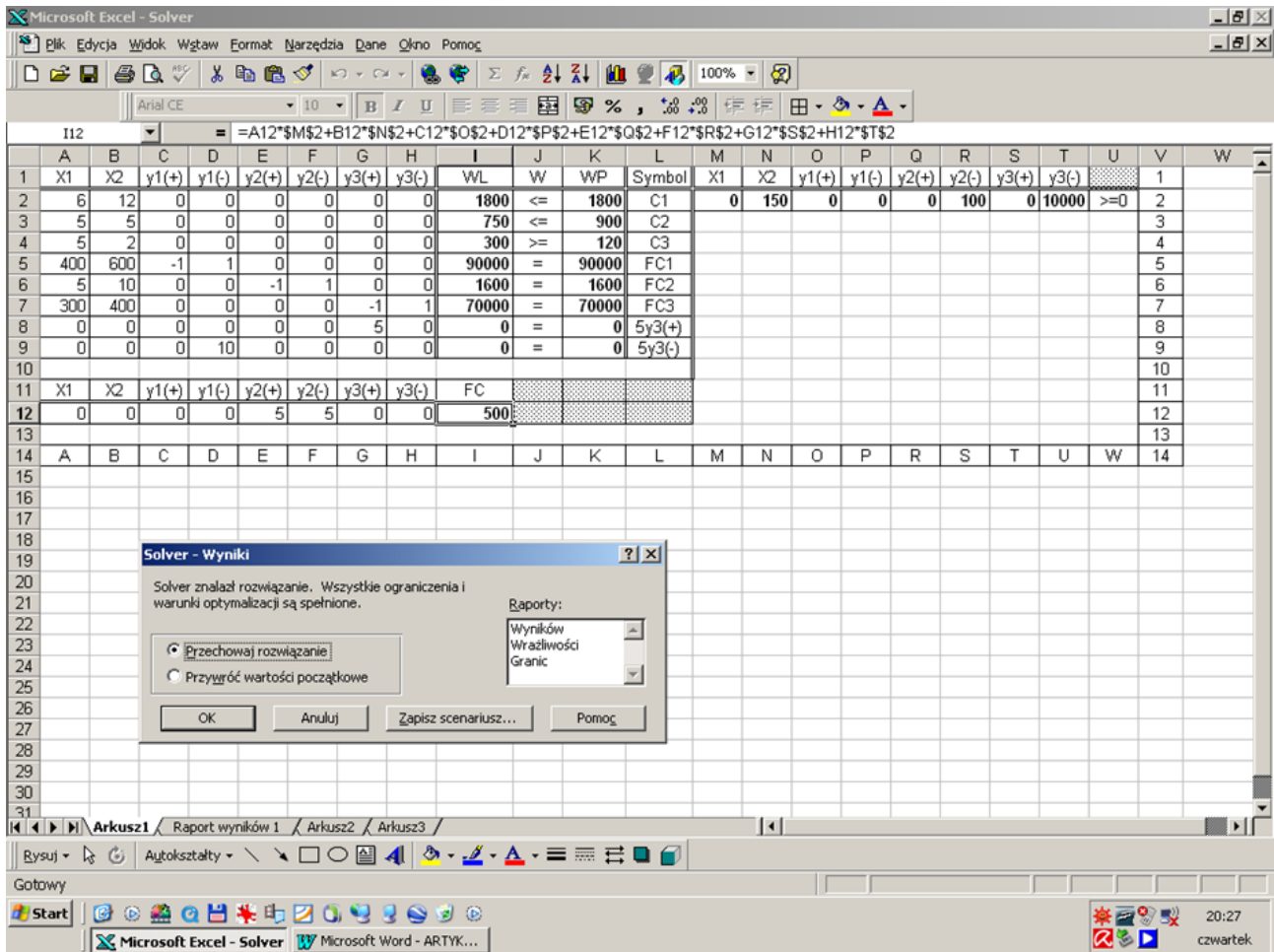


Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Ryc. 15.12. Obraz arkusza kalkulacyjnego po sformatowaniu zadania decyzyjnego celu drugiego i wprowadzeniu parametrów Solvera

Przed rozwiązaniem zadania istotnym jest ustawienie się na komórce \$I\$12 zawierającej formułę funkcji celu. Zaznaczyć trzeba jeszcze, że w komórkach (I2-I9) wprowadzono formuły poszczególnych ośmiu ograniczeń liniowych. Po naciśnięciu przycisku „Rozwiąż” uzyskujemy rozwiązanie zadania decyzyjnego. Jest ono identyczne jak rozwiązanie alternatywne (b) celu drugiego programem WinQSB (zob. Rycina 15.13). Praca z programem Excel-Solver jest bardziej „przezroczysta”, gdyż sami formułujemy wyrażenia i widzimy efekt swojej pracy. Możemy też dokonywać iteracyjnie symulacji poprzez zmianę wartości wyrazów wolnych ograniczeń.

³³³ Bliższe informacje na ten temat znajdują się w podrozdziale 2.1.2 *Rozszerzenie arkusza kalkulacyjnego Excel (Solver)* znajdującym się w książce „*Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych*”, op.cit.



Źródło: Opracowanie własne programem WinQSB.

Rycina 15.13. Rozwiązanie zadania decyzyjnego celu drugiego programem Excel-Solver

Widzimy spełnienie wszystkich warunków trzech ograniczeń podstawowych, trzech ograniczeń funkcji celów, ograniczeń wynikających z rozwiązania celów o wyższych priorytetach, tj. celu trzeciego i pierwszego.

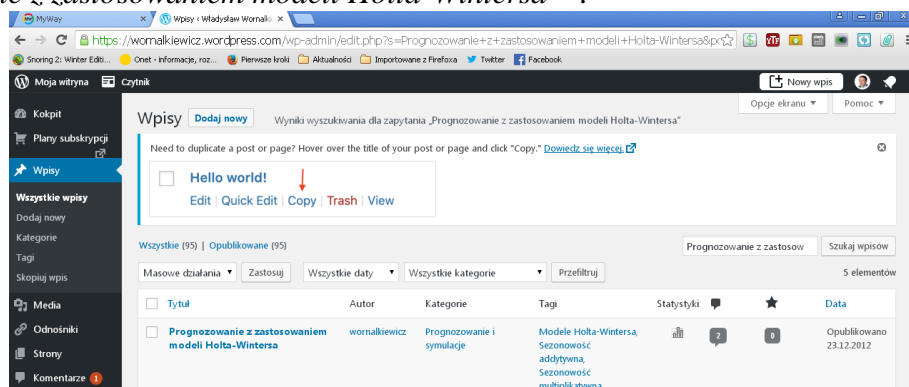
16. Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych

16.1. Wprowadzenie³³²

W średnich przedsiębiorstwach produkujących elementy instalacyjne dla budownictwa sytuacja gospodarcza zależy od koniunktury – w szczególności na rynku developerów budujących mieszkania. Występują wahania comiesięczne, pojawia się zmienność trendu oraz cykliczność okresowa. Przedstawione w tej pracy przedsiębiorstwo wytwarza armaturę budowlaną. Zebrane przez licencjanta, pod moim kierunkiem, dane świadczą o takiej tendencji. Zatem pojawia się trudność w zakresie niezbędnego prognozowania przewozów przez firmy zewnętrzne np. na najbliższe trzy miesiące.

Przeprowadzone badania na szeregach czasowych dotyczących transportu zaopatrzenia podstawowych grup materiałowych, wyłonionych analizą ABC, jak również dystrybucji wyrobów gotowych ilościowo i wartościowo, wykazały małą przydatność trendów liniowego, potęgowego oraz wykładniczego. Podjęto się więc zamodelowania według trendu wielomianowego wyższego stopnia, co stanowi w miarę dobre dopasowanie do danych empirycznych.

W ramach tej pracy zaobserwowano układanie się zarówno ilościowo jak i wartościowo obserwacji według sezonowości zbliżonej do multiplikatywnej, którą spotykamy w modelach Holta-Wintersa³³³. Skorzystano więc z modułu *Forecasting and Linear Regression (Prognozowanie i liniowa regresja)* będącego częścią pakietu WinQSB i komputerowo dobrano najlepsze parametry wyrównywania α odnoszące się do wartości obserwacji, β charakteryzujący zmienność trendu oraz γ dotyczący sezonowości. W wyniku przeprowadzonej symulacji zaproponowano testowanie według kilku różnych cykli sezonowości. Ze względu na ograniczone ramy niniejszej publikacji, pokazano procedury tylko dla usługi zewnętrznej dotyczącej dystrybucji armatury ilościowo w tonach oraz wartościowo w zł. Przez analogię można bowiem przeprowadzić testowanie dla podstawowych grup materiałów zaopatrzeniowych, a więc odlewów, odkuwek, materiałów hutniczych lub innych. Prognozowanie krótkookresowe z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa stało się ostatnio bardzo popularne. Zasadniczo możemy wyróżnić trzy rodzaje tych modeli, a więc bez sezonowości, z sezonowością multiplikatywną i z sezonowością addytywną. Świadczy o tym zainteresowanie internautów wpisem zawierającym formuły postępowania przy stosowaniu tej klasy modeli z sezonowością multiplikatywną (zob. Rycina 16.1). Bliższe informacje dotyczące formułowania równań tych modeli oraz przykłady zastosowań można znaleźć na blogu *Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych* po kliknięciu jako *Podgląd* wpisu *Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa*³³⁴.



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 16.1. Wpis Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa

³³² W niniejszym opracowaniu częściowo zabazowano na badaniach przeprowadzonych pod moim kierunkiem, a zamieszczonych w pracy licencjackiej: Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”)*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017.

³³³ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Opole 2015, rozdział.2.12. 2. *Przykłady doboru najlepszych parametrów modelu (zastosowanie modułu FC programu WinQSB)*.

³³⁴ <https://wornalkiewicz.wordpress.com/2012/12/23/prognozowanie-z-zastosowaniem-modeli-holta-wintersa/>, dostęp: 10.07.2019.

Wyszczególniony na rysunku wpis jest na moim blogu *Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*³³⁵. Gdy klikniemy na ikonę *Statystyki*, to pojawia się nam zestawienie liczbowe wizyt gości-internautów w tekście tego wpisu, począwszy od miesiąca jego wprowadzenia aż do miesiąca bieżącego roku. Przedstawia to Rycina 16.2, przy czym możemy zaobserwować tendencję rosnącą w liczbach wizytujących.

miesiące i lata														
	Sty	Lu	Mar	Kwi	Maj	Czer	Lip	Sier	Wrz	Paźdź	List	Gru	W sumie	
2012													2	2
2013	18	12	5	20	48	46	15	12	22	40	57	66	361	
2014	165	42	35	65	77	63	11	26	22	29	147	104	786	
2015	150	50	80	33	76	71	22	19	35	39	85	93	753	
2016	183	77	44	81	110	118	15	13	33	25	46	61	806	
2017	107	60	58	81	84	50	16	34	29	52	76	84	731	
2018	186	91	35	57	189	146	13	15	26	31	44	66	899	
2019	97	35	35	31	132	150	4						484	

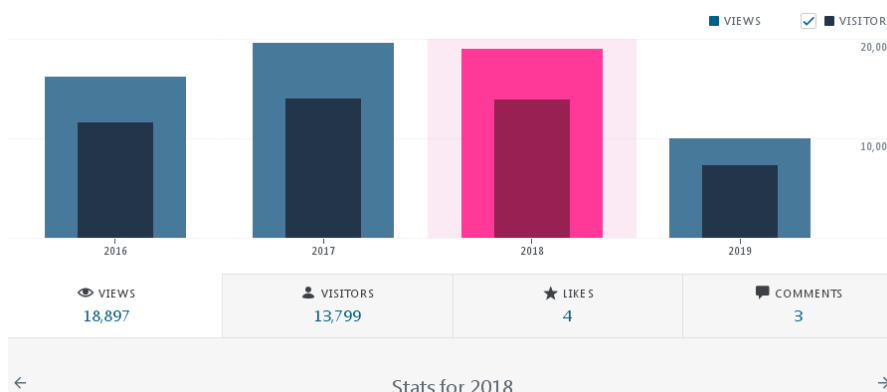
Źródło: Opracowanie własne w Wordpress.

Ryc. 16.2. Statystyki wpisu Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa

Zwróćmy uwagę, że najwięcej zainteresowanych jest w miesiącach przed sesją zimową lub letnią, a szczyt wystąpił w maju 2018 roku.

Model bez sezonowości ma zastosowanie, gdy występuje trend i wahania przypadkowe. W tym modelu oprócz parametru α występuje drugi parametr β odpowiednio do wygładzania wartości poziomu i trendu. Kryterium rozstrzygającym o trafności doboru tych parametrów w modelu bez sezonowości jest miara błędu prognozy o skrócie RMSE. W modelu Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną występuje dodatkowo zmienna sezonowość charakteryzowana w równaniu między innymi parametrem γ . Zamiast dość uciążliwego obliczania manualnego prognoz możemy zastosować, jak już wspomniałem, moduł *Forecasting and Linear Regression* wchodzący w skład pakietu WinQSB dla doboru najlepszej wartości parametrów α , β , γ przy minimum RMSE, co będzie jeszcze bliżej rozpatrywane w niniejszym materiale. Model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną stanowi analogię do modelu multiplikatywnego, przy czym występuje w nim odejmowanie (zamiast dzielenia) indeksu sezonowości.

Zwróćmy jeszcze uwagę na sumaryczną statystykę w latach 2016-2019 z graficznym pokazaniem liczby wejść do blogu (*views*) i liczby gości wpisów (*visitors*) dla roku 2018 na tle innych lat³³⁶.



Źródło: Opracowanie własne w Wordpress.

Ryc. 16.3. Statystyki zainteresowania internautów stroną główną blogu i wpisami

³³⁵ https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin/edit.php?s=Prognozowanie+z+zastosowaniem+modeli+Holta-Wintersa&post_status=all&post_type=post&action=-1&m=0&cat=0&paged=1&action2=-1, dostęp: 10.07.2019.

³³⁶ <https://wornalkiewicz.wordpress.com/wp-admin/index.php?page=stats&blog=31774799&view=postviews&summarize&numdays=-1>, dostęp: 11.07.2019.

Oprócz wymienionego wcześniej zagadnienia, przez cały czas trwania blogu, do najpopularniejszych należały wpisy wyszczególnione na Rycinie 16.4, a mianowicie:

- zagadnienie dualne w programowaniu liniowym,
- prognozowanie w oparciu model autoregresyjny,
- metody rozwiązywania zagadnień transportowych,
- analiza wrażliwości,
- książki (autora niniejszej publikacji),
- informacja o programie WinQSB.



Źródło: Opracowanie własne w Wordpress.

Ryc. 16.4. Początkowy fragment zestawienia wpisów według popularności

Ciekawe jest też obserwowanie na bieżąco krajów pochodzenia internatów – poza Polską, z dominacją gości ze Stanów zjednoczonych. W roku 2018 (zob. Rycina 16.5) zainteresowanie blogiem pod względem liczby wejść internatów (początek zestawienia) było następujące: Polska – 16442, Stany Zjednoczone – 1866, SRA Hongkong (Chiny) – 109, Wielka Brytania – 71, Niemcy – 66, Unia Europejska – 58.



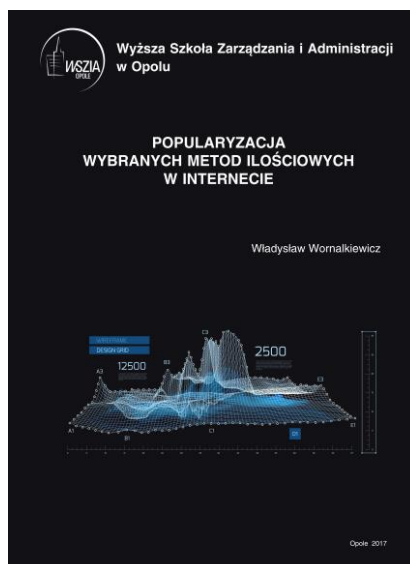
Źródło: Opracowanie własne w Wordpress.

Ryc. 16.5. Zainteresowanie blogiem w roku 2018 (początkowy fragment zestawienia)

Szerszą panoramę metod ilościowych, w tym dotyczących prognozowania, w oparciu o szeregi czasowe można znaleźć w publikacji *Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie*³³⁷, a dostęp do tej książki w wersji elektronicznej jest możliwy ze strony WSZiA w Opolu³³⁸ (zob. Rycina 16.6).

³³⁷ Wornalkiewicz W., *Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017.

³³⁸ https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2018/03/Popularyzacja_wybranych_metod_ilosciowych_w_internecie_Wornalkiewicz.pdf, dostęp: 11.07.2019.



Zródło: Opracowanie własne .

Ryc. 16.6. Strona tytułowa książki *Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie*

16.2. Logistyka w zakresie potrzeb przedsiębiorstw³³⁹

Logistyka obejmuje sferę zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji w przedsiębiorstwie. Procesy logistyczne to fizyczny przepływ towarów, informacji i środków finansowych. Przedsiębiorstwo stanowi składnik łańcucha logistycznego³⁴⁰. Jednym z celów logistyki jest oferowanie klientom odpowiedniego poziomu i jakości obsługi logistycznej przy minimalnym poziomie kosztów, a wzroście efektywności w przedsiębiorstwie³⁴¹. W zagwarantowaniu przepływów towarowych i realizacji przepływów informacyjnych bezpośrednio uczestniczą zewnętrzne przedsiębiorstwa transportowe³⁴². Zadaniem logistyki zaopatrzenia jest koordynacja przepływu dóbr i uzyskanie pewności i rytmiczności dostaw poprzez zorganizowanie trwałej współpracy dostawców z przedsiębiorstwem. Transport zaopatrzeniowy związany jest z bieżącymi kosztami transportu oraz sprzedaży na określonych warunkach, które definiują właściciela towarów w czasie transportu, wyznaczają zasięg odpowiedzialności dostawcy i odbiorcy oraz wskazują wymagania dotyczące regulowania należności³⁴³. Efektywność korzystania z usług firm transportowych zależy od sprawnego zorganizowania procesu transportowego zapewniającego właściwą jakość usługi i niezawodność jej wykonania oraz zastosowanie przy jej wykonaniu najniższych nakładów kosztowych³⁴⁴.

Dystrybucja to jedno z najważniejszych ogniw w łańcuchu logistycznym, związana z dostarczaniem klientom oczekiwanych przez nich wyrobów, od miejsc ich wytworzenia do finalnych odbiorców. Wyroby gotowe powinny dotrzeć do właściwych nabywców, w określonym czasie, miejscu, właściwej ilości i jakości. Istotne jest również odpowiednie dobranie środka transportu, właściwego opakowania i załadunku³⁴⁵. W kanałach dystrybucji występują takie ogniwa przepływu jak: sprzedaż bezpośrednia, magazyn centralny wyrobów gotowych producenta, magazyny regionalne, hurtownie, agenci i brokerzy³⁴⁶.

³³⁹ Ta część niniejszego opracowania bazuje na rozdziale *Usługi transportowe w zakresie zaopatrzenia materiałowego* w pracy licencjackiej: Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy” w Opolu*, op.cit.

³⁴⁰ Blaik P., *Logistyka*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001, s. 52.

³⁴¹ Coyle J. J., Bardi E. J., Langley C. J. Jr , *Zarządzanie Logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002, s. 85.

³⁴² Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S., *Logistyka*, Biblioteka Logistyka, Poznań 2009, s. 140.

³⁴³ <http://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/252-artykuly-na-plycie-cd-2/3145> -artykul, pobrano: 6.06.2016.

³⁴⁴ Mendyk E., *Ekonomika i organizacja transportu*, Wydawnictwo Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2002, s. 122.

³⁴⁵ <http://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/-/4106>, pobrano: 7.06.2016.

³⁴⁶ *Ibidem*, s. 167.

Przy organizowaniu transportu należy brać pod uwagę najefektywniejsze rozwiązania transportowe np. w przypadku małych przesyłek zaleca się korzystanie z usług firm kurierskich, natomiast do przewozu dużych ładunków wskazane jest wykorzystanie wyspecjalizowanych firm transportowych lub spedycyjnych. Przedsiębiorstwa o charakterze spedycyjnym są w posiadaniu dużej bazy transportowej i magazynowej. Dysponują własnymi sortowniami, przeładowniami oraz składami niezbędnymi do obsługi logistycznej towarów. Organizacja procesu dystrybucji wyrobów gotowych wymaga odpowiedniego opakowania towaru. Stosowane do przewozów opakowania powinny posiadać znormalizowane wymiary i kształty.

Metoda prognozowania to sposób postępowania zastosowany z pełną świadomością do wyjaśnienia prognostycznego zadania. To sposób przetworzenia informacji z przeszłości wraz ze sposobem przejścia z informacji przetworzonych do prognozy³⁴⁷. W metodach prognozowania można wyróżnić podział na metody ilościowe i jakościowe³⁴⁸. Ogólnie pojęte metody ilościowe dzielą się na metody: szeregów czasowych, ekonometryczne, analogowe, inne. Natomiast w ramach metod jakościowych wyróżniamy metody: ankietowe, ekspertyz, delficką, inne. Jak już nadmieniałem, w ramach metody prognozowania według szeregów czasowych występuje kilka modeli, a mianowicie bazujące na średniej, modele wygładzania wykładniczego, modele Holta-Wintersa. Komputerową realizację określenia prognoz według różnych modeli umożliwia pakiet programowy WinQSB, a zaliczamy do nich³⁴⁹ modele prostych średnich ruchomych (SMA) i modele ważonych średnich ruchomych (WMA). Ponadto są modele bazujące na wygładzaniu wykładniczym np. *model prostego wyrównywania wykładniczego (SES)*, *model Browna (podwójnego wyrównywania wykładniczego)*.

W przykładowym przedsiębiorstwie tj. Fabryce Armatur „Głuchołazy” proces transportowy realizowany jest poprzez odpłatne świadczenie usług transportowych. W niniejszym omawianiu prognozowania potrzeb tych usług skupiono się tylko na przewozie produkcyjnych materiałów zaopatrzeniowych, a w szczególności na dystrybucji wyrobów gotowych. Zaopatrzenie materiałowe oraz dystrybucja wyrobów odbywa się transportem zamawianym przez sprzedającego, zamawianym przez kupującego oraz transportem własnym kupującego. Jak już wspominałem usługi dotyczące przywozu materiałów oraz dystrybucji wyrobów świadczą zewnętrzne firmy przewozowe, spedycyjne oraz kurierskie. Fabryka współpracuje z 30. stałymi dostawcami, przy czym dominująca liczba jej dostawców pochodzi z południowej części Polski (zob. Rycina 16.7).

Koszty transportu w zakresie zaopatrzenia materiałowego stanowią w omawianym przedsiębiorstwie około 4% kosztów poniesionych na zakup materiałów. Odlewy i odkuwki transportowane są w metalowych pojemnikach o wymiarach 1200x800 oraz w skrzyniach drewnianych. Transport kolejnej grupy materiałów, którą są wyroby hutnicze czyli pręty, blachy i rury odbywa się luzem. „Głuchołazy” sprzedają swoje wyroby zarówno na rynek krajowy jak i na rynki zagraniczne – Europy, Azji i Ameryki Północnej. Sprzedaż bezpośrednia i sprzedaż poprzez dystrybutorów wynosi po 50%, przy czym dąży się do zwiększenia udziału w sprzedaży odbiorców bezpośrednich. Organizacja dystrybucji wyrobów realizowana jest w 85% poprzez zewnętrzne firmy transportowe. Dystrybucja wyrobów gotowych na terenie kraju i Europy odbywa się drogą lądową za pośrednictwem transportu samochodowego. Natomiast na rynek azjatycki i Ameryki Północnej wykorzystuje się transport multimodalny, prowadzony przez firmy spedycyjne.

Różnorodność komponentów pod względem ilościowym i wartościowym potrzebnych w procesie produkcyjnym, była powodem wcześniejszego przed prognozowaniem przeprowadzenia klasyfikacji ABC stosowanych materiałów. Umożliwiło to wyłonienie grup materiałowych mających strategiczne dla rozpatrywanej Fabryki. Rozszerzeniem klasyfikacji ABC jest analiza Pareto a z niej wynika, że wyznaczona w klasyfikacji grupa A, klasycznie obejmuje około 80%

³⁴⁷ Czerwiński Z., Guzik B., *Prognozowanie ekonometryczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1980, s. 24.

³⁴⁸ Dittman P., *Metody prognozowania sprzedaży w przedsiębiorstwie*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 2000.

³⁴⁹ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania, część II, Zagadnienia ekonometrii*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

całkowitej wartości, przy czym stanowi ona 20% rozpatrywanych pozycji pod względem ilościowym. Jest to tzw. reguła 80/20), przy czym grupa B (15/30), a grupa C (5/50).



Źródło: Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych* (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy” w Opolu, op.cit. rys. 8).

Ryc. 16.7. Lokalizacja podstawowych dostawców Fabryki Armatur „Głucholazy”

W prezentowanym przedsiębiorstwie jednym z podstawowych składników kosztowych w produkcji armatury przemysłowej są materiały. W procesie produkcji zaworu konieczne jest zastosowanie wielu różnych rodzajów materiałów, części i podzespołów. Większość z nich to materiały, które po zakupie podlegają dalszej obróbce, a należą do nich odlewy, odkuwki, materiały hutnicze, a także elementy złączne i uszczelnienia. Tabela 16.1. prezentuje wynik klasyfikacji ABC na podstawie dostępnych danych z roku 2015. Zgodnie z analizą A, B, C w grupie A znalazły się materiały, których skumulowany udział nie przekracza 80% ogólnej wartości zakupu materiałów. Grupa B to materiały z przedziału powyżej 80% do 95%, natomiast pozostałe materiały to grupa C.

Tab. 16.1. Klasyfikacja ABC materiałów zaopatrzeniowych ze względu na wartość

Rodzaj	Wartość zakupu	Wartość skumulowana	Udział [%]	Udział skumulowany [%]	Grupa
Odlewy	1992028,85	1992028,85	50,26	50,26	A
Odkuwki	711545,89	2703574,74	17,95	68,21	A
Materiały hutnicze	514183,27	3217758,01	12,97	81,18	B
Elementy złączne	237877,66	3584026,66	6,00	87,18	B
Materiały różne	155542,40	3868605,20	3,92	91,10	B
Materiały kolorowe	76548,87	3660575,02	1,93	93,03	B
Druty spawalnicze	68532,19	3286290,20	1,73	94,76	B
Uszczelki	59858,29	3346148,49	1,51	96,27	C
Farby	59125,17	3,927730,37	1,49	97,77	C
„Mieszki”	52487,78	3713062,78	1,32	99,09	C
Kooperacja	36078,50	3963808,87	0,91	100,00	C

Źródło: Opracowanie własne na podstawie – Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych* (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”, s. 45).

16.3. Wstępne podejście do prognozowania krótkookresowego

Przy użyciu funkcji regresji liniowej REGLINP Excela określono prognozę przewozów w tonach na okres $(n + 1)$, przy czym szeregi czasowe 24. elementowe dotyczą miesięcy roku 2015 i 2016 dystrybucji wyrobów (zob. Tabela 16.2). Tabela ta może być poszerzona o prognozy wygasłe \hat{y} obliczone po oszacowaniu parametrów trendu liniowego. Okazało się, że prosty trend liniowy nie jest adekwatnym modelem do ustalania prognoz na najbliższe miesiące, które są niezbędne w zakresie:

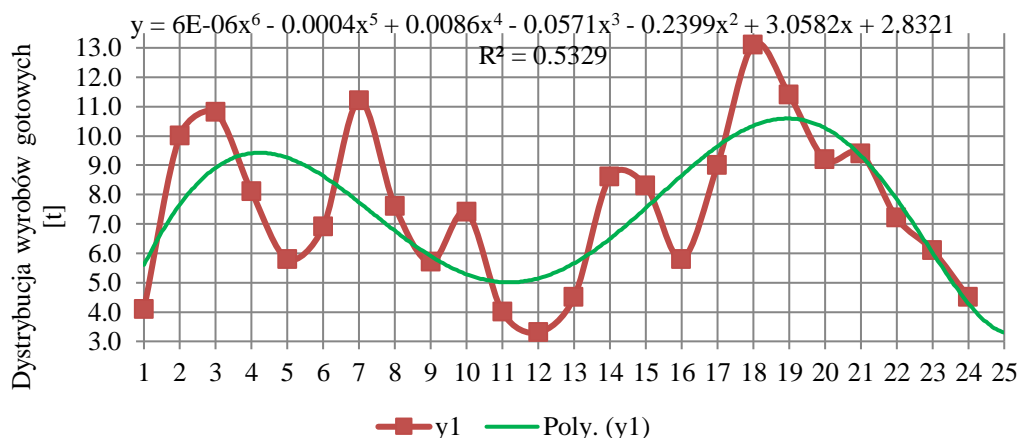
- dystrybucji wyrobów gotowych [t],
- dystrybucji wyrobów gotowych pod względem kosztów transportu [zł],
- zaopatrzenia materiałowego [t],
- zaopatrzenia materiałowego pod względem kosztów transportu [zł],
- podstawowych kluczowych materiałów dla przedsiębiorstwa [t].

Tab. 16.2. Szereg czasowy dystrybucji wyrobów w tonach (y_1)

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y_1	4,1	10,0	10,8	8,1	5,8	6,9	11,2	7,6	5,7	7,4	4,0	3,3
t	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
y_1	4,5	8,6	8,3	5,8	9,0	13,1	11,4	9,2	9,4	7,2	6,1	4,5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie – Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych* (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”, s. 58.

Zauważono także, że dalsze trendy (potęgowe, wykładniczy, logarytmiczny), jak również trendy wielomianowe (stopni 1-6) możliwe do uzyskania w Excelu, również nie dają dobrego dopasowania do danych empirycznych. Współczynniki determinacji R^2 są bowiem niskie i wynoszą od 0,0029 do 0,5329. Tak więc te modele dla naszych danych nie mogą być użyte do wyznaczania prognoz. Na Rysunku 16.8. przedstawiono układanie się danych empirycznych i modelu wielomianowego zmiennej y_1 .



Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 38.2.

Ryc. 16.8. Porównanie danych empirycznych i modelu wielomianu 6. stopnia dla y_1

Występują duże wahania danych rzeczywistych i poszukiwano innego modelu, po czym zdecydowano się na model trendu pełzającego. Trend pełzający bowiem to model adaptacyjny, służący do budowy prognoz krótkoterminowych. W tym względzie skorzystano z procedury przeprowadzonej w ramach pracy licencjackiej³⁵⁰ obejmującej kroki:

1. Ustalenie długości segmentu – stałej wygładzania, przy czym: $k \leq n$, w naszym przypadku $k = 3$, $n = 24$.
2. Określenie podszeregów i -tych czasowych trzejelementowych o liczbie $(n - k + 1) = 24 - 3 + 1 = 22$ (zob. Tabela 38.3).

³⁵⁰ Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”)*, op.cit., strony: 61-64.

Tab. 16.3. Podszeregi i-te czasowe zmiennej y_1

t	y_1				i	t	y_1				i
1	4,1	4,1	10,0	10,8	1	13	4,5	4,5	8,6	8,3	13
2	10,0	10,0	10,8	8,1	2	14	8,6	8,6	8,3	5,8	14
3	10,8	10,8	8,1	5,8	3	15	8,3	8,3	5,8	9,0	15
4	8,1	8,1	5,8	6,9	4	16	5,8	5,8	9,0	13,1	16
5	5,8	5,8	6,9	11,2	5	17	9,0	9,0	13,1	11,4	17
6	6,9	6,9	11,2	7,6	6	18	13,1	13,1	11,4	9,2	18
7	11,2	11,2	7,6	5,7	7	19	11,4	11,4	9,2	9,4	19
8	7,6	7,6	5,7	7,4	8	20	9,2	9,2	9,4	7,2	20
9	5,7	5,7	7,4	4,0	9	21	9,4	9,4	7,2	6,1	21
10	7,4	7,4	4,0	3,3	10	22	7,2	7,2	6,1	4,5	22
11	4,0	4,0	3,3	4,5	11	23	6,1				
12	3,3	3,3	4,5	8,6	12	24	4,5				

Źródło: Opracowanie własne na podstawie – Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”)*, s. 61.

3. Wyznaczenie parametrów a_0 i a_1 dla 22. modeli segmentowych, z użyciem funkcji REGLINP Excela (zob. Tabela 16.4).

4. Obliczenie wartości modelowych dla trzech okresów każdego z 22. segmentów według wzoru:

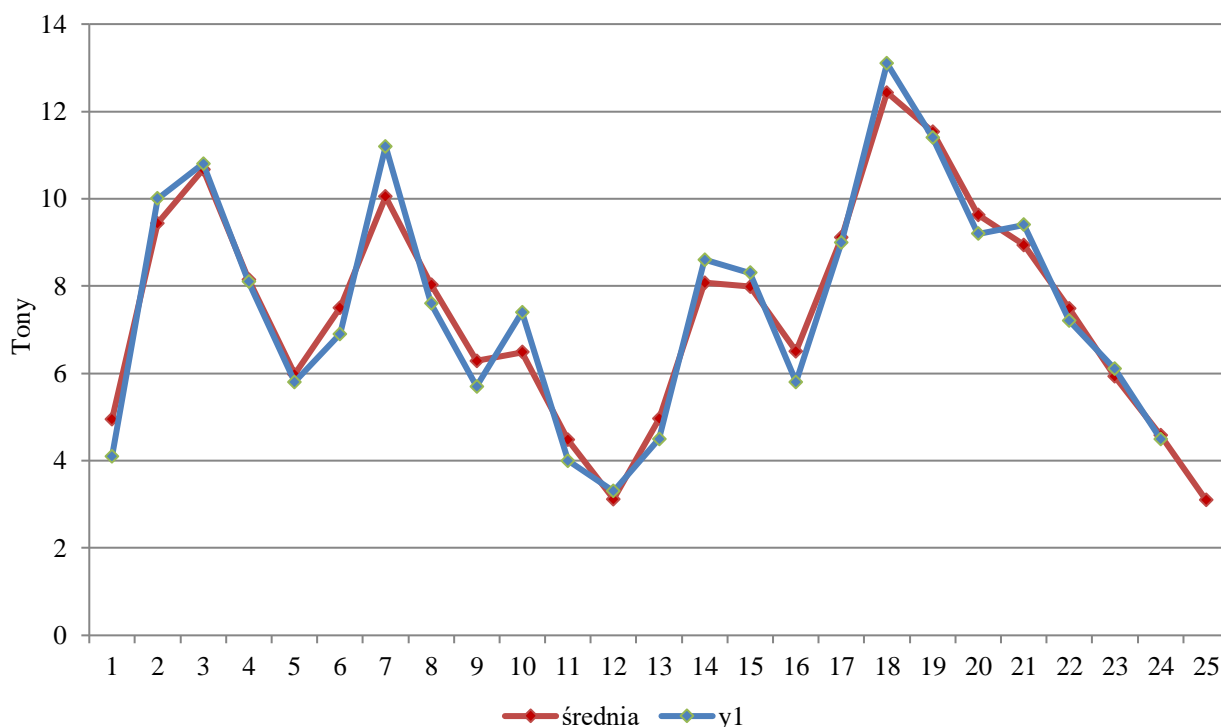
$$\hat{y} = a_0 + a_1 \cdot t.$$

5. Obliczenie średnich dla każdego z 24. okresów (zob. Tabela 16.4).

6. Obliczenie prognozy na pierwszy miesiąc nowego roku tj. 25, przyjmując ostatnie trzy średnie jako elementy funkcji REGLINP Excela z okresów: 22 → 7,48; 23 → 5,93; 24 → 4,58 i uzyskano:

$$\hat{y}_{25} = 39,35 - 1,45 \cdot 25 = 3,1 t.$$

7. Porównanie danych empirycznych z teoretycznymi (średnimi) – zob. Rycina 16.9.



Źródło: Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”)*, s. 63.

Ryc. 16.9. Porównanie danych empirycznych i średnich z segmentów oraz prognoza na okres 25.

8. Przesunięcie (przepelnienie) szeregu o kolejny miesiąc i obliczenie prognozy. W ten sposób model stale nadąża za zmieniającą się rzeczywistością w zbieranych miesięcznych danych statystycznych w zakresie dystrybucji wyrobów gotowych, a także zaopatrzenia materiałowego.

Tab. 16.4. Współczynniki trendów liniowych segmentów, wartości modelowe okresów oraz średnie

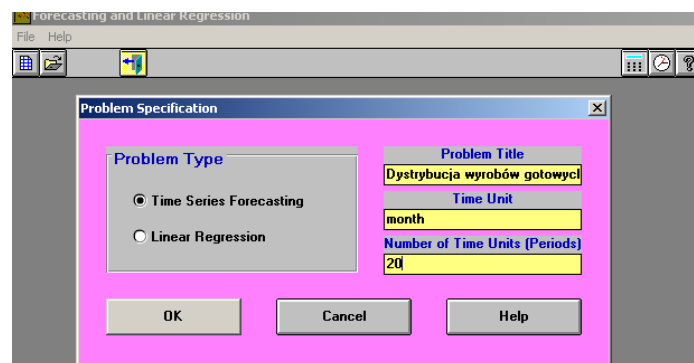
i	a ₀	a ₁	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,60	3,35	4,95	8,30	11,65											
2	12,48	-0,95		10,58	9,63	8,68										
3	18,23	-2,50			10,73	8,23	5,73									
4	9,93	-0,60				7,53	6,93	6,33								
5	-8,23	2,70					5,27	7,97	10,67							
6	6,12	0,35						8,22	8,57	8,92						
7	30,17	-2,75							10,92	8,17	5,42					
8	7,80	-0,10								7,00	6,90	6,80				
9	14,20	-0,85									6,55	5,70	4,85			
10	27,45	-2,05										6,95	4,90	2,85		
11	0,93	0,25	3,68	3,68	4,18											
12	-28,98	2,65		2,82	5,47	8,12										
13	-19,47	1,90			5,23	7,13	9,03									
14	28,57	-1,40				8,97	7,57	6,17								
15	2,10	0,35					7,35	7,70	8,05							
16	-52,75	3,65						5,65	9,30	12,95						
17	-10,43	1,20							9,97	11,17	12,37					
18	48,28	-1,95								13,18	11,23	9,28				
19	30,00	-1,00									11,00	10,00	9,00			
20	29,60	-1,00										9,60	8,60	7,60		
21	43,87	-1,65											9,22	7,57	5,92	
22	36,98	-1,35												7,28	5,93	4,58
Średnia			4,95	9,44	10,67	8,15	5,98	7,51	10,05	8,03	6,29	6,48				
			4,48	3,12	4,96	8,07	7,98	6,51	9,11	12,43	11,53	9,63	8,94	7,48	5,93	4,58

Źródło: Opracowanie własne na podstawie - Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”)*, s. 62.

16.4. Optymalizacja doboru parametrów w modelu multiplikatywnym

Zamiast uciążliwego zastosowania modelu pełzającego, proponuje teraz wykorzystanie komputerowego modułu *Forecasting and Linear Regression* (FC), będącego składnikiem pakietu WinQSB. Zastosujemy go do modelu multiplikatywnego i to od razu w zakresie optymalnego doboru trzech parametrów wyrównywania tj. α , β , γ . Jako dane posłużą nam obserwacje w tonach oraz wartościowo w zakresie zewnętrznych usług transportowych dotyczących dystrybucji wyrobów gotowych, produkowanych przez wcześniej wymienioną Fabrykę. Rozpoczynamy od wprowadzenia informacji do okna dialogowego *Problem Specification* (zob. Rycina 16.10), a mianowicie:

- Problem Type* → *Time Series Forecasting* – prognozowanie w oparciu o szeregi czasowe,
- Problem Title* – Dystrybucja wyrobów gotowych,
- Time Unit* → *month* (miesiąc),
- Number of Time Units (Periods)* – 20.



Źródło: Opracowanie własne w module FC.

Ryc. 16.10. Okno wstępne definiujące problem decyzyjny

Rozpoczynamy teraz od wprowadzania danych 20. obserwacji zmiennej y_1 , gdyż dla nich po sporządzeniu wykresu zauważamy układanie się wartości według modelu zbliżonego do multiplikatywnego Holta-Wintersa. Musimy jednak pamiętać o użyciu kropki dziesiętnej zamiast przecinka.

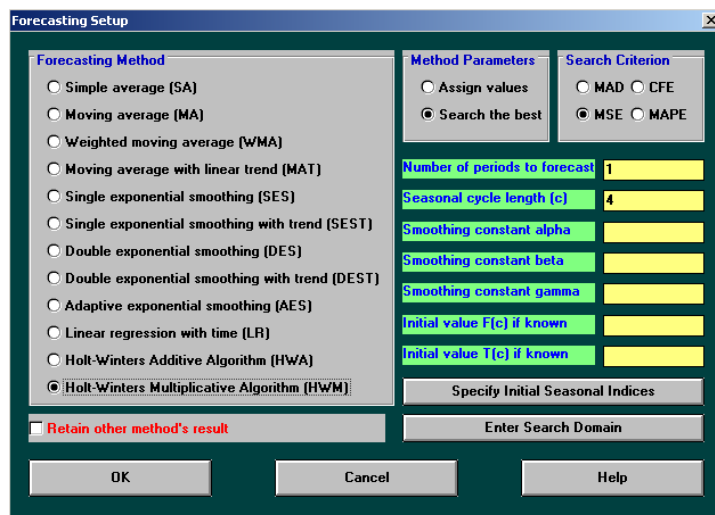
Month	Historical Data
1	4.1
2	10.0
3	10.8
4	8.1
5	5.8
6	6.9
7	11.2
8	7.6
9	5.7
10	7.4
11	4.0
12	3.3
13	4.5
14	8.6
15	8.3
16	5.8
17	9.0
18	13.1
19	11.4
20	9.2

Źródło: Opracowanie własne w module FC na podstawie tabeli 11³⁵¹.

Ryc. 16.11. Wprowadzone dane szeregu czasowego zmiennej y_1

Po wybraniu zakładki *Solve and Analyze* w menu głównym WinQSB pojawia się nam okno dialogowe *Forecasting Setup* w którym musimy wskazać model prognozowania zwany tu *Forecasting Method*. Wybieramy *Holt-Winter Multiplicative Algorithm (HWM)* oraz podajemy kryteria obliczeń (zob. Rycina 16.12) , a mianowicie:

- *Method Parameters* → Search the best (wybór najlepszego zestawu parametrów wyrównywania wykładniczego α, β, γ);
- *Search Criterion* → MSE (miara błędu prognozy stanowiąca kwadrat innej miary tj. RMSE);
- *Number of periods to forecast* – 1 (liczba okresów prognozowania, czyli okres 25.),
- *Seasonal cycle length (c)* – 4 (długość cyklu sezonowości),
- *Enter Search Domain* – ustawienie kroku obliczeń iteracyjnych dla parametrów, ustawiamy stopniowanie obliczeń co 0,01 dla każdego z trzech parametrów, z tym że zamiast przecinka dajemy kropkę dziesiętną.

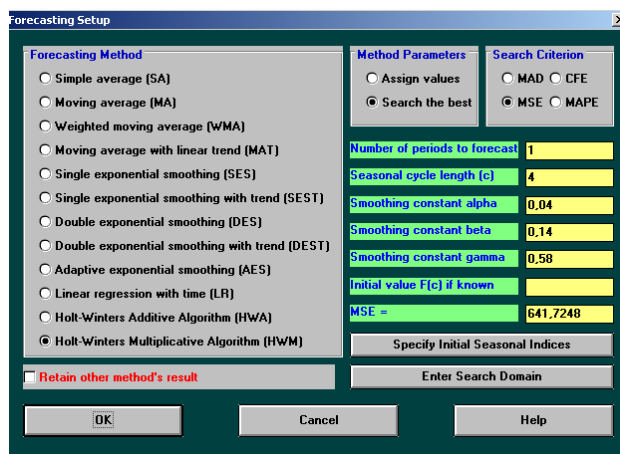


Źródło: Opracowanie własne w module FC.

Ryc. 16.12. Okno definiujące problem optymalnego doboru parametrów modelu zmiennej y_1

Po naciśnięciu OK mamy możliwość obserwowania pracy modułu, gdyż w kolejnych krokach iteracyjnych następuje zmiana parametrów i co jakiś czas korygowana jest też miara MSE, która jest coraz mniejsza (zob. Rycina 16.13).

³⁵¹ Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy” w Opolu*, op.cit, tab. 11.



Źródło: Opracowanie własne w module FC.

Ryc. 16.13. Jeden ze stanów procesu określenia prognozy zmiennej y_1

Po osiągnięciu najlepszego wyniku z punktu widzenia funkcji celu – minimum MSE generowany jest raport *Forecast and Result for Dystrybucja wyrobów gotowych w tonach* (zob. Rycina 16.14). Występują w nim wygasłe już prognozy *Forecast by HWM* oraz prognoza na okres 21. Są też różne miary błędów prognoz (*CFE*, *MAD*, *MAPE (%)*, *Tracing Signal*) liczone po poszczególnych obserwacjach. Porównajmy teraz prognozę na okres 21 z daną rzeczywistą zmienną y_1 w tym okresie:

$F_{21} = 9,11$ a $y_{21} = 9,40$, a więc wartości są zbliżone. Zobaczmy jeszcze do wyniku osiągniętego w trendzie pełzającym dla okresu 21 (zob. Tabela 16.4) który wynosi 8,94.

07-06-2019 Month	Actual Data	Forecast by HWM	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]	Tracking Signal	R-square
1	4,10								
2	10,00								
3	10,80								
4	8,10								
5	5,80	4,10	1,70	1,70	1,70	2,89	29,31	1,00	
6	6,90	11,58	-4,68	-2,98	3,19	12,38	48,54	-0,93	
7	11,20	10,58	0,62	-2,36	2,33	8,38	34,19	-1,01	
8	7,60	8,11	-0,51	-2,87	1,88	6,35	27,33	-1,53	
9	5,70	4,49	1,21	-1,66	1,74	5,37	26,12	-0,95	
10	7,40	9,06	-1,66	-3,32	1,73	4,93	25,49	-1,92	
11	4,00	11,04	-7,04	-10,35	2,49	11,31	46,99	-4,16	
12	3,30	6,02	-2,72	-13,08	2,52	10,82	51,42	-5,20	
13	4,50	3,13	1,37	-11,70	2,39	9,83	49,10	-4,90	
14	8,60	5,76	2,84	-8,87	2,43	9,65	47,49	-3,64	
15	8,30	6,89	1,41	-7,46	2,34	8,95	44,71	-3,19	
16	5,80	6,08	-0,28	-7,74	2,17	8,21	41,40	-3,57	
17	9,00	5,16	3,84	-3,90	2,30	8,71	41,49	-1,70	
18	13,10	10,58	2,52	-1,38	2,31	8,54	39,90	-0,60	
19	11,40	10,85	0,55	-0,83	2,20	8,00	37,56	-0,38	
20	9,20	8,38	0,82	-0,02	2,11	7,54	35,77	-0,01	
21		9,11							

CFE	-0,02
MAD	2,11
MSE	7,54
MAPE	35,77
Trk. Signal	-0,01
R-square	
	c=4
	Alpha=0,38
	Beta=0
	Gamma=0,54
	F(0)=-8,25
	T(0)=0
	S(1)=-0,50
	S(2)=-1,21
	S(3)=-1,31
	S(4)=-0,98

Źródło: Opracowanie własne w module FC.

Ryc. 16.14. Raport wyników (w dwóch fragmentach) z prognozowania y_1

Jak widzimy na rycynie 38.14. miara błędu RMSE, jako pierwiastek z MSE, wynosi 2,74, natomiast najlepiej dobrane parametry modelu Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną są następujące: $\alpha = 0,38$; $\beta = 0$; $\gamma = 0,54$.

Bardziej precyzyjne przyglądnięcie się szeregowi czasowemu zmiennej y_1 sugeruje nam przyjęcie w celach symulacyjnych cyklu sezonowości równemu 7 dla 21 obserwacji. Dalsze działanie jest analogiczne do przedstawionego wcześniej cyklu 4-ch obserwacji. W wyniku dość długiej komputerowej realizacji optymalizacji, moduł FC obliczył wygasłe prognozy dla okresów 8-21 oraz prognozę na okres 22, która wynosi 22. Odbiega ona znacznie od danej rzeczywistej $y_{22} = 7,2$. Miara MSE = 12,94, a więc RMSE wynosi 3,6, co wskazuje na lepsze dobranie wcześniejszego cyklu 4-ro okresowego.

Rozpatrzmy teraz prognozowanie zewnętrznych usług transportowych w oparciu o *wartość usług transportowych (y_2) dotyczących dystrybucji w zł*. Dane z kolejnych miesięcy roku 2015 i 2016 wyszczególniono w Tabeli 16.5.

Tab. 16.5. Szereg czasowy wartości usług transportowych (y_2)

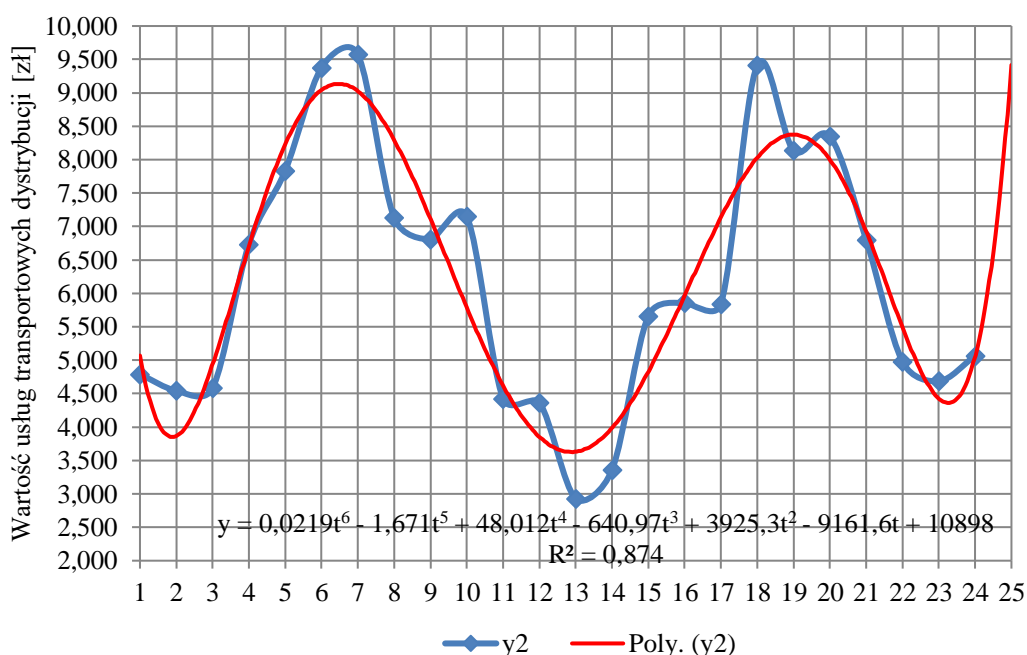
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
y_2	4	4	4	6	7	9	9	7	6	7	4	4	2	3	5	5	5	9	8	8	6	4	4	5
	78	54	58	73	83	37	57	13	81	15	42	36	92	35	66	86	84	41	13	34	80	97	68	06
	9	5	1	6	4	8	5	0	0	2	5	6	8	8	2	0	0	4	8	7	0	8	7	6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie – Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”)*, s. 64.

Podjmując wstępne badanie doboru trendu jednorównaniowego okazało się, że najlepsze dopasowania wykazuje wielomian szóstego stopnia, bowiem współczynnik determinacji $R^2 = 0,874$:

$$\hat{y} = 0,0219x^6 - 1,6711x^5 + 48,013x^4 - 640,98x^3 + 3925,4x^2 - 9161,8x + 10898.$$

Do wyznaczenia prognozy na okres 25. skorzystano z możliwości wyświetlania na wykresie Excela równania i ustalenia prognozy na okres $(n + 1)$ tj. 25. (zob. Rycina 16.15), która wynosi 9417 zł, a wartość danych rzeczywistych na styczeń 2017 roku była 8992 zł.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 38.5.

Ryc. 16.15. Porównanie danych empirycznych i modelu wielomianu 6. stopnia dla y_2

Analiza ułożenia się wartości obserwacji zmiennej y_2 wskazuje na możliwość doboru cyklu sezonowości równego 11 miesięcy. Weźmy zatem 22 okresy obserwacji, dla odmiany założmy 3 okresy prognozowania i zastosujmy również model HWM. Po procesie iteracyjnym minimalizacji miary błędów MSE uzyskujemy najlepsze dobranie parametrów α , β , γ a w efekcie końcowym raport o początkowym fragmencie zaprezentowanym na Rycinie 16.16.

07-12-2019 Month	Actual Data	Forecast by HWM	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	4789,0								
2	4545,0								
3	4581,0								
4	6736,0								
5	7834,0								
6	9378,0								
7	9575,0								
8	7130,0								
9	6810,0								
10	7152,0								
11	4425,0								
12	4366,0	4789,0	-423,0	-423,0	423,0	178929,0	9,7	-1,0	
13	2928,0	4336,2	-1408,2	-1831,2	915,6	1081044,0	28,9	-2,0	
14	3358,0	3632,5	-274,5	-2105,8	701,9	745813,9	22,0	-3,0	
15	5662,0	5131,4	530,6	-1575,2	659,1	629738,9	18,8	-2,4	0,4
16	5860,0	6288,7	-428,7	-2003,9	613,0	540554,9	16,5	-3,3	0,7
17	5840,0	7261,3	-1421,3	-3425,2	747,7	787145,5	17,8	-4,6	
18	9414,0	6659,2	2754,8	-670,5	1034,4	1758801,0	19,5	-0,6	0,4
19	8138,0	6025,5	2112,5	1442,1	1169,2	2096797,0	20,3	1,2	0,3
20	8347,0	6804,3	1542,7	2984,8	1210,7	2128270,0	20,1	2,5	0,3
21	6800,0	7988,5	-1188,5	1796,3	1208,5	2056692,0	19,8	1,5	0,4
22	4978,0	4560,2	417,8	2214,2	1136,6	1885591,0	18,8	1,9	0,5
23		5170,4							
24		4907,0							
25		4945,9							

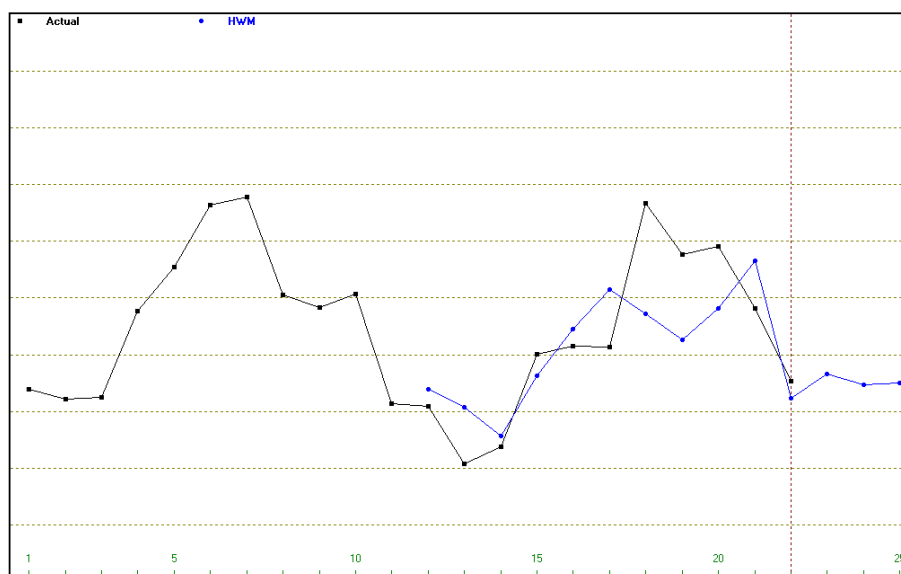
Źródło: Opracowanie własne w module FC.

Ryc. 16.16. Część początkowa raportu z procesu minimalizacji miary błędu MSE w prognozowaniu zmiennej y_2 przy cyklu sezonowości równym 11

Proponuje teraz porównać prognozy F z danymi rzeczywistymi y dla okresów 22-24 i zwrócić uwagę na prognozę na okres 25:

Okres	22	23	24	25
y	4978,0	4687,0	5066,0	-
F	4560,2	5170,4	4907,0	4945,9

W części dalszej raportu dotyczącej miar błędu oraz parametrów $\alpha = 0,52$, a β i γ równają się zero, natomiast $MSE = 1885591$, co odpowiada $RMSE = 1373$. Podano też współczynnik determinacji $R^2 = 0,5$, co wskazuje na słabe dopasowanie modelu do danych z obserwacji. Trzeba więc dalej poszukiwać lepszego dobrania cyklu sezonowości, co już dla nabrania wprawy korzystania z modułu FC pozostawia się Czytelnikowi. W menu nad raportem jest zakładka, której kliknięcie generuje wykres kształtowania się danych z obserwacji oraz prognoz, w naszym przykładzie dla okresów 12-25 (zob. Rycina 16.17). Jest też informacja o wartości średniej z 22. obserwacji równej 6302,091 i odchyleniu standardowym równym 1952,934.



Źródło: Opracowanie własne w module FC.

Ryc. 16.17. Dane rzeczywiste i modelowe zmiennej y_2

16.5. Zagadnienia

1. Prognozowanie w oparciu o szeregi czasowe
2. Cykliczność okresowa
3. Armatura budowlana
4. Metody ilościowe
5. Logistyka zaopatrzenia
6. Logistyka dystrybucji
7. Klasyfikacja ABC
8. Analiza Pareto
9. Rodzaje funkcji trendów
10. Zewnętrzne usługi transportowe

* * *

Pakiet WinQSB, moim zdaniem, stanowi sprawne narzędzie do adekwatnego doboru modelu do danych rzeczywistych z przeprowadzonych obserwacji, gdyż zawiera wiele metod prognozowania. Pozostaje nam jednak przeprowadzenie symulacji i optymalizacji parametrów równań poszczególnych modeli prognozowania zarówno jedno jak i wielorównaniowych.

Warto kontynuować niniejsze rozważania także w odniesieniu do grup zaopatrzenia materiałowego – w naszym przypadku odlewów, odkuwek i materiałów hutniczych. Jak już podano wcześniej zostały te grupy wyłonione w wyniku przeprowadzonej klasyfikacji ABC.

17. Promocja produktu i wizerunku firmy w Internecie^{352 353}

17.1. Korzystanie z domeny Google

Pretekstem do takiego tytułu wstępu była oferta firmy *Semahead* z Krakowa prezentująca swoje usługi zwane produktami na bazie współpracy z wirtualną domeną internetowa Google³⁵⁴. W szczegółowym zakresie usług wymieniono ich wiele o skróconych nazwach, z których tylko niektóre znane są szerszej społeczności, w tym studentom kierunku *Zarządzanie* na uczelni ekonomicznej. Było to bodźcem do wyszczególnienia ich opisów w dalszej części na bazie dostępnych informacji w Internecie, a zwłaszcza w encyklopedii Wikipedia.

*Google AdWords*³⁵⁵ stanowi system reklamowy Google pozwalający na wyświetlanie linków sponsorowanych w wynikach wyboru wyszukiwarki Google i na stronach współpracujących w ramach programu *Google AdSense*, sprzedawane w modelu CPC i CPM. Ustalanie modelu CPC wiąże się z pojęciem płatności za kliknięcie. Pozycja linku sponsorowanego ustalana jest na podstawie: wyniku jakości reklamy, maksymalnej stawki CPC (*cost per click*) ustalonej przez reklamodawcę. Skrót ten oznacza współczynnik efektywności reklamy; jest to stosunek kosztów włożonych w emisję reklamy do liczby kliknięć w daną reklamę³⁵⁶. Natomiast CPM (*Cost per thousand*, *M* jako rzymskie 1000) w reklamie internetowej jest to koszt 1000 wyświetleń jednostki reklamowej³⁵⁷. Wymieniony program *AdSense* stanowi serwis reklamowy Google, wyświetlający na stronach *www* kontekstowe reklamy tekstowe, bannery oraz reklamy wideo³⁵⁸. Według danych za rok 2010 reklama wygenerowała dla Google'a aż 97% przychodów firmy i przyniosła ponad 33 miliardów dolarów dochodu³⁵⁹. Są dwa główne sposoby tworzenia linku sponsorowanego *AdWords* wyświetlania reklamy, a mianowicie poprzez wybór: słów kluczowych, witryn internetowych.

Analityka internetowa to proces, który obejmuje gromadzenie danych, ich analizę, stawianie rekomendacji i podejmowanie działań. Wnioski i rekomendacje prowadzą do poprawy działania serwisu i pozwalają na podejmowanie skutecznych działań³⁶⁰. *Analytics*, czyli *Google Analytics*³⁶¹ jest internetowym narzędziem do analizy statystyk serwisów *www*, udostępnianym przez firmę Google. Obecnie system dostępny jest dla każdej osoby posiadającej konto w Google. Usługa jest darmowa dla użytkowników, których witryny są odwiedzane miesięcznie nie więcej niż 5 milionów razy. Jeśli użytkownik korzysta z usługi *Google AdWords* może być zwolniony z opłat bez limitu odsłon witryny. *Google Analytics* instalowany jest na stronie *www* przez wklejenie fragmentu kodu JavaScript. Główną funkcjonalnością tego narzędzia programistycznego jest między innymi generowanie 80 rodzajów raportów w zakresie ruchu internetowego, a także wskaźników konwersji i ROI. *Wskaźnik konwersji* (*conversion rate*), według słownika *email marketingu*³⁶² to jeden ze wskaźników efektywności komunikacji przy użyciu wiadomości *email*. Wyliczany jest jako procent liczby dokonanych zakupów po kliknięciu w linka wiadomości *email* w stosunku do liczby tych kliknięć. Skrót ROI (*return over investment*) oznacza zwrot z inwestycji i jest wskaźnikiem rentowności stosowanym w celu zmierzenia efektywności działania danej firmy niezależnie od struktury jego majątku czy czynników nadzwyczajnych³⁶³. Wskaźnik ROI wyrażony w procentach jest ilorazem (zysk operacyjny opodatkowany/całkowite nakłady inwestycyjne).

³⁵² Opracowanie bazuje na artykule autora zamieszczonym w monografii: *Priorytety społeczno-gospodarcze w kontekście zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2016, str: 138-148.

³⁵³ Artykuł bazuje na rozdziale 2.15 w książce autora: *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2016, strony: 471-486.

³⁵⁴ <http://semahead.pl/blog>, dostęp: 20.04.2016.

³⁵⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Google_AdWords, dostęp: 20.04.2016.

³⁵⁶ [https://pl.wikipedia.org/wiki/CPC_\(cost_per_click\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/CPC_(cost_per_click)), dostęp: 20.04.2016.

³⁵⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/CPM>, dostęp: 20.04.2016.

³⁵⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Google_AdSense, dostęp: 20.04.2016.

³⁵⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Stany_Zjednoczone, dostęp: 20.04.2016.

³⁶⁰ <http://www.conversion.pl/pl/analityka-internetowa/>, dostęp: 20.04.2016.

³⁶¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Google_Analytics, dostęp: 20.04.2016.

³⁶² <http://www.expertsender.pl/sloownik/wskaznik-konwersji>, dostęp: 20.04.2016.

³⁶³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/ROI>, dostęp: 20.04.2016.

Content Marketing (marketing treści) jest strategią polegającą na pozyskiwaniu internetowo klientów danej branży poprzez publikowanie przydatnych opisów w formie (artykuły, webinaria, evideo, podcasty, infografiki, poradniki, raporty) skierowanych do określonej grupy odbiorców³⁶⁴. Marketing tego typu zmierza do budowania wzajemnych trwałych relacji między zainteresowanymi stronami.

Do najpopularniejszych kanałów przekazu należą fora i media społecznościowe takie jak *Facebook*, *Twitter*, *LinkedIn*, *YouTube* oraz blogi branżowe. Podstawowym jednak celem tej formy marketingu jest optymalizacja stron firmowych pod kątem wyszukiwarek internetowych, czyli SEO (*Search Engine Optimization*).

Email Marketing wykorzystuje pocztę elektroniczną jako narzędzie komunikacji³⁶⁵. Obejmuje przede wszystkim tworzenie i rozbudowę baz adresów *e-mail*, zarządzanie tymi bazami oraz tworzenie schematów komunikacji wykorzystującej pocztę elektroniczną. Ten rodzaj marketingu w którym odbiorca komunikatów wyraża zgodę na ich otrzymywanie zmierza do lojalności konsumentkiej oraz pożądanego wizerunku firmy. Najpopularniejszymi narzędziami *e-mail marketingu* są: *newsletter* firmowy, biuletyn wewnętrzny, dzienniki elektroniczne, reklamy w wiadomościach *e-mail*. Wskaźnikami, które oceniają wyniki *e-mail marketingu* są: OR (*open rate*), CTR (*click-through rate*). Wskaźnik OR, czyli otwieralność pokazuje jaki procent użytkowników otworzyło wiadomość, natomiast CTR – jak już wspomniano, informuje jaki procent użytkowników, którzy otworzyli wiadomość, kliknęli w jej zawartość.

Optymalizacja konwersji zmierza do usprawnienia procesu konwersji, w zależności od przyjętej strategii marketingowej i oznacza wykonanie przez użytkownika określonego działania przykładowo rozpoczęcie procesu zakupu, pozostawienie danych kontaktowych, rejestracja w serwisie oraz przekonanie się do marki³⁶⁶. Tak więc wskaźnik procentowy (2-3%) konwersji osób odwiedzających jest zarazem wskaźnikiem skuteczności strony w Internecie.

Social media marketing to zjawisko polegające na generowaniu ruchu internetowego przy pomocy łatwo dostępnych serwisów społecznościowych³⁶⁷. Do promocji marki wykorzystuje się popularne portale społecznościowe i blogi. Skierowany jest do pożądanej grupy docelowej i charakteryzuje się stosunkowo niskimi kosztami procesu marketingowego.

Występują jeszcze inne kategorie działań w marketingu internetowym oferowane przez różne firmy specjalizujące się w tej tematyce. Powróćmy jeszcze do oferty firmy Semahead³⁶⁸, której zdaniem pozycjonowanie i optymalizacja SEO to długotrwała inwestycja i ciągłe odkrywanie potencjału sprzedażowego. Korzystanie według odpowiedniej metody z wyszukiwarki Google i płacenie tylko małego procentu od wzrostu przychodów ze sprzedaży wyrobów i usług opłaca się stronom zawieranych transakcji zakupowych. Wyniki sprzedażowe uzyskuje się dzięki okresowo przeprowadzanej kampanii reklamowej poprawiającej markę danej firmy na forum internetowym. Elementem uzupełniającym kampanii reklamowych są kreacje graficzne i prezentacje wideo.

Obszarem działalności nowoczesnego marketingu jest także analityka internetowa stosująca metody ilościowe do bieżącej oceny efektów pracy firmy i ich dalszego poprawiania. W tym celu oferowany jest *Audyt Google Analytics*, generowane są raporty niestandardowe i raporty B2B. Rezultatem prac analitycznych jest optymalizacja współczynnika konwersji. Warto obserwować wyniki analityki oraz wpływ działań internetowych na wzrost przychodów. Obecne czasy z Internetem (*World Wide Web*) i dużą konkurencją wymagają stałego dokształcania się w obszarze stosowania współczesnych narzędzi poprawiających na rynku wizerunek przedsiębiorstwa oraz promujących w sposób obszerny jego produkty i usługi. Z tego względu wskazane jest aktywne uczestnictwo w szkoleniach: SEO dla IT, redakcji, marketingu i sprzedaży, *Google Adwords*, *Google Analytics*, a także śledzenie raportów konkurencji w danej branży. Możemy jednak określić *marketing internetowy*, służący do przesłania informacji marketingowej i pozyskania klientów, jako

³⁶⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Content_marketing, dostęp: 21.04.2016.

³⁶⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/E-mail_marketing, dostęp: 21.04.2016.

³⁶⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Landing_page, dostęp: 21.04.2016.

³⁶⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Social_media_marketing, dostęp: 21.04.2016.

³⁶⁸ <http://semahead.pl/produkty>, op.cit.

inną formę marketingu tradycyjnego z wykorzystaniem nowoczesnej technologii informacyjnej i telekomunikacyjnej³⁶⁹.

Początkowo reklama w Internecie przyjmowała formę tzw. *mailingu*, czyli wysyłania reklam tekstowych za pomocą poczty elektronicznej. Gdy powstała przeglądarka internetowa z funkcją zapisywania także grafiki, reklamodawcy mogli dotrzeć do większej liczby odbiorców. Dopiero schyłek XX wieku zapoczątkował korzystanie z sieci globalnej Internet.

17.2. Porady marketerów internetowych

Obecnie coraz więcej małych firm oferuje, że potrafi skutecznie przeprowadzać akcje reklamowe *online* korzystając z mediów w globalnej sieci Internet. Przykładem jest oferta Dawida Wydry *Skuteczne strategie reklamowe*³⁷⁰ proponująca między innymi działania:

- umieszczenie reklamy w wyszukiwarce Google i w sieci reklamowej;
- przeprowadzenie kampanii produktowej oraz reklamy mobilnej oraz wideo;
- wykonanie analizy danych według zasad *Google Analytics*,
- prowadzenie reklamy na Facebooku i LinkedIn.

Facebook jest serwisem społecznościowym, w ramach którego zarejestrowani użytkownicy mogą tworzyć sieci i grupy, dzielić się wiadomościami i zdjęciami oraz korzystać z aplikacji³⁷¹. Projekt był początkowo przeznaczony dla uczniów szkół średnich i studentów szkół wyższych. Jego głównym młodym autorem jest Mark Zuckerberg. Warto nadmienić, że w roku 2009 serwis zatrudniał około 1000 pracowników a planowane przychody przekraczały 150 mln USD. We tym też roku *Facebook* zaczął pokrywać swoje koszty operacyjne oraz inwestycje w nowe serwery. Portal *LinkedIn* stanowi międzynarodowy serwis społecznościowy, specjalizujący się w kontaktach zawodowo-biznesowych³⁷². Uruchomiony został 2003 roku, a 2011 roku portal ten miał już 135 milionów użytkowników w ponad 200 krajach. Od roku 2012 *LinkedIn* dostępny jest w również w języku polskim.

Warto sięgnąć po książkę Dawida Wydry pt. *Reklama Google AdWords w praktyce*, która zawiera praktyczne wskazówki prowadzenia kampanii reklamowej poprzez wyszukiwarkę Google. Kampaniom e-marketingowym prowadzonym w sieci internetowej poświęcona jest publikacja firmy *Ideo* zamieszczona na stronie o początku: <http://www.ideo.pl/>³⁷³. W opisie podkreśla się znaczenie jakie ma znajomość zasad funkcjonowania mechanizmów reklamy internetowej. Zaznaczono, że zbudowanie tylko strony *www* w sieci nie przyczynia się od razu do sukcesu danej firmy w Internecie. Serwis firmowy jako specyficzny produkt wymaga także wypromowania, przy zastosowaniu odpowiedniej strategii, z zastosowaniem potencjalnie skutecznych narzędzi e-marketingowych. Dobór tych narzędzi zależy od celu, rodzaju produktu, grupy odbiorców do których jest adresowana oferta oraz budżetu na akcję promocyjną. Podstawą jednak działań marketingowych w Internecie jest strona *www*. W kolejnym kroku następuje pozycjonowanie i reklama w wyszukiwarkach, a gdy wypracowana zostaje dobra pozycja firmy w wyszukiwarkach to następuje rozwinięcie w sieci kampanii zasięgowej. Przeprowadzenie kampanii *e-marketingowej* ma na celu osiągnięcie przewagi konkurencyjnej na rynku danej branży. Uzupełnieniem akcji internetowych są prezentacje multimedialne w obiekcie firmy.

Rozbudowany o wiele przydatnych funkcji dla twórców i marketerów serwis *YouTube* jest popularnym medium w branży marketingu³⁷⁴. Umożliwia on bezpłatne umieszczanie, odtwarzanie strumieniowe, ocenianie i komentowanie filmów. Serwis używa technologii HTML5 i FLV do wyświetlania filmów zamieszczonych przez użytkowników, w tym głównie prywatnych, ale są też i firmy np. Columbia Broadcasting System, BBC, Universal Music Group, Polska Agencja

³⁶⁹ Marketing internetowy https://pl.wikipedia.org/wiki/Marketing_internetowy, dostęp: 21.04.2016.

³⁷⁰ http://www.vole.pl/?gclid=CjwKEAiA8qG1BRDz0tmK0pufw3QJSJACfn6ol_WkO-Xsmygnkh4L8InZ62kCR-XUC7daVeDM3G-RwjBoC8tPw_wcB, dostęp: 21.04.2016.

³⁷¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Facebook>, dostęp: 22.04.2016.

³⁷² <https://pl.wikipedia.org/wiki/LinkedIn>, dostęp: 22.04.2016.

³⁷³ http://www.ideo.pl/emarketing/kampanie-marketingowe/?gclid=CjwKEAiA8qG1BRDz0tmK0pufw3QJSJACfn6ol_UwvJo7JBQ2RtElnbfagRBVGRCzE7iI_ld16UAAt0XBoc1kfw_wcB, dostęp: 22.04.2016.

³⁷⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/YouTube>, dostęp: 22.04.2016.

Prasowa, Grupa TVN, CD Projekt i inne instytucje. Profile kont zarejestrowanych użytkowników są określane jako „kanały”. Na stronach serwisu wyświetlane są też reklamy. Przedstawienie grup funkcji serwisu *YouTube* występuje w artykule internetowym Macieja Wróblewskiego „8 funkcji *YouTube*, których nie znałeś”³⁷⁵, wymieńmy je zatem:

Audio Library. Opracowana została jako bezpłatnie dostępna obszerna bibliotekę utworów muzycznych i efektów dźwiękowych, które można wykorzystać w filmach publikowanych na *YouTube* i przy tym zarabiać na dołączonych przez siebie reklamach. Biblioteka audio jest dostępna pod linkiem www.youtube.com/audiolibrary³⁷⁶.

Domyślne ustawienia przesyłania. Dostarczając film do *YouTube* zasadniczo podajemy jego metadane, a w ramach nich ustawienia reklam i upublicznienie statystyk. Istnieje jednak możliwość ustawienia domyślnego opisu według szablonu używanego na swoim kanale oraz opcji pod linkiem: www.youtube.com/upload_defaults.

Automatyczna moderacja komentarzy. System moderacji komentarzy na *YouTube* ma na celu automatyczne ukrywanie słów delikatnie mówiąc niewłaściwych. Mamy w tym względzie dostęp do linku: www.youtube.com/comment_management³⁷⁷. Alternatywnym rozwiązaniem jest skorzystanie z menu: *Studio twórców* > *Zakładka Społeczność* > *Ustawienia społeczności*. *Link do wybranego momentu filmu* W tym celu korzystamy z opcji *Kopiuuj url bieżącego momentu* – wybranej sekundy odtwarzania. *Link do subskrypcji* Wejście do budowanej społeczności subskrybentów następuje poprzez dołączenie do adresu url swojego kanału wyrażenia “?sub_confirmation=1”. Aby internauta zauważył opracowany przez nas nowy film możemy go zachęcić przez włączenie funkcji *otrzymuj wszystkie powiadomienia*³⁷⁸. Kolejna funkcja *Publiczne statystyki* możliwa jest do wywołania pod filmem przyciskiem *więcej*, a następnie *statystyki*, oczywiście wtedy, gdy my jako twórcy nie zaznaczymy wcześniej opcji *pokaż publiczne statystyki filmów*. W *Google Analytics* dla uzyskania jakościowo wyższych raportów statystycznych istnieje możliwość połączenia naszego konta z tą aplikacją raportowania ruchu źródeł internetowego.

Zagadnienie metod marketingu internetowego jest też prowadzone w formie studiów podyplomowych przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Katowicach. Informację o tym znajdujemy w Internecie³⁷⁹. Studia prowadzone są pod patronatem Związku Pracodawców Branży Internetowej IAB Polska mającego na celu szerokie upowszechnianie Internetu. Program nauczania opracowano z myślą o obecnych i przyszłych menadżerach, grafikach i informatykach. Wykłady prowadzone są ze stałym dostępem do sieci i oprogramowania typu: *Photoshop* oraz *Axure RP PRO*. Studenci korzystać mogą również z profesjonalnego studio foto-wideo.

Spójrzmy jeszcze do artykułu internetowego Karoliny Gnat *Skuteczna reklama i marketing internetowy – kompletne vademecum dla firm*³⁸⁰. Autorka uważa, że monitoring mediów komentowany w Internecie stanowi ocenę obecności w tej sieci. Bezpośrednie włączanie się do dyskusji na temat oferowanych produktów wspiera obsługę klienta i uwiarygadnia funkcjonalność produktów. Pozwala wyłonić grupę testerów zwłaszcza nowego wyrobu. Warto wyłonić liderów pozytywnych opinii marki wyrobów w sieci, gdyż 70% konsumentów ufa rekomendacjom innych klientów zamieszczonym na łamach stron internetowych³⁸¹. Monitoringiem należy objąć frazy dotyczące danego produktu oraz firmy. Należy pilnie obserwować wyniki konkurencji i ich sposoby działania w sieci internetowej. Warto skupić swoją uwagę na bezpłatnych sposobach budowania zasięgu korzystając również z takich kanałów komunikacji jak serwis na stronie www, fora społecznościowe, czy też wspomniany już wcześniej monitoring wypowiedzi klientów.

Internauci czytają zazwyczaj pierwsze strony zestawienia stron, zatem – tak się wydaje – zajmowanie możliwie najwyższych pozycji jest podstawowym celem procesu pozycjonowania

³⁷⁵ <http://sprawnymarketing.pl/funkcje-youtube/#ixzz3yWb74iZw>, dostęp: 22.04.2016.

³⁷⁶ <https://www.youtube.com/audiolibrary/music>, 22.04.2016.

³⁷⁷ Ibidem.

³⁷⁸ Ibidem.

³⁷⁹ <http://marketinginternetowy.agh.edu.pl/> Studia rekomendowane przez IAB Polska, dostęp: 22.04.2016.

³⁸⁰ <http://freshmail.pl/blog/skuteczna-reklama-i-marketing-internetowy-kompletne-vademecum-dla-firm/>,
dostęp: 22.04.2016.

³⁸¹ Ibidem.

przez określoną wyszukiwarę np. Google. W dążności do tego celu wymyślno różne algorytmy. Kiedyś dominowało pozyskiwanie możliwie maksymalnej liczby linków do danej strony użytkownika, lecz teraz bierze się pod uwagę również źródła pochodzenia tych linków oraz jakość treści przyciągającej wirtualnych Czytelników. Wspomniana już autorka tekstu wysuwa rady dotyczące formułowanej treści budowanej własnej strony www, a mianowicie:

- odpowiadający użytkownikowi *content*, obejmujący także graficzne autorskie elementy poza treściowe;
- ładny układ strony i linki wewnętrzne;
- miejsce na wzmianki od korzystających ze strony;
- dobrze skonstruowane linki zewnętrzne kierujące do własnej strony;
- statystyka aktywności internautów w obrębie danej strony.

Szeroko pojęte działania SEO prowadzone są pod kątem efektywnego budowania zasięgu w sieci. Stająca się faktem powszechność urządzeń mobilnych wywołuje masowe korzystanie z wyszukiwań z takich urządzeń jak laptopy, tablety, smartphony czy też komórki. Jednak w przypadku telefonów najszybciej obsługiwane są biznesy lokalne.

Wspomnijmy tu jeszcze o takiej usłudze jak Google – *Business View*, która pozwala na udostępnianie zdjęć wewnątrz np. lokalu restauracyjnego. Odpowiednie pokazanie klientom własnej strony i umiejscowienie firmy umożliwia aplikacja *API Map Google*³⁸². Pozwala ona na generowanie map terenowych i satelitarnych na stronach internetowych z wykorzystaniem prostych skryptów Java Script (*js*). Zaawansowane oprogramowanie *Google Maps API* daje możliwość nanoszenia na mapy własnych markerów, figur oraz dodatkowych okien informacyjnych. Natomiast skrypty *js* to mini programy wzbogacające stronę o elementy aktywne i nowe funkcje, pisane najczęściej w języku JavaScript³⁸³ uruchomianym w przeglądarce użytkownika, a nie tylko na serwerze. Zaleca się wklejenie kodu danego skryptu na własnej stronie internetowej korzystając z edytora HTML. Możemy też skorzystać z *Google Street View*³⁸⁴. Program ten umożliwia opracowanie wirtualnych spacerów po obiektach w technologii *Street View* (GSV) znanej z *Map Google*. Proponuję zaglądnąć do stron www.seeinside.it oraz www.360bview.com, aby zobaczyć darmowe przykłady obiektów prezentowane przez Google.

Warto budować bazę mailingową, aby prowadzić w procesie marketingowym rozległą komunikację *online*, dla przyciągnięcia nowych odbiorców oferowanych towarów lub usług. Pozwala to na zwiększenie zasięgu kampanii do tworzenia relacji z klientami, skutkujące uzyskaniem dobrych efektów sprzedażowych. Do prowadzenia *email marketingu* stosowany jest tu system *FreshMail*. W ofercie tego programu czytamy, że wystarczy skorzystać z jednego z dziesiątek szablonów, uzupełnić go własną treścią i już można przystąpić do pozyskiwania nowych klientów³⁸⁵. Obszerniejsze porady dotyczące prowadzenia nowoczesnego marketingu spotykamy w artykułach zamieszczonych na stronie www.freshmail.pl/blog³⁸⁶. Ten rodzaj marketingu umożliwia prowadzenie szybkiej i skutecznej działalności marketingowej poprzez inicjowanie kampanii różnymi sposobami. Spotykamy tu takie pojęcia jak *autorespondery* i MMS. *Autoresponder* to program lub opcja w programie służąca do automatycznego odpowiadania rozmówcy w formie wiadomości o z góry ustalonej treści³⁸⁷. Obecnie program ten został rozbudowany do systemu obsługującego klientów i umożliwia ankietowanie, segregowanie kontaktów oraz prowadzenie statystyki ruchu transakcji. MMS (*Multimedia Messaging Service*) to usługa wiadomości multimedialnych³⁸⁸. Oparcie się tylko na ofercie *online* jest niewystarczające. W realizacji reklamy musimy uwzględniać tradycyjne formy jak i internetowe wsparcie, aby nasz serwis produktowy znalazł zwolenników i propagatorów.

³⁸² <http://web4you.com.pl/google-maps-api>, dostęp: 22.04.2016.

³⁸³ <http://szablony.freeware.info.pl/skrypty.html>, dostęp: 22.04.2016.

³⁸⁴ <http://bv360.pl/>, dostęp: 22.04.2016.

³⁸⁵ <https://home.pl/dodatki/freshmail>, dostęp: 22.04.2016.

³⁸⁶ <http://freshmail.pl/funkcjonalnosc/tworz-wiadomosci/>, dostęp: 22.04.2016.

³⁸⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Autoresponder>, dostęp: 22.04.2016.

³⁸⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/MMS>, dostęp: 22.04.2016.

Rozpowszechnienie się Internetu wywołało swoistą rewolucję w branży reklamowej. Zagadnienie marketingu internetowego stało się popularne, a świadczą o tym liczne publikacje internetowe – o niektórych już wspomniałem oraz pojawiające się wydania książkowe. Godna uwagi w tym względzie jest notatka Agencji reklamowej Content Plate pt. *Content Plate – skuteczny marketing internetowy*³⁸⁹. Masowość korzystających z Internetu sprawia, że, nie wystarczy tylko być w wyszukiwarkach, ale aby dana firma i jej reklamy były dobrze widoczne w sieci, zachodzi potrzeba nawiązania kontaktu z potencjalnymi klientami. Oferuje się więc profesjonalne usługi łączące w sobie zastosowanie różnorodnych form marketingu internetowego z najbardziej nowoczesnymi rozwiązaniami technologicznymi. Dotarcie bezpośrednio do odbiorcy treści reklamowych jest pomostem do formułowania dobrego wizerunku marki. Kompleksowe usługi z zakresu marketingu internetowego zawierają takie działania jak marketing w *social media* ze szczególnym wykorzystaniem *facebooka*, marketing w blogosferze czy profesjonalna reklama sklepu internetowego.

17.3. Studia specjalistyczne i dalsze publikacje internetowe

Wydział Informatyki Politechniki Białostockiej oferuje studia podyplomowe na specjalności *Marketing internetowy*³⁹⁰. W ofercie tych studiów przedstawiono przestrzeń podstawowych działalności internetowych jakie występują w ciągu minuty. Tak więc serwer Google wykonuje miliony wyszukiwań, Amazon sprzedaje za 100 tys. USD, wysłanych jest ponad 200 mln. e-mail, a na *Facebooku* pojawia się ponad 50 tys. nowych wpisów. Internet jest nie tylko oblegany przez indywidualnych internautów, lecz stał się również platformą prowadzenia coraz bardziej intratnego biznesu. Poruszanie się w licznych rodzajach mediów wymaga coraz bardziej specjalistycznej wiedzy zdobywanej na studiach z profesjonalnymi wykładowcami z agencji interaktywnych np. *Infinity Group*³⁹¹. Agencja ta wdraża zaawansowane aplikacje w zakresie: *web content management*, *digital marketing*, *e-commerce*, *intranet / extranet*. Wymieniony tu marketing cyfrowy (*digital marketing*³⁹²) to dziedzina marketingu polegająca na wykorzystaniu mediów cyfrowych (np. telewizji, radia, Internetu, telefonii komórkowej) w celu dotarcia do określonych grup docelowych. Warto też czytać magazyny poświęcone nowym mediom np. *Brief – magazyn marketingu i sprzedaży*³⁹³. Na stronie: <http://www.marketinginternetowy.com.pl/> występuje zachęta do przeczytania *Raportu dotyczącego trendów ehandlu 2015*. Raport został opracowany przez *Magazyn dla Managerów i Specjalistów Sprzedaży Nowy Handel* i stanowi rodzaj blogu o *e-marketingu*, internecie, pozycjonowaniu i optymalizacji stron. Zdaniem autora notatki zawartej na wymienionej stronie konwergencja branży finansowej, logistycznej, handlowej i nowych technologii umożliwia wprowadzanie nowych modeli biznesowych oraz usług poprawiających tzw. *Doświadczenie Klienta (Customer Experience – CX)*³⁹⁴. CX jest produktem interakcji pomiędzy organizacją a klientem, w czasie trwania ich związku sprowadzające się do korzystania z dalszych usług. Trzeba dodać, że najbardziej na rynku internetowym korzystają innowatorzy nowych narzędzi dostępu do potencjalnego klienta.

Content Marketing (marketing oparty o interesujące klienta teksty) zdaniem firmy FusioSystem stanowi najskuteczniejsze narzędzie do zwiększenia sprzedaży w Internecie³⁹⁵. Oprócz dobrej jakości tekstów niezbędne jest korzystanie z platformy programowej *Marketing Automation* umożliwiającej korzystne dla klienta pozycjonowanie stron, zarabianie na domenach oraz stosowanie specjalnych narzędzi służących do usprawnienia procesów sprzedażowych³⁹⁶. Może to ułatwić prowadzenie kampanii reklamowych. W tym względzie godne uwagi jest automatyczne

³⁸⁹ <http://www.contentplate.com/oferta/>, dostęp: 23.04.2016.

³⁹⁰ <http://wi.pb.edu.pl/podyplomowe/marketing-internetowy/>, dostęp: 23.04.2016.

³⁹¹ <http://www.infinity-group.pl/technologie>, dostęp: 23.04.2016.

³⁹² https://pl.wikipedia.org/wiki/Marketing_cyfrowy, dostęp: 24.04.2016.

³⁹³ http://www.kiosk24.pl/prenumerata/brief_pierwszy_magazyn_marketingu_i_sprzedazy.html, dostęp: 25.04.2016.

³⁹⁴ https://translate.google.pl/translate?hl=pl&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Customer_experience&prev=search, dostęp: 25.04.2016.

³⁹⁵ <http://fusionsystem.pl/>, dostęp: 25.04.2016.

³⁹⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Automatyzacja_marketingu, dostęp: 25.04.2016.

gromadzenie i przetwarzanie informacji, dotyczących potencjalnych konsumentów, zamiast wykonywanych często czynności manualnych wprowadzania danych w zakresie: zainteresowań konsumenta, czynników demograficznych, czynności na stronie internetowej.

Oprogramowanie *Marketing Automation* identyfikuje potencjalnych klientów, tworzy bazę danych a następnie kieruje do nich odpowiedni przekaz marketingowy. Ponadto jest możliwość automatycznego przygotowania ofert do grup klientów drogą e-mailową. Zdaniem producenta tego programu występuje jego zintegrowanie z następującymi aplikacjami: CRM (systemem zarządzania relacjami z klientami), narzędziami do *email marketingu*, systemem zintegrowanym klasy ERP. Niezależnie od wymienionych funkcjonalności platforma *Marketing Automation* automatyzuje tworzenie i zarządzanie stronami *www*. Ułatwia rejestrację i przechwytywanie domen, szablonów stron oraz publikowanie treści. Prowadzi obserwacje ruchu na danej stronie *www*, a ponadto może pracować w *rozproszonej sieci hostingowej* i *zintegrowanej sieci copywriterów*. *Sieć hostingowa* tzw. *hosting*³⁹⁷ oparty jest na kilku serwerach. *Hosting* może być dedykowany określonej grupie użytkowników, chociaż powszechnie stosowane są sieci ogólnie dostępne. Przykładem jest korzystanie z sieci serwerów do przeglądania stron *www*, oferowanych serwisom internetowym w ramach usług hostingowych. Najczęściej jednak *hosting* wiąże się z udostępnieniem przez firmy hostingowe serwerów sieciowych, na których możemy umieścić różnego rodzaju treści. Pojawiło się tu pojęcie *copywriter* (CW)³⁹⁸, które odnosi się do pomysłodawcy, czyli autora tekstów i sloganów reklamowych. Taka osoba bierze udział procesie kreacji, zaczynając od ustalenia treści graficznego motywu ogłoszenia czy ulotki, poprzez tworzenie tekstów, pisanie scenariuszy filmów reklamowych, spotów radiowych oraz wyszukiwanie muzyki do reklam. Wymagana jest od *copywritera* znajomość zasad komunikacji masowej oraz wiedza o zachowaniu konsumenta.

W fali publikacji internetowych na temat prowadzenia biznesu poprzez Internet spotkałem wpis reklamujący książkę Wydawnictwa Poltext: autorów Kępiński Łukasz, Kordecki Marcin, Sałkowski Damian, Sztubecki Kamil pt. *Marketing internetowy. Nowe możliwości, nowi klienci, nowe rynki*³⁹⁹. Przedstawiono w niej nowe trendy, metody i działania w globalnej sieci Internet. Autorzy dzielą się w niej własnymi doświadczeniami z pracy jako *digitals native* (*cyfrowi tubylcy*)⁴⁰⁰. Określenie to dotyczy internautów, przeważnie około 25. roku życia, którzy zamiast tekstu wolą grafikę, szybko pochłaniają informacje i mają umiejętność tzw. "przetwarzania wielowątkowego". W tej grupie wiekowej aż 80% osób jest zagubionych bez dostępu do Internetu⁴⁰¹.

Poszukiwaną, chociaż już nie najnowszą co do metod, jest pozycja książkowa *Marketing internetowy w wyszukiwarkach*, autorstwa Tomasza Frontczaka wydana przez Onepress⁴⁰². Coraz bardziej wzrasta rola Internetu jako medium promowania produktów oraz kreowania wizerunku danej firmy. Przyzwyczajamy się do zakupów internetowych. Medium to staje się często stosowanym narzędziem marketingowym. Zdaniem autora wspomnianej książki strona *www* musi być odpowiednio przygotowana oraz lansowana, aby znalazła się na dobrej pozycji w gąszczu adresów zwracanych przez wyszukiwarki bazujące na sieci internetowej. Rzecz w tym, aby była jak najwyżej w generowanym automatycznie raporcie przez robot jakim jest oprogramowanie wyszukiwarki. Wyszukiwarka bowiem pracuje według określonego i okresowo zmienianego mechanizmu indeksującego dla pobrania adekwatnych adresów do zadanych przez internautę słów kluczowych. Pytanie jak sprytnie „wykołować” ten mechanizm, aby strony klientów danej firmy

³⁹⁷ <http://www.komputerswiat.pl/jak-to-dziala/2015/06/hosting.aspx>, pobrano: 25.04.2016.

³⁹⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Copywriter>, dostęp: 25.04.2015.

³⁹⁹ http://www.empik.com/marketing-internetowy-nowe-mozliwosci-nowi-klienci-nowe-ryniki-kepinski-lukasz-kordowski-marcin-salkowski-damian-sztubecki-kamil,p1110436644,ksiazka-p?gclid=Cj0KEQiAlae1BRCU2qaz2_t9IIBEiQAKRGDVL8IIAR9IWQylh5gu36917qwcbxVakPVr6mXrz7GVQaAg_p8P8HAQ&gclsrc=aw.ds, dostęp: 25.04.2016.

⁴⁰⁰ http://technologie.gazeta.pl/internet/1,104530,12772537,Kolejne_badania_potwierdzaja_nadeszlo_pokolenie_Digital.html, dostęp: 25.04.2016.

⁴⁰¹ Ibidem.

⁴⁰² <http://helion.pl/ksiazki/marketing-internetowy-w-wyszukiwarkach-tomasz-frontczak,markwy.htm>, dostęp: 25.04.2016.

pozycjonierskiej znalazły się na pierwszych stronach raportu zaprzęta stale myślenie informatyków w nich pracujących. Trzeba traktować reklamę internetową jako pewien rodzaj inwestycji w firmie, czy też instytucji, a nawet dla osoby prywatnej. Warto więc w gronie specjalistów prowadzić forum internetowe dla wymiany pomysłów na temat prowadzenia sprawnego marketingu internetowego. Dla poszerzenia swojej wiedzy w zakresie problematyki prowadzenia marketingu internetowego skorzystajmy jeszcze z pozycji książkowych: Damiana Sałkowskiego *Twoja firma w Google, czyli jak przeprowadzić skuteczną kampanię reklamowa AdWords*⁴⁰³, Anastasji Holdren *Google AdWords. Skuteczna kampania reklamowa w Internecie*⁴⁰⁴.

W obu pozycjach książkowych wymieniona jest firma hostingowa Google, która dostarczyła reklamodawcom rozbudowany i stosunkowo prosty w obsłudze system informatyczny Google AdWords. Pozwala to użytkownikowi skonfigurować i uruchomić kampanię reklamową dla swojej strony internetowej. Książka Google AdWords podaje podstawowe zasady korzystania z programu o tej nazwie stanowi rodzaj poradnika poruszania się po funkcjonalności tej aplikacji. W książce *E-marketing* podano wskazówki i wnioski z pracy nad projektami wielu doświadczonych praktyków branży interaktywnej⁴⁰⁵. Dzięki takiemu podzieleniu się praktycznymi spostrzeżeniami marketerów poznajemy współczesne trendy w marketingu internetowym. Można powiedzieć, że wskazuje to nam drogę do szukania inspiracji w nowych technologiach, aby nasze inwestowanie było skuteczne.

17.4. Zagadnienia

1. Wizerunek firmy
2. Domena Google
3. System reklamowy Google AdWords
4. Analityka internetowa
5. Kanały przekazu
6. Media społecznościowe
7. SEO dla IT
8. Marketer internetowy
9. Ocena treści
10. Hosting

* * *

Skuteczne promowanie produktów jak i rozległe „nagłaśnianie” naszej działalności lub prezentowanie wizerunku firm stało się obecnie koniecznością wobec masowej inwazji internautów i zasypywaniu nas wieloma informacjami. Dopracowano się w tym względzie wspomagających aplikacji programowych.

Poruszanie się w nowoczesnych technologiach informacyjnych przyszłych potencjalnych analityków oraz projektantów, wyłanianych na studiach ekonomicznych, czy też technicznych z grona fascynatów technik internetowych, napotyka na barierę poznawczą związaną z terminologią oraz metodami stosowanych w szeroko pojętym marketingu internetowym. Mam jednak nadzieję, że niniejsza część opracowania przybliżyła nieco te zagadnienia.

⁴⁰³ Sałkowski D., *Twoja firma w Google, czyli jak przeprowadzić skuteczną kampanię AdWords*, <http://www.empik.com/twoja-firma-w-google-czyli-jak-przeprowadzic-skuteczna-kampanie-adwords-salkowski-damian,p1114438729,ksiazka-p>, dostęp: 25.04.2016.

⁴⁰⁴ *Google AdWords. Skuteczna kampania reklamowa w Internecie*, <http://www.empik.com/google-adwords-skuteczna-kampania-reklamowa-w-internecie-holdren-anastasia,p1049057626,ksiazka-p>, dostęp: 25.04.2016.

⁴⁰⁵ Królewski J., Sala P.(red.), *E-marketing*, Wydawnictwo Naukowe PWN, <http://emarketing.pwn.pl/>, dostęp: 25.04.2016.

18. Symulacja biznesowa⁴⁰⁶

18.1. Słowo wstępne

Poznanie tylko postępowania związanego z budową systemów informatycznych zarządzania dedykowanych, jak i sposoby przystosowania aplikacji standardowych do potrzeb obiektów jest nie wystarczająca umiejętnością w realizacji zleceń inwestorów. Warto zainteresować się płaszczyzną programów pomyślanych przede wszystkim jako platforma testowania różnych funkcjonalności procesu zarządzania lub też wyboru najlepszego wariantu decyzyjnego. Poznanie tej klasy systemów komercyjnych i nie tylko pozwoli zaprojektować własny system symulacji biznesowej służący produkcji jak i sprzedaży towarów.

Zaprezentowane zostaną teraz różne rozwiązania informatyczne sygnalizowane w Internecie. Nastąpi także nawiązanie do nielicznej literatury z obszaru symulacji biznesowej opublikowanej w formie książkowej oferowanej w sieci internetowej. Na początek zapoznajmy się jednak z definicją symulacji komputerowej. Ten rodzaj symulacji wykorzystuje model matematyczny, zapisany w postaci programu komputerowego. Techniki symulacyjne są szczególnie przydatne tam, gdzie analityczne wyznaczenie rozwiązania byłoby zbyt pracochłonne, a niekiedy nawet niemożliwe, co często ma miejsce w systemach złożonych⁴⁰⁷. Symulacje komputerowe można podzielić ze względu na: przewidywanie zdarzeń (stochastyczne, deterministyczne); sposób upływu czasu (z czasem ciągłym, z czasem dyskretnym); formę danych wejściowych (statyczne, dynamiczne); liczbę użytych komputerów (lokalne, rozproszone).

Opracowano specjalne narzędzia, w tym języki programowania przeznaczone do wykonywania symulacji komputerowych, a mianowicie: język programowania GPSS, Crystal Ball, @Risk, Arena, SciLab. Jednym z języków programowania jest także *ModSim* oparty na Microsoft Visual C++ w wersji 1.5. Posiada on mechanizmy do przeprowadzania zaawansowanych symulacji m.in. monitory i generatory liczb losowych. Możliwe jest też wizualizowanie w czasie rzeczywistym zachodzących procesów za pomocą np. wektorowych funkcji rysujących. Często stosowanym bezpłatnym językiem programowania o opracowanych bibliotekach jest Python.

18.2. Stosowane aplikacje w zakresie symulacji biznesowej

Występuje duża różnorodność programów komputerowych umożliwiających symulacje procesów oraz decyzji biznesowych. Często wymienianym jest *Marketplace*, który naśladuje konkurencyjny rynek⁴⁰⁸. Fragment jego oferty zamieszczono na Rycinie 18.1. Dystrybutorem omawianej publikacji w Polsce jest firma: *iSpace Simulation* w Krakowie.



Źródło: <http://pl.marketplace-simulation.com/>.

Ryc. 18.1. Menu główne programu Marketplace

Ćwiczenie symulacyjne z *Marketplace* umożliwia zdobywanie doświadczenia przy podejmowaniu decyzji biznesowych poprzez analizę rynku i formułowanie oraz zarządzanie strategią. Program umożliwia obserwację rezultatów wykonanych przez nas działań. Nie tylko jako uczestnicy symulacji zdobywamy wprawę w wyborze decyzji, ale także pozyskujemy niezbędną wiedzę z obszaru marketingu i zarządzania. Aplikacja o pełnej nazwie *Symulacja Biznesowa*

⁴⁰⁶ Opracowanie bazuje na artykule autora zamieszczonym w monografii: *Rola informacji i nowych technologii*, Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku, Berdyansk 2016, strony: 197-208.

⁴⁰⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Symulacja_komputerowa, dostęp: 1.04.2016.

⁴⁰⁸ <http://pl.marketplace-simulation.com/>, dostęp: 1.04.2016.

Marketplace, zwana w skrócie *Marketplace* wyzwala wśród uczestników treningu rywalizację i motywuje do głębszego poznania arkanów potrzebnej wiedzy do zarządzania obiektem. W *Marketplace* zastosowano nowoczesne technologie internetowe. Obecnie oferowana jest polskojęzyczna wersja tego pakietu o nazwie EICM, czyli *Rozszerzone Międzynarodowe Zarządzanie Korporacyjne*, które dla celów szkoleniowych obejmuje 12 kwartałów decyzyjnych, 5 regionów, 20 rynków, 5 segmentów rynku. W ramach tego wysublimowanego oprogramowania wchodzi m.in. takie funkcje jak⁴⁰⁹: analiza rentowności; zaawansowane narzędzia marketingowe; produkcja, księgowość, finanse; analiza finansowa; negocjacje z partnerami biznesowymi, zarządzanie zasobami ludzkimi, handel elektroniczny.

Doskonalenie się poprzez uczestnictwo w symulacji biznesowej jest tematem różnych konkursów oraz gier szkoleniowych. Na uwagę zasługuje konkurs GMC Poland. GMC, czyli *Global Management Challenge* stanowiący symulację biznesową o zasięgu światowym prowadzoną z zastosowaniem tzw. grywalizacji⁴¹⁰.

Grywalizacja lub gamifikacja (*gamification*) oznacza wykorzystanie mechaniki znanej np. z gier fabularnych i komputerowych, do modyfikowania zachowań ludzi w sytuacjach niebędących grami, w celu zwiększenia ich zaangażowania⁴¹¹. Technika bazuje na przyjemności, jaka płynie z pokonywania kolejnych osiągalnych wyzwań. Grywalizacja pozwala zaangażować osoby do zajęć, nawet jeśli są one traktowane za rutynowe, a czasem nudne. Uważa się że, udział studentów, zwłaszcza kierunku Zarządzanie w wymienionym wcześniej Konkursie GMC Poland przyczynia się m.in. do⁴¹²: spojrzenia na cały system funkcjonowania firmy; weryfikację i uzupełnienie wiedzy poprzez doświadczenie; innowacyjne odbycie pierwszych praktyk zarządzania; rozwój umiejętności pracy w zespole; rywalizację z praktykami biznesu. Oprócz tego dużej rangi Konkursu w Internecie proponowane są przez różne firmy szkolenia w zakresie gier, symulacji biznesowej oraz hybrydowej (zob. Rycina 18.2)⁴¹³.

Gry szkoleniowe – Symulacje biznesowe

Gry szkoleniowe, symulacje biznesowe, symulacje hybrydowe są nowoczesnymi i efektywnymi metodami rozwoju kluczowych kompetencji menedżerskich.



Źródło: <http://hrsymulacje.pl/symulacje-biznesowe/>.

Ryc. 18.2. Menu główne propozycji gier szkoleniowych

W ramach symulacji biznesowej następuje podejmowanie decyzji strategicznych i menedżerskich przez uczestników symulacji opartej o rzeczywisty model ekonomiczny. Rezultaty decyzji ukazane są w formie wskaźników finansowych. Uczestnictwo w symulacji biznesowej pozwala na podniesienie kompetencji menedżerów w zakresie zarządzania strategicznego. Ponadto uświadamia uczestnikom jakie występuje ryzyko związane z wyborem niewłaściwego modelu zarządzania do danego przedsiębiorstwa. Symulacja biznesowa to także przedpole do sprawdzenia podejmowania przez menedżerów decyzji wyprzedzających działania konkurencji. Scenariusze symulacji biznesowych zakładają przeważnie, że w trakcie jej trwania konkurują ze sobą na rynku 2 - 4 firmy. Uczestnicy podzieleni są na zespoły zarządzające tymi firmami. Szkolenie poprawiające sprawność biznesową obejmuje przede wszystkim: zarządzanie strategiczne, zarządzanie sprzedażą i firmą handlową, zarządzanie produkcją i firmą produkcyjną. Gry szkoleniowe mają swoistą formą rozwoju tzw. kompetencji miękkich menedżerów. Stanowią więc dobre narzędzie przygotowania kandydatów na kierowników oraz przedstawicieli zarządów⁴¹⁴.

Symulacja hybrydowa jest kompleksowym rozwiązaniem w zakresie kształcenia kompetencji i umiejętności menedżerskich. Prowadzona jest przez Firmę Szkoleniową B&O NAVIGATOR w

⁴⁰⁹ Ibidem.

⁴¹⁰ <http://gmcpoland.pl/> dostęp: 1.04.2016.

⁴¹¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Grywalizacja>, dostęp: 1.04.2016.

⁴¹² <http://gmcpoland.pl/gmc-dla-studentow/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴¹³ <http://hrsymulacje.pl/symulacje-biznesowe/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴¹⁴ <http://hrsymulacje.pl/gry-szkoleniowe/>, dostęp: 1.04.2016.

Warszawie⁴¹⁵. Umiejętności wyboru wariantu poprzez doświadczenie z grą symulacyjną są szczególnie przydatne w obszarze uczestnictwa na giełdzie, podejmowania inwestycji i w bankowości finansowej. Temat ten jest przedmiotem publikacji internetowej zamieszczonej na stronie: http://www.goldenline.pl/grupy/Gielda_i_inwestycje/abc-bankowosci-i-finansow/najlepsza-symulacja-biznesowa-na-swiecie-juz-w-polsce,2245136/.

Światowe, popularne oprogramowanie symulacji biznesowej *Industry Masters* w trybie *on-line* z Bazylei, jest też dostępne w Polsce przez Internet. Obejmuje ono wiele modeli biznesowych, przy czym w ofercie dedykowane jest przede wszystkim sektorowi bankowemu. Firma GSC z Sopotu proponuje również prowadzenie szkoleń z symulacji z przeznaczeniem dla menedżerów z przedsiębiorstw, uczelni oraz klientów indywidualnych. Dane do symulacji reprezentujące mechanizmy rynkowe dostarcza firma Thomson Reuters⁴¹⁶. Trzeba dodać, że wiele renomowanych uczelni na świecie korzysta z symulacji *Industry Masters* w ramach swoich programów edukacyjnych. W ofercie internetowej występuje jeszcze aplikacja nazwana *Symulator Biznesu* proponowana przez twórcę indywidualnego z Gdańska⁴¹⁷.

Oprócz dużych rozwiązań informatycznych symulacyjnych stosowane są również mniejsze programy doskonalące zarządzanie na różnych szczeblach kierowniczych⁴¹⁸. Szczególnie przydatne jest to w zarządzaniu tak skomplikowanym procesem jakim jest produkcja, a w ramach niej sterowanie: środkami trwałymi, zasobami ludzkimi, finansami oraz prowadzenie marketingu. Tak wiele funkcji i środków zaangażowanych w trakcie wytwarzania wyrobów jest doskonałym poligonem do zamodelowania gry kierowniczej przez projektanta systemu informatycznego.

Nadmienię jeszcze model gry kierowniczej wdrażanej przez firmę Grafinet z Warszawy, który pomyślany został tak, aby jak najlepiej oddawał realia rynku. System ten jako aplikacja programowa przeznaczony jest zarówno dla symulacji długoterminowych cyklu wielotygodniowego, jak i dla jednego spotkania szkoleniowego. Służy symulacji w trybie wieloosobowym, w którym użytkownicy przydzieleni są do konkurujących ze sobą drużyn na hipotetycznym rynku. Każda gra podzielona jest na etapy o zmiennym czasie trwania, przy czym każdy etap obejmuje następujące fazy: *on-line*, decyzyjną, kontroli. W fazie *on-line* drużyny mogą w czasie rzeczywistym prowadzić sprzedaż i kupno produktów między sobą poprzez mechanizm aukcji. Natomiast w fazie decyzyjnej uczestnicy podejmują wszystkie operacje z zakresu swojej działalności, a w tym: definiowanie produktów, kupno/sprzedaż środków trwałych. W fazie kontroli występuje możliwość podglądu przez użytkowników bieżących danych, przy czym faza ta przeznaczona jest przede wszystkim dla administratorów aplikacji programowej.

Rozbudowaną ofertę szkoleniową proponuje firma *Altkom Akademia* mająca swoje ośrodki w kilku dużych miastach Polski. Znajdują się tam sale dostosowane do prowadzenia szkoleń biznesowych na oraz laboratoria do szkoleń informatycznych⁴¹⁹. Na szczególną uwagę zasługuje rozwiązanie informatyczne o nazwie: *Symulacja biznesowa Fort Brave*⁴²⁰. Przekazana w trakcie szkolenia wiedza i ćwiczenia są zgodne z zaleceniami PMI (*Project Management Institute*). Pretekstem do symulacji jest zagrożenie atakiem armii Stanów Zjednoczonych. Podczas ćwiczeń symulacyjnych pojawiają się liczne trudności i niespodziewane zadania. Symulacja biznesowa stała się obecnie modnym tematem wielu sesji szkoleniowych dla menedżerów i studentów, w szczególności kierunków Zarządzanie, Logistyka. Propozycje skorzystania z tego typu szkolenia spotykamy na stronie:

http://www.governica.com/Symulacja_biznesowa.

Symulacja ta oparta jest na scenariuszu, a jego realizacją jest gra biznesowa. Tak jak większość gier tego typu, również ta ma na celu nauczenie się strategicznego myślenia, rozwój umiejętności analizy finansowej, rynkowej, pracy w zespole.

⁴¹⁵ <http://hrsymulacje.pl/symulacje-hybridowe/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴¹⁶ http://www.goldenline.pl/grupy/Gielda_i_inwestycje/abc-bankowosci-i-finansow/najlepsza-symulacja-biznesowa-na-swiecie-juz-w-polsce,2245136, dostęp: 1.04.2016.

⁴¹⁷ <http://www.symulator-biznesu.pl/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴¹⁸ http://www.gt.pl/pl/case-study/cs89_gra-kierownicza-symulacja-biznesowa, dostęp: 1.04.2016.

⁴¹⁹ www.altkomakademia.pl/o-nas, dostęp: 1.04.2016.

⁴²⁰ <http://www.altkomakademia.pl/szkolenia/i/symulacja-biznesowa-fort-brave>, dostęp: 1.04.2016.

PROFITQUEST jest symulacją zarządzania przedsiębiorstwem o charakterze strategiczno-finansowym. Oferowana ona jest przez firmę EY (*Academy of Business*)⁴²¹. W jej trakcie uczestnicy rozwijają swoje kompetencje w zakresie planowania i kategorii finansowych. Celem treningu jest wykorzystanie w praktyce umiejętności zarządzania z uwzględnieniem ryzyka jakie występuje na rynku. Godne uwagi jest uzupełnienie symulacji PROFITQUEST sesjami warsztatowymi.

Ciekawą wyprawę statkiem z przygodami i bazującą na tej podstawie symulacją biznesową proponuje nam firma CTS (*Customized Training Solutions*)⁴²². Aplikacja w formie gry biznesowej przeznaczona jest m.in. dla kierowników działów technologii informacyjnej (IT). Zaleca się, aby uczestnik szkolenia miał praktyczne doświadczenie udziału w projektach klasy IT. Zagadnienia menedżerskie omawiane są na szkoleniu na poziomie średniozaawansowanym. Gra nawiązuje do wyprawy statkiem *Fram* (Naprzód) przez norweskiego badacza polarnego Frdtjof Nansena. Wyprawa ta zakończyła się pomyślnie i wszyscy z 13 osób wrócili do Norwegii.

Odrębną grupę gier biznesowych o charakterze symulacyjnym stanowią aplikacje programowe do doskonalenie umiejętności dynamicznego zarządzania zmianami, jakie w danej firmie następują na wskutek oddziaływania konkurencyjnego otoczenia. Nabranie wprawy w tym zakresie poprzez szkolenie proponuje firma *Szkoła Zarządzania Zmianą*⁴²³. Zauważono, że wielu menedżerów nie jest w pełni przygotowanych do przeprowadzenia zmianom w swoim obiekcie produkcyjnym, handlowym, czy też usługowym. Nie zna też odpowiednich metod do tego celu. Uczestnicy warsztatu szkoleniowego zdobywają wiedzę o elementach procesu zarządzania zmianą w organizacji i jej efektywne wdrażanie. W ramach symulacji biznesowej *Change Masters* mogą przez ćwiczenie przekonać się jak zintensyfikować zaangażowanie pracowników we prowadzenie nowych przedsięwzięć zmieniających dotychczasowe utarte postępowania. Błędów w zarządzaniu zmianą można uniknąć wykorzystując gry biznesowe, które pozwalają menedżerom na zamianę teorii zarządzania w wirtualne przedsięwzięcia, bez bolesnych skutków dla obiektu rzeczywistego⁴²⁴.

Efektywność tego procesu w znacznej mierze zależy od aktywności uczestnika szkolenia. Symulacje biznesową można traktować jako metodę uczenia się przez działanie, a sposobami jej realizacji są: odgrywanie ról, gry biznesowe, obserwacje doświadczeń innych, analiza przypadku, eksperymentowanie w miejscu pracy. Uważa się jednak, że najefektywniejszymi sposobami nauki przez doświadczenie są analiza przypadku i symulacje z udziałem odpowiednich aplikacji informatycznych. W Internecie oprócz renomowanych firm szkoleniowych występują także propozycje indywidualnych osób np. pod adresem: biuro@aktywator.eu⁴²⁵. Zaproponowane w tej ofercie rozwiązanie informatyczne *Symulacja Sycylia pokazuje jak wiele zależy od zaangażowania konkretnego uczestnika, pracy zespołowej i otwartości na zmianę*. Trening z tą aplikacją można zastosować w pracy nad takimi kompetencjami jak nastawienie na osiągnięcie celu, zarządzanie zmianą, komunikacja i praca zespołowa.

Aplikacja informatyczna *Ambasada* umożliwia nam symulowanie bezpieczeństwa informacji w praktyce danej firmy⁴²⁶. Oparcie się na idei misji statku kosmicznego Apollo było tworzycwem do opracowania programu *Symulacja biznesowa Apollo 13*⁴²⁷. Szkolenia tego typu bazujące na scenariuszu prawdziwej misji kosmicznej zostały opracowane przez firmę *Gaming Works*. Uwzględniają mechanizmy współpracy pomiędzy załogą statku (użytkownikami usług IT), centrum kontroli lotów (*Service Desk*) i dostawcami zewnętrznymi. Głównym celem szkolenia jest ugruntowanie i rozszerzenie wiedzy z zakresu zarządzania usługami IT. W symulacji bierze udział 8 do 15 osób.

⁴²¹ <http://www.academyofbusiness.pl/pl/szkolenia/profitquest-gra-symulacyjna-o-charakterze-strategiczno-finansowym,21/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴²² <http://cts.com.pl/AFRAM-Wyprawa-statkiem-Fram--symulacja-biznesowa-agile>, dostęp: 1.04.2016.

⁴²³ <https://zmiana.edu.pl/change-masters-2014-praktyka-skutecznego-wdrazania-zmian-w-firmie-symulacja-biznesowa/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴²⁴ <https://zmiana.edu.pl/symulacja-biznesowa-jako-metoda-zarzadzania-zmiana/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴²⁵ <http://aktywator.eu/symulacja-biznesowa-sycylia/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴²⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=t14CFztvnFM>, dostęp: 1.04.2016.

⁴²⁷ <http://www.krcc.pl/uslugi-szkolenia-apollo-13>, dostęp: 1.04.2016.

Wymieniony już kilka razy skrót IT to technologia informacyjna (*information technology*) określająca całokształt zagadnień, metod, środków i działań związanych z przetwarzaniem informacji⁴²⁸. Stanowi połączenie zastosowań informatyki i telekomunikacji, obejmuje również sprzęt komputerowy oraz oprogramowanie, a także narzędzia i inne technologie związane ze zbieraniem, przetwarzaniem, przesyłaniem, przechowywaniem, zabezpieczaniem i prezentowaniem informacji.

Łódzka Agencja Rozwoju Regionalnego proponuje grę symulacyjną pracy w projekcie o nazwie *Massawa*⁴²⁹. Szkolenie to symuluje realizację złożonego projektu budowlanego poprzez zabawę – odpowiednie układanie klocków Lego. Jest to jednak tłem do zasymulowania procesów komunikacji i współpracy w grupie projektowej. *Massawa* jako narzędzie bazuje na konkretnych działaniach projektowych, jednak potrzeba skutecznego zarządzania projektami stanowi podłoże do zmiany postaw i kompetencji uczestników tej formy szkolenia.

Międzynarodowa firma doradcza *Mercuri International* w Warszawie sugeruje symulację biznesową składającą się z trzech etapów: analiza danych, decyzje, efekty podjętych decyzji⁴³⁰. Pod pretekstem hasła „Jak sprzedawać nie schodząc z ceny?” proponuje się na stronie:

<https://pl-pl.facebook.com/events/520661411302897/>

skorzystanie z aplikacji „*Symulacja biznesowa Archipelago*”. Symulacja została zaprezentowana w trakcie edycji programu *Youth Business Poland*. Menedżerska gra strategiczna *Archipelago* bazuje na koncepcji systemu informatycznego *CRM Microsoft Dynamics*. Pokazuje zarządzanie relacjami z klientami dla zwiększenia efektywności sprzedaży. Uczestnicy w grze zarządzają działami sprzedaży i marketingu w rywalizujących ze sobą firmach.

Kolejna symulacja biznesowa „*Sultanskie wesele*” ma na celu sprawdzenie opanowania *Agile PM*, czyli metodyki zarządzania projektami⁴³¹. Na tle Imperium Osmańskiego przedstawiono korzyści jakie daje sprawne zarządzanie przedsięwzięciami. Inna symulacja biznesowa *TOPSIM-General Management II* jest przedmiotem wykładanym na studiach zaocznych niektórych uczelni ekonomicznych, kierunku Zarządzanie⁴³².

Na stronie internetowej <http://www.szkolenia.com.pl/katalog/szkolenie/70629> podano przebieg gry kierowniczej obejmującej w kolejnych kwartałach: założenie firmy, wejście na rynek testowy, umiejętną korektę i ekspansję na rynku, inwestowanie w przyszłość, rozszerzenie strategii biznesowej, udoskonalenie strategii biznesowej poprzez korektę dotychczasowej strategii i taktyk firmy. W ramach gry kierowniczej w trakcie kwartału piątego wykonywana jest analiza danych rynkowych, finansowych i produkcyjnych oraz wprowadzenie na rynek nowych produktów co wiąże się ze zwiększeniem liczby sprzedawców. Ponadto gra umożliwia zapoznanie się ze sposobem zakupu licencji, a także trybem zawierania sojuszy strategicznych⁴³³.

Szkolenia pt. „*Warsztat III – Cykl zarządzania projektami – symulacja biznesowa „The Challenge of Egypt*” proponuje firma *International Data Group Poland* z Warszawy. Wersja druga tego oprogramowania obejmuje pełny cykl zarządzania projektami.

Znamienne jest to, że mimo coraz doskonalszych narzędzi informatycznych wspomagających kierowanie projektami istotnych przedsięwzięć – silnie zależnych od środowiska zewnętrznego – wdrożenie projektu nie zawsze kończy się zadawalającym wynikiem np. w formie efektów gospodarczych. Jednak godne podkreślenia jest to, że podczas symulacji demonstrowane są podstawowe cechy metodycznego zarządzania projektem, a mianowicie: zorganizowanie projektu, analiza ryzyka, przydzielenie grupy zadań kierownikowi projektu, monitoring odchyleń, bieżące rozwiązywanie problemów wdrożeniowych.

⁴²⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Technologia_informacyjna, dostęp: 1.04.2016.

⁴²⁹ <http://larr.pl/zapraszamy-na-bezplatne-szkolenie-massawa-symulacja-biznesowa-18-03-15-r/>, dostęp: 1.04.2016.

⁴³⁰ <http://pl.mercuri.net/symulacje-biznesowe> Międzynarodowa firma doradcza, dostęp: 1.04.2016.

⁴³¹ <http://www.amara.org/en/videos/uCETRBxHuRuO/info/symulacja-biznesowa-sultanskie-wesele-metodyka-agile-pm-w-praktyce/>; dostęp: 5.04.2014.

⁴³² [https://usosweb.uni.lodz.pl/kontroler.php?_action=actionx:katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot\(prz_kod:0800-ZSBSSU\)](https://usosweb.uni.lodz.pl/kontroler.php?_action=actionx:katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot(prz_kod:0800-ZSBSSU)), dostęp: 6.04.2016.

⁴³³ Ibidem.

18.3. Oferty szkoleniowe

Jest jeszcze na stronach internetowych wiele innych ofert szkoleń i studiów z zakresu *Symulacja biznesowa*. Pasjonującym się tą tematyką, w celu doskonalenia się w projektowanie tej klasy systemów informatycznych, proponuję publikacje internetowe zamieszczone na stronach:

- http://www.zut.edu.pl/fileadmin/pliki/dzstud/konkursy/Symulacje_menedzerskie_i_studia_przypadku.pdf,
- <http://www.partner.cz.pl/szkolenia/symulacje-biznesowe/>,
- <http://heuresis.pl/dla-biznesu-instytucji/biznesowa-gra-strategiczna>,
- <http://www.symulacje.edu.pl/>,

https://books.google.pl/books?id=2ENjAgAAQBAJ&pg=PA202&lpg=PA202&dq=symulacja+biznesowa&source=bl&ots=rNJdzOy_Cx&sig=shBjhlkNkqv4_qJ7SLOmvsyPTwE&hl=pl&sa=X&ved=0ahUKEwiEupGFvtvLAhVhLZoKHWD5BRc4KBD0AQhJMAg#v=onepage&q=symulacja%20biznesowa&f=false,

Propozycja strony WWW (<http://www.symulacje.edu.pl/>) ukazuje obszerny program edukacyjny, który zaprezentowano w formie fragmentu widoku ekranu.

Zarządzanie sprzedażą i sprzedaż	Zarządzanie i strategia	Gry biznesowe dla produkcji	Zarządzanie projektem
Symulacje strategiczne i gry negocjacyjne dla handlowców i szefów sprzedaży.	Gry symulacyjne uczące całościowego spojrzenia na firmę, zarządzania ludźmi, tworzenia strategii.	Gry symulacyjne uczące optymalizacji produkcji, zarządzania halą fabryczną i zespołem produkcyjnym.	Symulacje uczące zarządzania projektem. Gry menedżerskie uczące kierowania zespołem projektowym.

Źródło: <http://www.symulacje.edu.pl/>.

Ryc. 18.3. Zakres szkoleń prowadzonych przez agencję internetową pod adresem: eksperci@symulacje.edu.pl

Zajęcia z zakresu przedmiotu *Symulacja biznesowa Industry Masters* w laboratorium komputerowym prowadzone są także przez Wydział Ekonomiczny Uniwersytetu Gdańskiego, o czym świadczy sylabus opublikowany w Internecie. Symulacja ta bazuje na rzeczywistych modelach ekonomicznych i daje studentowi możliwość analizowania problematyki zarządzania aż w szesnastu branżach.

18.4. Publikacje zwarte

Spośród publikacji dotyczących symulacji biznesowej należy wymienić książkę *Symulacja procesów biznesowych. Standardy BPMS i BPMN w praktyce*⁴³⁴. Przedstawiono w niej analizę odpowiednich przypadków, co daje możliwość poznania sposobów konstruowania i możliwości optymalizowania procesów biznesowych. Zamieszczono tam również metody opisu procesów biznesowych, tj. standardów BPMS (*Business Process Management System* oraz *Business Process Model and Notation*)⁴³⁵.

Propozycja następną to praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Poszewieckiego, Wojciecha Bizona i Przemysława Kulawczuka⁴³⁵ pt. *Symulacje menedżerskie i studia przypadków Szkolenia biznesowe w oparciu o symulacje menedżerskie i studia przypadków – najlepsze praktyki*. Opracowanie to obejmuje sześć rozdziałów:

1. Metody rozwijania umiejętności z zakresu przedsiębiorczości.
2. Rola szkoleń symulacyjnych w podnoszeniu możliwości osiągnięcia celów biznesowych.
3. Konstruowanie symulacji menedżerskiej.
4. Wykorzystanie studium przypadku w praktyce.
5. Pomiar efektywności nauczania opartego na symulacjach biznesowych i studiach przypadków.
6. Najlepsze praktyki z zakresu wykorzystania symulacji biznesowych i studiów przypadku.

W ramach najlepszych praktyk wykorzystujących symulacje biznesową przedstawiono aplikacje komputerowe: *Global Management Challenge (Euromanager)*, *Poligon Projektów*, *Marketplace*, *JA Titan*, *Sim Venture*, *Industry Masters*. W podrozdziale 2.6. *Metody szkoleń biznesowych* scharakteryzowano obecnie stosowane nowoczesne metody szkoleń, a wśród nich:

⁴³⁴ Gawin B., Marcinkowski B., *Symulacja procesów biznesowych. Standardy BPMS i BPMN w praktyce*, Onepress, Gdańsk 2013.

⁴³⁵ Praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Poszewieckiego, Wojciecha Bizona i Przemysława Kulawczuka, *Symulacje menedżerskie i studia przypadków Szkolenia biznesowe w oparciu o symulacje menedżerskie i studia przypadków – najlepsze praktyki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2012.

1. *Activity Based Learning*. Proces rozwijania kompetencji odbywa się poprzez aktywne działanie i doświadczenie. Metoda polega na podporządkowaniu szkolenia wybranej aktywności.
2. *Strategiczne gry planszowe i symulacje biznesu*. Bazują na rzeczywistych przypadkach organizacji oraz pozwalają uczestnikom na praktyczne wykorzystanie zdobytej wiedzy.

Według autora podrozdziału 6.1. *Global Management Challenge* Sławomira Łukjanowa podany w książce opis zawiera podstawowe dane na temat symulacji tym pakietem, który został oparty na dokumentacji gry, ogólnodostępnych w Internecie informacjach oraz osobistych doświadczeniach wymienionego autora. W rozgrywce symulacyjnej bierze udział od 3 do 10 drużyn, które na określonym rynku rywalizują o dobrą pozycję i rezultat finansowy. Symulacja ta umożliwia uczestnikom sprawdzenie swoich praktycznych umiejętności biznesowych. Ten sam autor w kolejnym podrozdziale w zakresie gry symulacyjnej *Poligon Projektów* wykorzystał dokumentację projektową zgromadzoną podczas przeprowadzania szkoleń. Gra ta jest instalowana każdorazowo na komputerach biorących udział w szkoleniu oraz systemie umieszczonym na serwerze. Szkolenie składa się z trzech rozgrywek o różnych fabułach stopniowo zwiększających poziom trudności dla uczestników. Poszczególne rozgrywki podzielono na pięć etapów, w tym trzy to planowanie i dwie realizacja.

Jak już wspomniano *Marketplace* to interaktywna, symulacyjna, strategiczna gra biznesowa. Opracowana została przez specjalistów z Uniwersytetu Stanu Tennessee w Knoxville⁴³⁶. Uczestnicy gry mają do dyspozycji wkład inwestycyjny na rozpoczęcie gry. Przeznaczyć go mogą na wybudowanie nowego zakładu produkcyjnego lub otwarcie biura sprzedaży. Natomiast gra *JA Titan* jest symulacją działalności biznesowej przeznaczoną do szkolenia uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Program komputerowy pozwala uczniom na zdobycie wiedzy i sprawdzenie umiejętności z zakresu mikroekonomii. Bazuje na zasadach działania przedsiębiorstwa produkcyjnego oraz pozwala obserwować wpływ cech ekonomicznych na działania tego typu przedsiębiorstwa. Trzeba nadmienić, że z zakresu gry *JA Titan* organizowane są konkursy w środowisku młodzieżowym szkół ponadgimnazjalnych.

Kolejny program to wspomniany już *Sim Venture*. Popularny jest w szkołach wyższych Wielkiej Brytanii i stanowi symulację pracujący w środowisku Windows. Jego zadaniem jest wspomaganie procesu nauczania, a celem rozwinięcia myślenia biznesowego oraz nabrania cech przedsiębiorczości. *Sim Venture* traktowane jest jako stymulujące narzędzie do nabierania cechy menedżera poprzez wchodzenie studentów w jego rolę i analizowanie studium przypadku.

Powróćmy jeszcze do popularnej symulacji *Industry Masters*, która jest zaawansowanym narzędziem informatycznym stosowanym w szkoleniach zarówno menedżerów jak i studentów. W sposób interaktywny naśladowane są problemy występujące w praktyce biznesu. Założeniem gry jest zadanie dla zespołu uczestników, którzy mają uruchomić nową firmę produktów komputerowych. Zadaniem jest możliwie jak najszybsze uzyskanie zysków ze sprzedaży w trzech sektorach – komponentów komputerowych, systemów, sprzedaży detalicznej, no i odniesienie sukcesu rynkowego.

Na uwagę w omawianej książce zasługują zaprezentowane doświadczenia na uczelniach niemieckich. Podkreślony jest pogląd, że czas przeznaczony na analizowanie tzw. studium przypadku jest za krótki w danym semestrze⁴³⁷. Szersza informację o zakresie szkoleń symulacyjnych z zakresu aplikacji *Industry Masters* spotykamy na stronie internetowej: <http://www.industrymasters.pl>.

18.5. Inne aktywne metody wspomagania uczenia się biznesu

Oprócz gier symulacyjnych w wspomnianych uczelniach niemieckich istnieją jeszcze inne aktywne, podobne metody pogłębienia tematyki ekonomicznej i poruszania się w świecie biznesu. *Computer Based Training* (CBT) to szeroki zakres stosowanych komputerowych programów nauczania, których częścią są właśnie gry symulacyjne. CBT prowadzane jest często do

⁴³⁶ Ibidem.

⁴³⁷ Praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Poszowieckiego, Wojciecha Bizona i Przemysława Kulawczuka, *Symulacje menedżerskie i studia przypadków Szkolenia biznesowe w oparciu o symulacje menedżerskie i studia przypadków – najlepsze praktyki*, op.cit., rozdz. 6.7. *Doświadczenia niemieckie*.

indywidualnych studiów, podczas których następuje łączenie pozyskiwania wiedzy podręcznikowej z techniką multimedialną. *Web Based Training* (WBT) jest dostępne w sieci Internet i korzysta z zasobów aplikacji CBT. Dzięki sieci globalnej umożliwia rywalizację wielu graczom jednocześnie w systemie *on-line* oraz organizowanie konkursów międzynarodowych. Metoda polegająca na odgrywaniu ról zarządzających wspiera ćwiczenia z zakresu zachowań w komunikacji międzyludzkiej w procesie pracy. Wymusza fachową dyskusję, czasem w gronie specjalistów danej branży menedżerów. Stosowana tzw. technika scenariusza przedstawia możliwe projekty oraz ścieżki przedsięwzięć, wybiegające w przyszłość, przy zachowaniu określonych warunków ramowych. Metodą nauczania jest również teatralny spektakl na temat przedsiębiorczości. Podejmowane są konkretne sytuacje problemowe, w formie sztuki scenicznej. Jedną z metod szkolenia biznesowego jest także realizowanie komunikacji między wirtualnymi firmami symulującymi banki i instytucje ubezpieczeniowe.

Na szczególną uwagę zasługuje wykorzystanie w wielu szkołach wyższych w Niemczech symulacji *TOPSIM General Management II* zwana w skrócie *TOPSIM II*. Jest to popularna gra biznesowa o tematyce dotyczącej przedsiębiorczości, w której na fikcyjnym rynku fotokopiarek konkuruje ze sobą do dziesięciu spółek akcyjnych. Gra ta oparta jest o scenariusz trwający np. sześć miesięcy. U nas w kraju z tej aplikacji korzysta również Uniwersytet Łódzki.

Stosowana również w Niemczech innowacyjna gra UGS® GAME STANDARD oparta jest na symulacji działalności gospodarczej w początkowym etapie jej podjęcia. W tym zakresie gra proponuje użytkownikowi dwie ścieżki wyboru:

- w warunkach izolacji od otoczenia, w konkurencji tylko z modelem firmy referencyjnym,
- prowadzenie interaktywne w grupie graczy (drużyn) tworzących rynek konkurencyjny.

Rywalizacja zmierza do opracowania planu biznesowego za pomocą programu UGS® SIM.

Stosowane oprogramowanie *bizz.trainer* jest grą symulacyjną dotyczącą przedsiębiorczości z wykorzystaniem możliwości sieciowych Internetu. Gracze na początku dostają swój login, umożliwiającą dostęp do chronionych danych strony internetowej *bizz.trainer*. a prowadzący rozgrywkę, dzięki platformie programowej steruje komunikacją i organizacją gry.

18.6. Zagadnienia

1. System symulacji biznesowej
2. Techniki symulacyjne
3. Symulacja Biznesowa Marketplace
4. Zarządzanie korporacyjne
5. Grywalizacja
6. Scenariusze symulacji biznesowej
7. Symulacja hybrydowa
8. Gry kierownicze
9. Analiza przypadku
10. Symulacja TOPSIM II

* * *

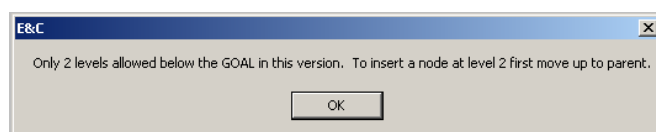
Nauczanie dobrych praktyk biznesowych oparte jest coraz częściej o przykłady firm referencyjnych określonych branż. Okazuje się, że sama wiedza podręcznikowa jest nie wystarczająca przyszłemu absolwentowi uczelni ekonomicznych i innych w starciu z ostrą rywalizacją konkurencyjną na wolnym rynku wytwarzania dóbr, ich sprzedaży czy też świadczenia usług dla ludności określonego regionu. Konieczne staje się nabieranie wprawy w wirtualnej działalności jako menadżer, który musi utworzyć najkorzystniejszy plan biznesowy w aktualnych warunkach konkurującego otoczenia.

W tym względzie powstało wiele i to na różnym poziomie aplikacji programowych wspomagających proces nauczania się prowadzenia własnego interesu, czy też kierowania firmą określonej branży w taki sposób, aby uzyskać jak najlepsze efekty ekonomiczne. W porównaniu z uczelniami niemieckimi, wydaje się, że wciąż za mało w kształceniu studentów pracy laboratoryjnej na programach symulacji biznesowej.

19. Weryfikacja badania przy porównywaniu parami⁴³⁸

19.1. Wstęp

Program *Expert Choice* umożliwia rozwiązanie wielokryterialnego problemu wyboru z dyskretnego zbioru decyzji dopuszczalnych. W wersji profesjonalnej komercyjnej umożliwia utworzenie pięciopoziomowej struktury hierarchicznej, począwszy od celu głównego, kryteriów, subkryteriów, a na najniższym poziomie alternatyw decyzyjnych skończywszy. Natomiast wersja bezpłatna tego programu umożliwia tylko utworzenie struktury obejmującej cel główny, kryteria decyzyjne oraz alternatywne rozwiązania w ramach każdego z kryteriów. Liczba alternatyw w ramach poszczególnych kryteriów może być stała (zob. Rycina 19.1). Poszczególne składniki struktury hierarchicznej oceniane są względem siebie w ujęciu lokalnym, tj. w odniesieniu do składnika wyższego, jak też globalnie biorąc pod uwagę cel główny.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc.19.1. Komunikat programu *Expert Choice* o możliwości formułowania struktury - tylko dwa poziomy poniżej celu głównego

Pretekstem do niniejszego opracowania były przeprowadzone badania przez Piotra Cymanowa⁴³⁹, których celem głównym była „*Aktywizacja obszarów migracyjnych Karpat Polskich*”, a według ekspertów – lokalnych decydentów uczestniczących w badaniu ankietowym alternatywami sprzyjającymi jego realizacji są⁴⁴⁰:

- A1 – zwiększenie podaży pracy na obszarach górskich,
- A2 – przeciwdziałanie depopulacji obszarów peryferyjnych,
- A3 – zatrzymanie procesów dezagrarnizacji górskich obszarów problemowych.

W ramach celu głównego wyodrębniono trzy kryteria główne: *ekonomiczny, rolno-środowiskowy, społeczny*. W ramach kryteriów wyodrębniono subkryteria, a te z kolei rozrózniono alternatywami decyzyjnymi. Rozpatrzono cztery oddzielne modele w obszarach: *korzyści, kosztów, szans, zagrożeń*. Efektem końcowym było zsumowanie wartości globalnych dla każdego z subkryteriów i alternatyw decyzyjnych.

Tab. 19.1. Ocena sumaryczna alternatyw w ramach modeli

Alternatywa i model	Korzyści	Koszty	Szanse	Zagrożenia	Wynik
A1	0,42659	0,35698	0,54749	0,49580	1,319582
A2	0,44099	0,39982	0,30091	0,28819	1,151654
A3	0,13242	0,24320	0,15160	0,21601	0,382134

Źródło: Cymanow P., *Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat Polskich*, Difin, Warszawa 2018, tab. 7.6. „*Ocena alternatyw decyzyjnych z uwzględnieniem 4. modeli następstw migracji*”.

Wynik bazuje na formule: $(\text{Korzyści} \times \text{Szanse}) / (\text{Koszty} \times \text{Zagrożenia})$. Przykładowo dla A1: $(0,42659 \times 0,54749) / (0,35698 \times 0,49580) = 1,319582$. Zastosowanie tej formuły multiplikatywnej wskazało na dominującą rolę alternatywy A1, czyli *zwiększenia podaży pracy na obszarach górskich*.

⁴³⁸ Opracowanie bazuje na publikacji ujętej w monografii: *Modern Technologies in Education*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019, strony: 119-129.

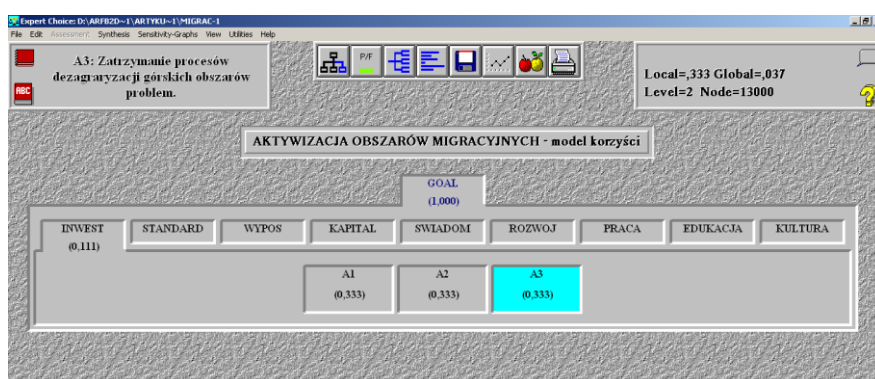
⁴³⁹ Cymanow P., *Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat Polskich*, Difin, Warszawa 2018.

⁴⁴⁰ Ibidem, rozdział 7.2. *Praktyczne implikacje wybranych modeli w kontekście rozwoju regionalnego*.

Przeprowadzone wśród władz lokalnych uśrednione badanie ankietowe wybranych obszarów Karpat Polskich może stanowić płaszczyznę poznawczą także innych obszarów górskich np. gmin w obszarze Sudetów w Polsce jak też w innych krajach.

19.2. Zastosowanie porównań cyfrowych parami

Zaprezentowane wcześniej badanie bazuje na określeniu wag znaczenia poszczególnych kryteriów i alternatyw wykonane po uśrednieniu z dokładnością do pięciu miejsc po przecinku. Ponieważ sytuacja gmin górskich w innych regionach Polski jest analogiczna jeśli chodzi o proces migracyjny, skorzystano z wartości wag tylko jednego modelu *Korzyści*. Dla celów dydaktycznych zaprezentowano procedurę ocen cyfrowych porównania parami 9. kryteriów w tym modelu, bez agregacji na kryteria pośrednie (*ekonomiczne, rolno-środowiskowe, społeczne*). W ramach kryteriów uwzględniono po trzy alternatywy decyzyjne. Po uruchomieniu programu *Expert Choice* w wersji dydaktycznej, obejmującego dwa poziomy złożenia, wprowadzamy opis celu głównego „*Aktywizacja obszarów migracyjnych Karpat Polskich – model Korzyści*”. Domyślna nazwa celu głównego to „*Goal*”. W kolejności wprowadzamy 9 kryteriów w ramach modelu *Korzyści*. Jak już wspominałem każdemu kryterium odpowiadają 3 alternatywy decyzyjne. Początkowo program nadaje domyślnie wagi lokalne znaczeń poszczególnych wariantów (po 0,111) jak i alternatyw (po 0,333) – zob. Rycina 19.2.



Źródło: Zainicjowanie struktury hierarchicznej w programie *Expert Choice*.

Ryc. 19.2. Domyślne wagi składników modelu *Korzyści*

Przyjmując spłaszczenie struktury hierarchicznej, występujące wagi w kolumnie D (zob. Rycina 19.3), stanowią wagi istotności globalnego odniesienia do celu głównego „*Goal*”, a ich suma równa się jeden.

	A	B	C	D
2	Ekonomiczne	Aktywność inwestycyjna	0,32523	0,185449
3	0,57021	Podwyższenie standardu życia	0,35541	0,202638
4		Lepsze wyposażenie gospodarstw domowych	0,31935	0,182097
5		Suma:	0,99999	0,57020
6	Rolno-środowiskowe	Napływ kapitału na rozwój gospodarstw	0,41740	0,061829
7	0,14813	Wzrost świadomości ekologicznej	0,27951	0,041404
8		Możliwość rozwoju wielofunkcyjnego wsi	0,30309	0,044897
9		Suma:	1,00000	0,14813
10	Społeczne	Możliwość podjęcia pracy	0,64639	0,182069
11	0,28167	Edukacja i rozszerzenie horyzontów	0,17650	0,049715
12		Poznanie obcej kultury i języka	0,17712	0,049889
13	Suma:	Suma:	1,00001	0,28167
14	1,00001			

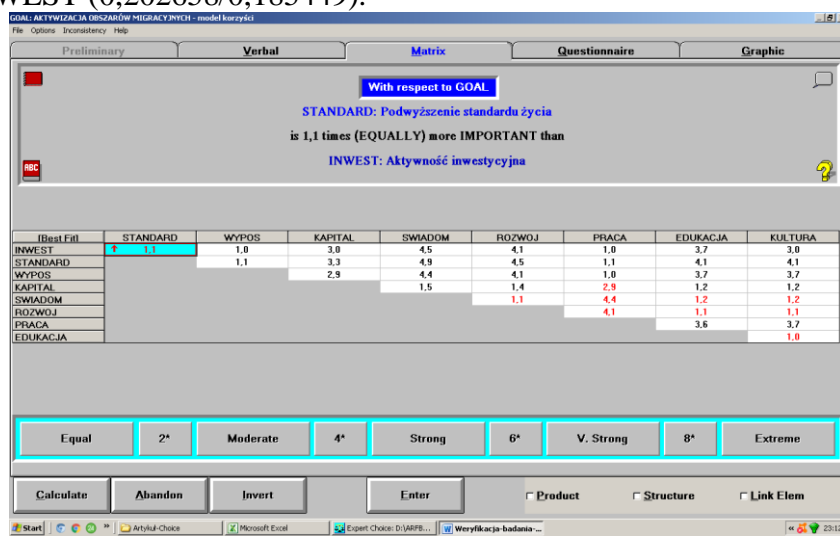
Źródło: Opracowanie własne w *Excelu* na podstawie tabeli 7.1. w: Cymanow P., *Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat Polskich*, Difin, Warszawa 2018.

Ryc. 19.3. Wynikające z ankietyzacji wagi wariantów modelu *Korzyści*

Dane zamieszczone na Rycinie 19.3 pozwalają przejść nam do porównania parami, jednak dla wygody tworzenia macierzy porównań wprowadzono skrócone nazwy opisów wariantów modelu *Korzyści*:

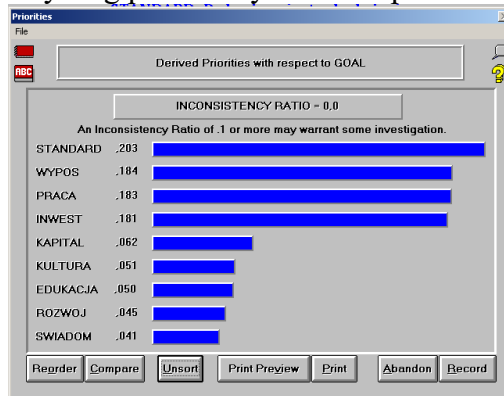
- INWEST – Aktywność inwestycyjna,
- STANDARD – Podwyższenie standardu życia,
- WYPOS – Lepsze wyposażenie gospodarstw domowych,
- KAPITAL – Napływ kapitału na rozwój przedsiębiorstw,
- SWIADOM – Wzrost świadomości ekologicznej,
- ROZWOJ – Możliwość rozwoju wielofunkcyjnego wsi,
- PRACA – Możliwość podjęcia pracy,
- EDUKACJA – Poznanie obcej kultury i języka.

Na kolejnej Rycinie 19.4 widzimy przy parze (INWEST – STANDARD) strzałkę, która wskazuje wariant dominujący. Podany wynik **1,1** stanowi iloraz istotności kryterium STANDARD do kryterium INWEST (0,202658/0,185449).



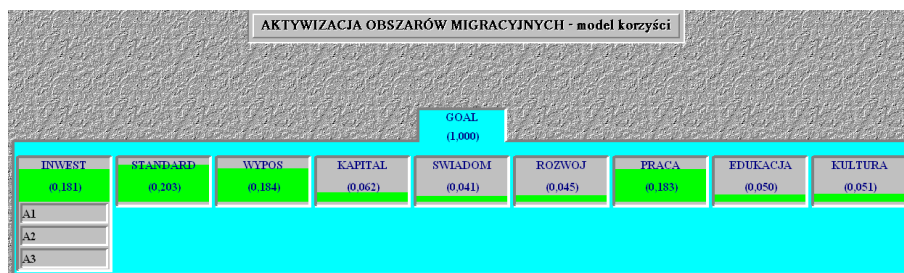
Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice* bazując na wagach (zob. Rycina 24.).
 Ryc. 19.4. Oceny punktowe przy porównywaniu parami wariantów

Oceny porównań parami dokonano z dokładnością do jednego miejsca po przecinku. W tym względzie skorzystano z fundamentalnej skali porównań Saatiego. Po skalkulowaniu „*Calculate*” zapisujemy nasze wyniki korzystając z menu: *File/Record*. Program *Expert Choice* pozwala nam uzyskać ranking znaczenia poszczególnych kryteriów w celu głównym (zob. Rycina 19.5.). Komunikatem „0,0” na przycisku *INCONSISTENCY RATIO* program informuje nas o poprawności przeprowadzonego porównania parami. Współczynnik ten nie może przekraczać 0,1, a gdy jest większy trzeba powrócić do oceny wag przez decydentów z procesu ankietyzacji.



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.
 Ryc. 19.5. Ranking wag oceny istotności kryteriów modelu *Korzyści*

Zobaczmy teraz jak program przeniósł wyniki wymienione na Rycinie 19.5 na strukturę hierarchiczną ważności globalnej dziewięciu kryteriów modelu *Korzyści*.



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.
Ryc. 19.6. Skalkulowane oceny kryteriów

19.3. Porównanie parami alternatyw

Opracowana przez Piotra Cymanowa ankietyzacja znaczenia nie tylko poszczególnych kryteriów, ale także i alternatyw pozwoliła w analogiczny sposób zaprezentować porównanie parami alternatyw decyzyjnych. W Tabeli 19.2 podano znaczenia poszczególnych kryteriów w ocenie trzech alternatyw, co wynikało z ocen decydentów jak też zastosowanej tu skali porównań parami.

Tab. 19.2. Znaczenie wag kryteriów w ocenie alternatyw według ankietyzacji i punktacji

Kryterium	Waga priorytetu globalnego ankieta	A1 - globalnie	A2 - globalnie	A3 - globalnie	A1 - lokalnie	A2 - lokalnie	A3 - lokalnie	Suma (6-8)	Waga priorytetu globalnego punkty	A1 - lokalnie - punkty	A2 - lokalnie - punkty	A3 - lokalnie - punkty	Suma (11-13)
Aktywność inwestycyjna	0,185449	0,0719	0,0954	0,0181	0,3879	0,5144	0,0975	0,9998	0,181	0,3974	0,5271	0,0999	1,0244
Podwyższenie standardu życia	0,202658	0,0468	0,1403	0,0156	0,2308	0,6924	0,0769	1,0002	0,203	0,2304	0,6913	0,0768	0,9985
Lepsze wyposażenie gospodarstw domowych	0,182097	0,0364	0,1093	0,0364	0,2000	0,6000	0,2000	1,0000	0,184	0,1979	0,5938	0,1979	0,9897
Napływ kapitału na rozwój gospodarstw	0,061829	0,0265	0,0265	0,0088	0,4284	0,4284	0,1428	0,9997	0,062	0,4273	0,4273	0,1424	0,9969
Wzrost świadomości ekologicznej	0,041404	0,0083	0,0083	0,0248	0,1999	0,1999	0,5999	0,9999	0,041	0,2020	0,2020	0,6059	1,0098
Możliwość rozwoju wielofunkcyjnego wsi	0,044897	0,0301	0,0109	0,0040	0,6695	0,2426	0,0880	1,0001	0,045	0,6680	0,2420	0,0878	0,9978
Możliwość podjęcia pracy	0,182069	0,1331	0,0343	0,0147	0,7308	0,1884	0,0810	1,0002	0,183	0,7270	0,1875	0,0805	0,9951
Edukacja i rozszerzenie horyzontów	0,049715	0,0371	0,0066	0,0059	0,7469	0,1336	0,1193	0,9997	0,050	0,7426	0,1328	0,1186	0,9940
Poznanie obcej kultury i języka	0,049889	0,0365	0,0094	0,0040	0,7308	0,1884	0,0810	1,00021	0,051	0,71490	0,18431	0,07922	0,97843
Suma:	1,000007							Suma:	1,000				

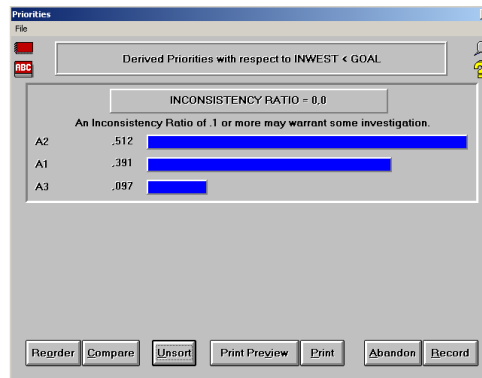
Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 7.5 publikacji: Cymanow P., *Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat Polskich*, Difin, Warszawa 2018.

A teraz przejdźmy do porównania parami alternatyw decyzyjnych, na początek dla kryterium INWEST (zob. Rycina 19.7).

	[Best Fit]	A2	A3
A1		1,3	4,0
A2			← 5,3

Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.
Ryc. 19.7. Porównanie parami alternatyw kryterium INWEST

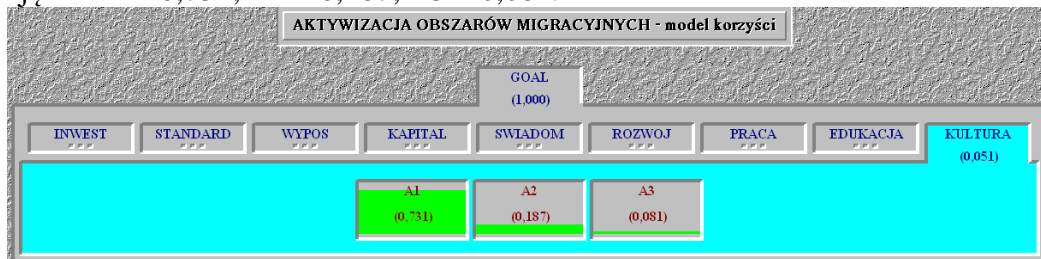
Przekonujemy się, że nasze porównanie jest prawidłowe. Dominuje alternatywa A2 o współczynniku istotności 0,512, przy czym suma wszystkich (0,512 + 0,391 + 0,097) równa się jeden (zob. Rycina 19.8).



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

Ryc. 19.8. Ranking alternatyw kryterium INWEST

Postępujemy podobnie, porównując parami alternatywy z dalszymi kryteriami zapisując wyniki w *File/Record*. Zobaczmy jeszcze wyniki porównania parami dla kryterium KULTURA o udziale w celu głównym 0,051, przy czym udziały lokalne poszczególnych alternatyw decyzyjnych są następujące: A1 – 0,731; A2 – 0,187; A3 – 0,081.



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

Ryc. 19.9. Ranking alternatyw kryterium KULTURA

Pełne zestawienie ocen względnych przy porównywaniu parami alternatyw wszystkich dziewięciu kryteriów pokazano na Rycinie 19.10. Przykładowo występująca w relacji (A1 – A2) wartość **1,3** obliczona została jako iloraz (0,527072/0,397403), przy czym pogrubienie oznacza dominację A2 nad A1.

	A	B	C	D	E	F
1	A1 - lokalnie - punkty	A2 - lokalnie - punkty	A3 - lokalnie - punkty			
2	11	12	13		A2	A3
3	0,397403	0,527072	0,099890	A1	1,3	4,0
4				A2		5,3
5	0,230443	0,691281	0,076798	A1	3,0	3,0
6				A2		9,0
7	0,197935	0,593804	0,197935	A1	3,0	1,0
8				A2		3,0
9	0,427258	0,427258	0,142419	A1	1,0	3,0
10				A2		3,0
11	0,201951	0,201951	0,605854	A1	1,0	3,0
12				A2		3,0
13	0,668000	0,242000	0,087778	A1	2,8	7,6
14				A2		2,8
15	0,727049	0,187486	0,080546	A1	3,9	9,0
16				A2		2,3
17	0,742600	0,132800	0,118600	A1	5,6	6,3
18				A2		1,1
19	0,714902	0,184314	0,079216	A1	3,9	9,0
20				A2		2,3

Źródło: Opracowanie własne w *Excelu*.

Ryc. 19.10. Zestawienie ocen punktowych dziewięciu kryteriów przy porównywaniu Parami alternatywy decyzyjnych

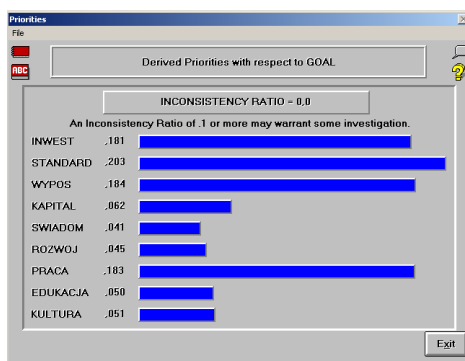
19.4. Podsumowanie wyników

Program *Expert Choice* umożliwia uzyskanie raportu zbiorczego znaczenia wszystkich kryteriów w celu głównym dla uproszczonej struktury zaprezentowanej na Rycinie 19.11.



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

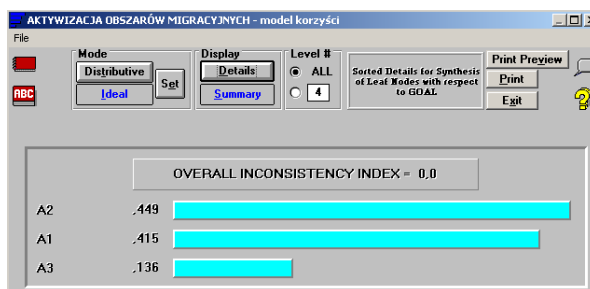
Ryc. 19.11. Idea struktury hierarchicznej problemu decyzyjnego



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

Ryc. 19.12. Wagi znaczeń globalnych kryteriów w celu głównym

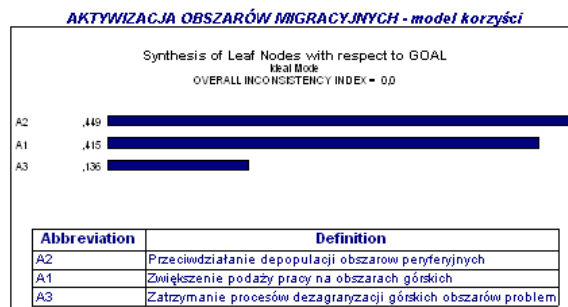
Omawiany program umożliwia także wykonanie końcowego zestawienia znaczenia alternatyw decyzyjnych w odniesieniu do celu głównego korzystając z menu *Synthetic/from Goal* i przycisku metody *Ideal* i podsumowania wag *Summary* (zob. Rycina 19.13).



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

Ryc. 19.13. Ranking wag znaczeń globalnych alternatyw w celu głównym

Opcjonalnie możemy też skorzystać z menu *Print Preview* z poziomu celu głównego dla metody *Ideal*.



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

Ryc. 19.14. Opis alternatyw decyzyjnych

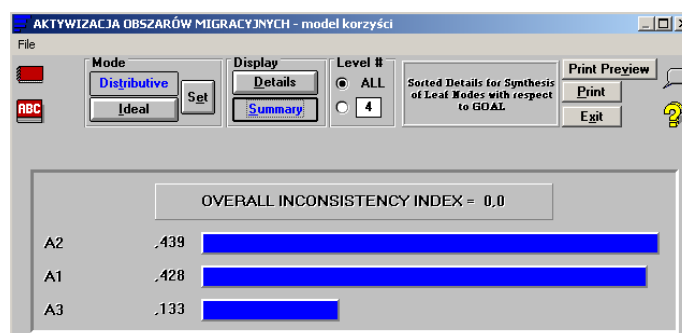
Wyznaczenie znaczenia poszczególnych trzech alternatyw w celu głównym, dla poszczególnych kryteriów następuje, poprzez przemnożenie istotności względnej danej alternatywy przez znaczenie danego wariantu w celu głównym. Korzystamy z przycisków: *Distributive*, *Details* (zob. Rycina 19.15).

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
STANDARD = .203	A2 = .141			
	A1 = .047			
	A3 = .016			
WYPOS = .184	A2 = .110			
	A1 = .037			
	A3 = .037			
PRACA = .183	A1 = .134			
	A2 = .034			
	A3 = .015			
INWEST = .181	A2 = .092			
	A1 = .071			
	A3 = .018			
KAPITAL = .062	A1 = .026			
	A2 = .026			
	A3 = .009			
KULTURA = .051	A1 = .037			
	A2 = .010			
	A3 = .004			
EDUKACJA = .050	A1 = .037			
	A2 = .007			
	A3 = .006			
ROZWOJ = .045	A1 = .030			
	A2 = .011			
	A3 = .004			
SWIADOM = .041	A3 = .025			
	A1 = .008			
	A2 = .008			

Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

Ryc. 19.15. Wagi globalne alternatyw decyzyjnych w odniesieniu do poszczególnych kryteriów

Nadmienię, że obliczenie globalnej istotności względnej przykładowo dla kryterium KULTURA i alternatywy A1 następuje przez przemnożenie ($0,051 \times 0,731 = 0,037$) (zob. Ryciny 19.9 i 19.15). Zatem udział dla alternatywy A1 i wszystkich kryteriów, liczony z dokładnością do trzech miejsc po przecinku, w celu głównym stanowi w przybliżeniu sumę jej udziałów w poszczególnych kryteriach: $0,047 + 0,037 + 0,134 + 0,071 + 0,026 + 0,037 + 0,037 + 0,030 + 0,008 = 0,427$. Według innej metody zwanej *Distributive* i opcji *Summary* udział alternatywy A1 w celu głównym wynosi 0,428.



Źródło: Opracowanie własne w *Expert Choice*.

Ryc. 19.16. Wagi globalne alternatyw decyzyjnych obliczone według metody *Distributive/Summary*

Zobaczmy jeszcze zestawienie zbiorcze wydruku, dla naszego uproszczonego przykładu dydaktycznego i wersji bezpłatnej programu *Expert Choice*, przy skorzystaniu z opcji *Print Preview*.

AKTYWIZACJA OBSZARÓW MIGRACYJNYCH - model korzyści

Synthesis of Leaf Nodes with respect to GOAL
 Overall Index
 OVERALL INCONSISTENCY INDEX = 0,0

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
STANDARD = ,203	A2 = ,141			
	A1 = ,047			
	A3 = ,016			
WYPDS = ,184	A2 = ,110			
	A1 = ,037			
	A3 = ,037			
PRACA = ,183	A1 = ,134			
	A2 = ,034			
	A3 = ,015			
INWEST = ,181	A2 = ,092			
	A1 = ,071			
	A3 = ,018			
KAPITAL = ,062	A1 = ,026			
	A2 = ,026			
	A3 = ,009			
KULTURA = ,051	A1 = ,037			
	A2 = ,010			
	A3 = ,004			
EDUKACJA = ,050	A1 = ,037			
	A2 = ,007			
	A3 = ,006			
ROZWÓJ = ,046	A1 = ,030			
	A2 = ,011			
	A3 = ,004			
SWIADOM = ,041	A3 = ,025			
	A1 = ,008			
	A2 = ,008			

Trial Use Only

Źródło: Opracowanie własne w Expert Choice.

Ryc. 19.17. Raport umożliwiający dla wersji profesjonalnej ukazanie 5-cio poziomowej struktury hierarchicznej problemu decyzyjnego

19.5. Zagadnienia

1. Subkryteria
2. Budowa oddzielnych modeli dla wspólnego celu
3. Porównanie cyfrowe parami
4. Skala Saatięo
5. Wagi ocen istotności kryteriów
6. Zestawienie ocen względnych
7. Cel główny w strukturze hierarchicznej
8. Ranking znaczeń globalnych
9. Globalna istotność względna
10. Poziomy struktury hierarchicznej modelu

* * *

Występują obecnie różne narzędzia informatyczne rozwiązywania zadań optymalizacyjnych wielokryterialnych. Postawą ich są jednak wcześniejsze opublikowane metody teoretyczne. Przykładem jest referat Adamusa i Grędy, w którym autorzy zaprezentowali dwie metody wielokryterialnego podejmowania decyzji: *analizy proces hierarchiczny* (AHP), *analizy proces sieciowy* (ANP), stanowiący udoskonaloną formę AHP⁴⁴¹.

Program *Expert Choice* wspomaga podejmowanie decyzji, umożliwiając zmniejszenie obszaru niepewności⁴⁴². Zastosowano w nim technikę AHP, zwaną też *hierarchiczną analizę problemu*. Czynniki mierzalne mogą być porównywane z czynnikami niemierzalnymi. Umożliwia to uwzględnienie preferencji decydenta. Metodą pozyskiwania danych jest między innymi określenie wzajemnej dominacji obiektów, traktowanych jako kryteria lub warianty rozwiązań przez porównywanie parami.

⁴⁴¹ Internet: Adamus W., Gręda A.: *Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich*, Instytut Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2005.

⁴⁴² W opracowaniu uwzględniono elementy publikacji: Duczmal M., *Metody optymalizacji w zarządzaniu*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

20. Wspomaganie zarządzania ryzykiem

20.1. Wstęp

Występują obecnie różne narzędzia informatyczne rozwiązywania zadań optymalizacyjnych wielokryterialnych. Postawą ich są jednak wcześniejsze opublikowane metody teoretyczne. Przykładem jest referat Adamusa i Grędy, w którym autorzy zaprezentowali dwie metody wielokryterialnego podejmowania decyzji⁴⁴³:

- analityczny proces hierarchiczny (AHP),
- analityczny proces sieciowy (ANP), stanowiący udoskonaloną formę AHP.

Twórcą obu metod jest amerykański matematyk profesor Thomas L. Saaty z Uniwersytetu w Pittsburgu. Według autorów referatu podejmowanie decyzji to ocenianie alternatyw, które spełniają zbiór pożądaných celów, a decyzja jest wyborem jednego z nich. Natomiast decyzja optymalna to taka która spełnia najmocniej kompletny zbiór celów.

Program *Expert Choice* wspomaga podejmowanie decyzji, umożliwiając zmniejszenie obszaru niepewności⁴⁴⁴. Zastosowano w nim technikę zwaną *hierarchiczną analizę problemu* (AHP). Czynniki mierzalne mogą być porównywane z czynnikami niemierzalnymi. Umożliwia to uwzględnienie preferencji decydenta. Metodą pozyskiwania danych jest określenie wzajemnej dominacji obiektów, traktowanych jako warianty przez porównywanie parami. Standardowo program ten stanowiący pomoc do analizy decyzji oraz przeprowadzania ocen służy do⁴⁴⁵:

- alokacji zasobów,
- oceny pracowników i decyzji płacowych,
- oceny prac inżynierskich,
- wspomaganie decyzji zespołowych,
- analizy korzyści oraz nakładów,
- wyboru wariantów.

Rozwiązywanie problemu decyzyjnego w *Expert Choice* rozpoczynamy od budowy modelu hierarchicznego jako drzewa czynników wpływu. Na szczycie tego drzewa jest *cel nadrzędny*, niżej *kryteria*, w kolejności *podkryteria*, które mogą oznaczać czynniki lub warianty, mające wpływ na osiągnięcie celu głównego. Tak więc na dolnym szczeblu hierarchii znajdują się warianty decyzyjne. Mogą być przyjęto jednolite warianty decyzyjne dla wszystkich rozważanych kryteriów, chociaż ich ilość i rodzaj mogą być różne w zależności od danego kryterium. W kolejności w *Expert Choice* następuje wzajemne porównywanie parami kryteriów. Oceny te stanowiące *względne istotności* rozważanych czynników wpływu określane są mianem preferencji. Omawiany program udostępnia cztery rodzaje porównań, w tym użyte w zamieszczonym przykładzie, często stosowane porównanie liczbowe. Następnym etapem (jeśli nie występują podkryteria) jest wprowadzenie ocen dla wariantów przez porównywanie ich również parami w ramach określonego kryterium. Ponieważ w ocenie decydenta, wspomagającego się często doradcą, mogą występować niedoskonałości wynikające z jego intuicji dotyczącej dominacji jednego czynnika nad drugim, program ma „narzędzie” w postaci obliczanego *stopnia niespójności (niezgodności) ocen*. Jeśli stopień niespójności ocen $\geq 0,1$ (10%) zalecane jest ponowne przeanalizowanie danych, aby wyeliminować oceny niezgodne w macierzy porównań parami.

Program *Expert Choice* ma możliwość dokonania syntezy wprowadzonych danych i wyłonienia rankingu wariantów (czynników) decyzyjnych. Etapem końcowym pracy z tym programem może być analiza wrażliwości. Pokazuje ona jak zmiany dokonanych ocen mogą wpływać na końcowy ranking rozpatrywanych wariantów decyzyjnych.

⁴⁴³ Internet: Adamus W., Gręda A.: *Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich*, Instytut Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2005.

⁴⁴⁴ W opracowaniu uwzględniono elementy publikacji: Duczmal M., *Metody optymalizacji w zarządzaniu*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

⁴⁴⁵ Opracowanie bazuje na publikacji w Internecie: Sikorski M., *Instrukcja do programu Expert Choice v. 9.5 (Student)*, Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii, Gdańsk 2000, data pobrania: 12.08.2018.

20.2. Wstępna budowa struktury hierarchicznej

Formułowanie struktury modelu przedstawię na przykładzie *hierarchicznej analizy problemu* (AHP) ryzyka „wzrost wielkości produkcji”⁴⁴⁶. W wymienionej w przypisie publikacji celem jest wybór wariantu z najniższą wielkością priorytetu ryzyka poprzez porównanie ze sobą wszystkich czynników modelu decyzyjnego, a więc: kryteriów, subkryteriów, oraz elementów w ramach opracowanych subsieci dla niektórych subkryteriów (wariantów). Gdy zastosujemy metodę Analitycznego procesu Sieciowego (ANP)⁴⁴⁷ to wymaga to dostępu do programu *Super Decisions*. W metodzie tej dla elementów modelu obliczane są priorytety lokalne oraz globalne, przy czym priorytety globalne wskazują na ważność danego elementu w realizacji celu głównego. Priorytety lokalne wyrażają znaczenie danego elementu (czynnika) wewnątrz subsystemu danego kryterium.

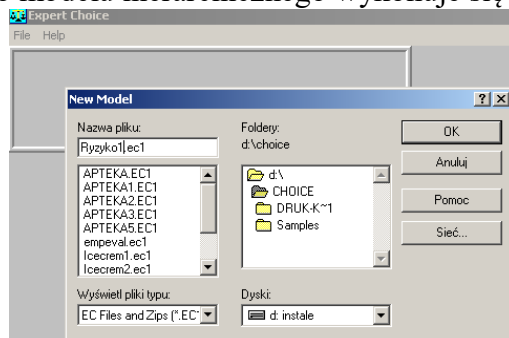
Z powodów niedostępności bezpłatnej programu *Super Decisions* realizację problemu decyzyjnego przeprowadzono stosując darmowy, dostępny w Internecie w wersji edukacyjnej, program *Expert Choice* w wersji 9.5. Budując model hierarchiczny klasy AHP rozpoczynamy od góry wprowadzając do programu kolejno:

- cel nadrzędny określony symbolem domyślnym GOAL,
- kryteria oraz jeśli występują podkryteria,
- warianty (czynniki).

Do realizacji naszego przykładu skorzystamy z modułu *Evaluation and Choice* w ramach programu *Expert Choice*, który instalujemy z Internetu na dysku własnego komputera, przykładowo na ścieżce *D:\Choice\ec.exe*. Uruchomienie programu pod systemem operacyjnym Windows XP następuje poprzez wywołanie pliku *ec.exe* ze wskazanej ścieżki lub pobranie poprzez menu:

Start/Programy/ECPro/Evaluation and Choice.

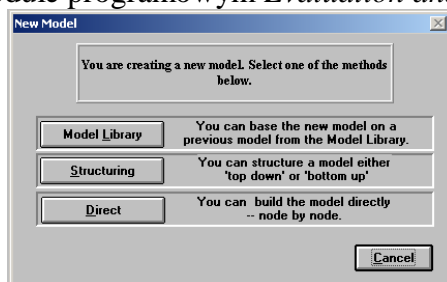
Natomiast utworzenie nowego modelu hierarchicznego wykonuje się przez użycie menu: *File/New*.



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice

Ryc. 20.1. Określenie nowego pliku o nazwie *Ryzyko1.ec1*

Nadajemy nazwę pliku do 8. znaków i zapisujemy go we wcześniej utworzonym podkatalogu *Choice* na dysku *D:*, przy czym program nadaje plikowi rozszerzenie *ec1*. Po naciśnięciu OK pokazuje się nam okno z którego wybieramy opcję *Direct* umożliwiającą bezpośrednio wprowadzenie czynników w module programowym *Evaluation and Choice* (zob. Rycina 20.2).



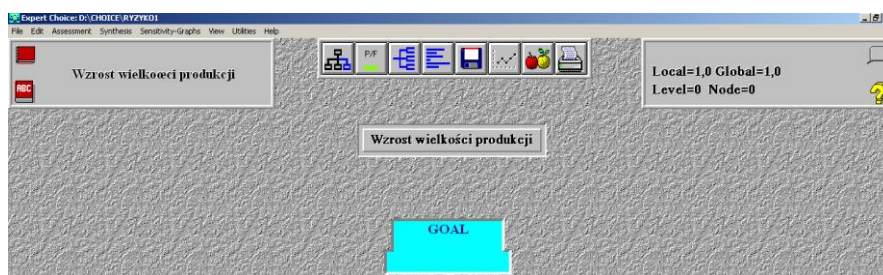
Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice

Ryc. 20.2. Wybór sposobu zakładania nowego pliku

⁴⁴⁶ Florek-Paszowska A., Cymanow P., *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie produkcyjnym z zastosowaniem Analitycznego Procesu Sieciowego*, publikacja w formacie pdf w Internecie, dostęp: 12.08.2018.

⁴⁴⁷ Ibidem.

Po akceptacji opcji *Direct* w kolejnym okienku *Enter GOAL Definition* wpisujemy opis celu głównego do 65 znaków⁴⁴⁸ *Wzrost wielkości produkcji* i akceptujemy klawiszem ENTER (zob. Rycina 20.3). W ten sposób utworzyliśmy pierwszy poziom struktury hierarchicznej, a zainicjowany model zapisywany jest w pliku *Ryzyko1.ec1* w ramach katalogu *Choice*.



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.3. Określenie celu głównego

Kryteria celu głównego wprowadzamy w następujący sposób⁴⁴⁹:

1. Z menu *Edit* wybieramy *Insert*.
2. Wprowadzamy nazwę pierwszego kryterium *ORGANIZ* i naciskamy ENTER.
3. Wprowadzamy opis *Organizacyjne* i naciskamy OK.
4. Powtarzamy czynność 2 i 3, aby wprowadzić dalsze kryteria i ich opisy, a mianowicie:
 PRODUKC – *Produkcyjne*,
 EKONOM – *Ekonomiczne*,
 TECHNOL – *Technologiczne*.
5. Naciskamy klawisz *Esc*, aby zakończyć wprowadzanie kryteriów.

W modelu sieciowym wspomnianego przykładu literaturowego wprowadzono pięć wymienionych dalej sub-sieci decyzyjnych dla czynników, z określeniem dla nich priorytetów lokalnych odniesionych do danego subkryterium oraz globalnych w stosunku do celu głównego⁴⁵⁰:

- Ograniczenie finansowe firmy.*
- Problem z pozyskaniem surowców.*
- Brak opłacalności inwestycji.*
- Brak wykwalifikowanej kadry.*
- Niespełnienie wymagań jakościowych.*

Dla naszego przykładu, czyli modelu *AHP* potraktujemy je jednak jako warianty z priorytetami lokalnymi (w nawiasach podano wielkości priorytetów globalnych):

1	2	3	4	5
0,5213 (0,1187)	0,5235 (0,0688)	0,2901 (0,0661)	0,5465 (0,0385)	0,4909 (0,0346)

Przyjmując sub-sieci jako warianty subkryteriów to w modelu *AHP* ryzyka wystąpi jednakowa ich liczba, chociaż mają one różne znaczenia. Gdyby były jednakowe to wprowadzilibyśmy warianty tylko do subkryterium *ORGANIZ*, a następnie skopiowali pod kryteria dalsze *PRODUK*, *EKONOM*, *TECHNOL*. Warianty stanowią trzeci poziom struktury hierarchicznej, a procedura ich wprowadzania jest następująca:

1. Klikamy kryterium *ORGANIZ*; z menu *Edit* wybieramy *Insert*; zostanie utworzone okienko; wpisujemy skróconą nazwę *RYNEK* oraz opis *Niedokładne badanie rynku*.
2. Powtarzamy wpisanie skrótu i nazwy dla dalszych wariantów w ramach subkryterium organizacyjnego.

⁴⁴⁸ W budowie struktury modelu hierarchicznego zabazowano częściowo na przykładzie modelu ANP ryzyka „wzrost wielkości produkcji” przedsiębiorstwa produkcyjnego (rys. 2) artykule: Florek-Paszowska A., Cymanow P., *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie produkcyjnym z zastosowaniem Analitycznego Procesu Sieciowego*, op.cit.

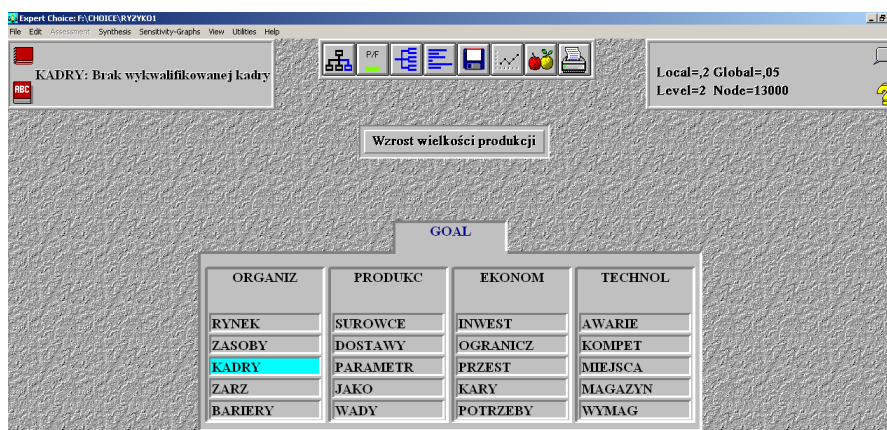
⁴⁴⁹ Opracowanie bazuje na publikacji w Internecie: Sikorski M., *Instrukcja do programu Expert Choice v. 9.5 (Student)*, op.cit., s. 8.

⁴⁵⁰ Florek-Paszowska A., Cymanow P., *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie produkcyjnym z zastosowaniem Analitycznego Procesu Sieciowego*, op.cit, s. 118.

W celu zakończenia klikamy na poprzednie kryterium, przy ostatnim jako pustym. Gdyby były jednakowe nazwy wariantów w ramach subkryteriów to powielamy je następująco:

1. Mając podświetlony wariant *RYNEK*, z menu *Edit* wybieramy *Replicate*.
2. Zaznaczamy „to all Leaves” aby skopiować warianty dla dalszych kryteriów.
3. Dwukrotnie klikamy obiekt *GOAL* – cel nadrzędny, aby zaktualizować cały model hierarchiczny.

Po pojedynczym wprowadzaniu danych warianty występują teraz poniżej każdego kryterium (zob. Rycina 20.4).

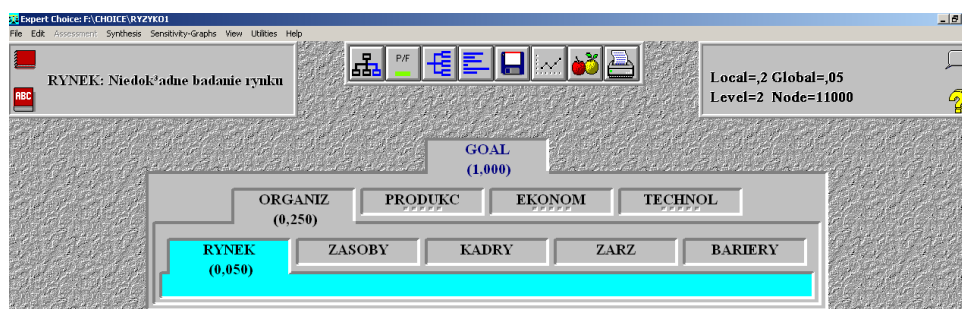


Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.4. Struktura modelu hierarchicznego z różnymi co do nazwy wariantami w ramach subkryteriów

Zwróćmy uwagę na wariant *KADRY*, będący na poziomie drugim ($Level = 2$), a jego znaczenie domyślne, przy 20. wariantach stanowi ($1/20 = 0,05$). Na ekranie pokazano także opis tego wariantu. Przyjmując, że cel główny *GOAL* jest 1 to znaczenie domyślne każdego z czterech kryteriów jest ($1/4 = 0,25$). Następnie zapisujemy dane w przykładowym pliku *Ryzyko1.ec1*, który program pisze dużymi literami, korzystając z opcji *Save* z menu *File*.

Jeśli pomylimy się w wprowadzaniu czynników struktury modelu to dokonujemy poprawek korzystając z menu *Edit/Node Name*. Natomiast po kliknięciu klawiszem *P/F* ukażą się nam domyślne wielkości preferencji, zwanych też priorytetami, w tym celu głównego (1,000) i czterech kryteriów po (0,250) oraz wstępnie 20 wariantów, każdy z nich po 0,050 (zob. Rycina 20.5).



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.5. Domyślne wielkości priorytetów obiektów (node) struktury modelu hierarchicznego

Autorzy publikacji internetowej „Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie z zastosowaniem Analitycznego Procesu Sieciowego”, na podstawie przeprowadzonego przez nich badania dla potrzeb modelu ANP ryzyka, określili priorytety kryteriów oraz subkryteriów (wariantów) (zob. Tabela 20.1). Czcionką pochyłą zaznaczono subkryteria stanowiące w modelu ANP sub-sieci mające własne dalsze struktury. Trzeba jednak zaznaczyć, że sumy kontrolne priorytetów lokalnych dla kryteriów i subkryteriów są równe jeden. Uzyskane wielkości priorytetów lokalnych były bazą w moich dalszych procedurach demonstrujących oceny liczbowe porównywanych parami kryteriów/wariantów.

Tab. 20.1. Priorytety kryteriów i subkryteriów

Kryterium	Subkryterium	Priorytet lokalny
Organizacyjne (0,1409)	Niedokładne badanie rynku	0,1080
	Brak zasobów	0,1753
	Brak wykwalifikowanej kadry	0,5465
	Niekompetentne zarządzanie	0,1105
	Bariery psychologiczne pracowników	0,0597
	Suma:	1
Produkcyjne (0,2628)	Problem z pozyskaniem surowców	0,5235
	Nieterminowość dostaw	0,1150
	Niewłaściwy dobór parametrów	0,1011
	Niestabilność jakości produkowanych wyrobów	0,1202
	Zwiększenie ilości wadliwych wyrobów	0,1402
	Suma:	1
Ekonomiczne (0,4554)	Brak opłacalności inwestycji	0,2901
	Ograniczenia finansowe firmy	0,5213
	Straty w wyniku przestoju, nie uruchomienie produkcji	0,0418
	Kary za zerwanie/nie dotrzymanie kontraktów	0,0758
	Brak możliwości realizacji zapotrzebowania na wyroby o zmiennych parametrach	0,0710
	Suma:	1
Technologiczne (0,1409)	Awarie maszyn i urządzeń	0,2446
	Brak kompetencji w realizacji nowych technologii	0,1116
	Brak miejsca na hali	0,0856
	Brak możliwości magazynowania	0,0673
	Niespełnienie wymagań jakościowych	0,4909
Suma: 1	Suma:	1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 2 „Znaczenie elementów decyzyjnych w modelu ANP ryzyka”⁴⁵¹.

20.3. Ocena liczbowa kryteriów i wariantów

Zasadniczo zbudowanie modelu hierarchicznego problemu decyzyjnego sprowadza się do ocen liczbowych zarówno kryteriów jak i wariantów. Zachodzi więc potrzeba pozyskania tych ocen od decydenta w zakresie porównywanie parami jego elementów pod kątem względnej ważności kryteriów oraz preferencji w odniesieniu do wariantów. W tym celu decydent powinien skorzystać z fundamentalnej skali porównań, której fragment zamieszczono w Tabeli 20.2.

Tab. 20.2. Fragment fundamentalnej skali porównań

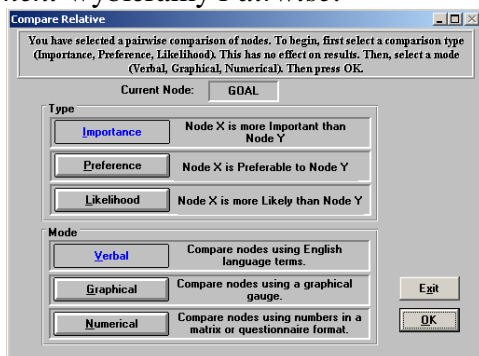
Skala ważności	Definicja	Wyjaśnienie
1	Równe znaczenie	Równoważność obu porównywalnych elementów.
3	Słaba lub umiarkowana przewaga	Słabe (umiarkowane) znaczenie lub preferencja jednego elementu nad drugim.
5	Mocna przewaga	Mocna preferencja (znaczenie) jednego elementu nad drugim.
7	Bardzo mocna (silna) przewaga	Dominujące znaczenie lub bardzo mocna preferencja jednego elementu nad drugim.
9	Ekstremalna lub absolutna	Absolutnie większe (najwyższe) znaczenie (preferencja) jednego elementu nad drugim
2, 4, 6, 8	Dla porównań kompromisowych pomiędzy powyższymi wartościami	Czasem istnieje potrzeba interpolacji kompromisowych opinii.

Źródło: Opracowano na podstawie tab. 1 publikacji internetowej: Adamus W., Gręda A. *Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich*, Wydawnictwo uczelniane „Badania operacyjne i decyzje” nr 2, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2005.

Porównywanie realizujemy opcją menu głównego *Assessment*. Następnie dla naszego przykładu jako rodzaj porównań wariantów przyjmujemy opcję *Importance* (ważność), a dla wariantów *Preference* (preferencja). Sposobem porównań jest opcja *Numerical* (liczbowy), która umożliwia porównywanie czynników z użyciem liczb skali ważności w formie macierzy porównań. Przykładowo najpierw porównujemy warianty, potem określamy istotność kryteriów oceny celu nadrzędnego. Przystępując do pracy uaktywniamy czynnik nadrzędny wobec rozpatrywanego

⁴⁵¹ Florek-Paszowska A., Cymanow P., *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie produkcyjnym z zastosowaniem Analitycznego Procesu Sieciowego*, op.cit, s. 119 (artykuł internetowy w formacie pdf).

poziomu w strukturze hierarchicznej. Po otwarciu pliku modelu znajdującego się na ścieżce *D:\Chocce\Ryzko1.ec1* dla porównania w sposób liczbowy istotności par kryteriów klikamy na cel nadrzędny *GOAL*. Z menu *Assessment* wybieramy *Pairwise*.

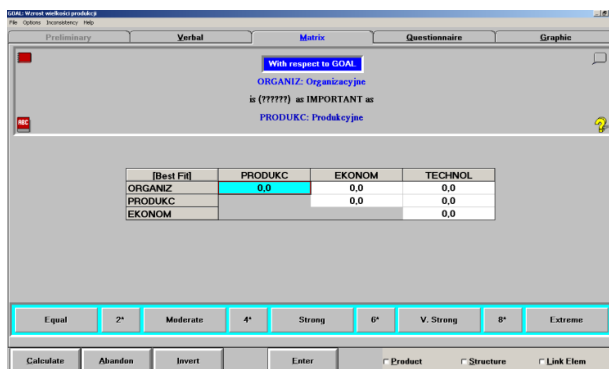


Źródło: Opracowanie własne w programie *Expert Choice*.

Ryc. 20.6. Okno dialogowe wyboru typu i sposobu porównywania kryteriów parami

Dla określenia względnej ważności kryteriów wybieramy *Importance* i *Numerical*. Następnie porównujemy parami kryteria zapisując oceny liczbowe z dokładnością do jednego miejsca po przecinku na podstawie Tabeli 20.1 wprowadzając dane do macierzy porównań. Używamy jak już wspomniano dziewięciostopniowej skali ocen, wskazując w ten sposób „krotność” dominacji jednego wariantu nad drugim. Ocenianie wymaga postępowania iteracyjnego, aby zaobserwować skutki naszego działania. Z tego względu poniżej macierzy na ekranie znajdują się następujące przyciski:

- *Calculate*: kończy wprowadzanie ocen, inicjuje obliczenia i wyświetla wyniki w postaci wykresu słupkowego;
- *Abandon*: powraca do menu głównego; *Invert*: zmienia kierunek dominacji;
- *Enter*: zapisuje ostatnio wprowadzoną opcję i przenosi kursor do następnej komórki.



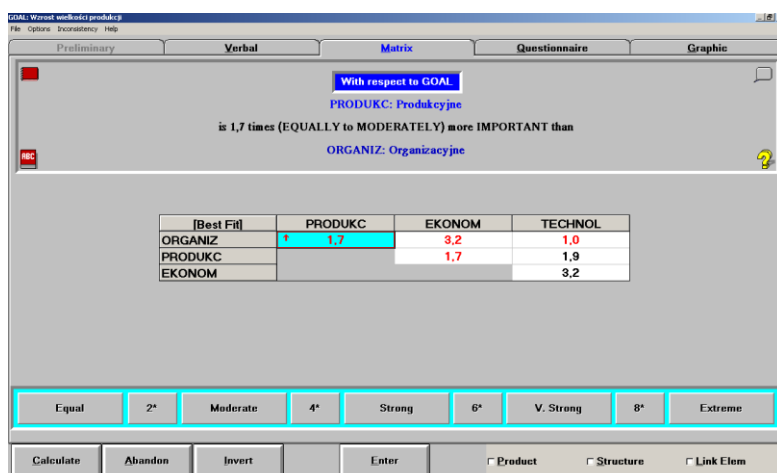
Źródło: Opracowanie własne w programie *Expert Choice*.

Ryc. 20.7. Zainicjowana macierz do wprowadzania porównań ze wskazaniem strzałką kryterium dominującego

Procedura postępowania, jak już nadmieniono, dla wprowadzania ocen liczbowych dla kryteriów jest następująca:

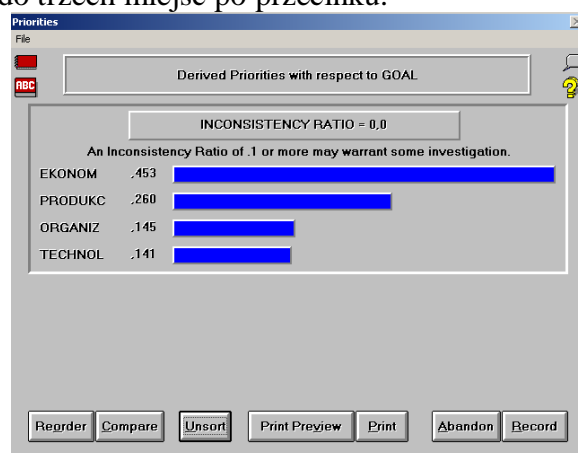
1. Klikamy na *GOAL*, z menu *Assessment* wybieramy *Pairwise*.
2. Wybieramy rodzaj porównania *Importance* i sposób porównania *Numerical*.
3. Dla pierwszej pary *ORGANIZ* i *PRODUKC*, dla kryterium *PRODUKC* nadano ocenę (wskaźnik dominacji) równy $(0,2628/0,1409) \approx 1,7$; klawiszem *ENTER* zatwierdzamy wprowadzoną z klawiatury wielkość.
4. W analogiczny sposób wprowadzamy kolejne oceny dla par wariantów wskazując strzałką wariant dominujący; kierunek wariantu dominującego zmieniamy klikając przycisk *Invert* u dołu ekranu (zob. tabela ocen i Rycina 20.8 wprowadzonych porównań parami).

Porównanie	PRODUKC	EKONOM	TECHNOL
ORGANIZ	↑1,7 (0,2628/0,1409)	↑3,2 (0,4554/0,1409)	1 (0,1409/0,1409)
PRODUKC		↑1,7 (0,4554/0,2628)	←1,9 (0,2628/0,1409)
EKONOM			←3,2 (0,4554/0,1409)



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.
Ryc. 20.8. Macierz porównania parami kryteriów

Dla obliczenia wartości względnych istotności kryteriów (priorytetów lokalnych) naciskamy *Calculate*; następnie przycisk *Sort*, który służy do uporządkowania kryteriów według malejącej istotności, oczywiście przy zadanych w przybliżeniu ocenach liczbowych kryteriów stosunku do celu głównego (zob. Rycina 20.9). Suma obliczonych priorytetów względnych równa się 0,999 – przy podawaniu wyników do trzech miejsc po przecinku.



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.
Ryc. 20.9. Wykres słupkowy względnych istotności (priorytetów lokalnych) czterech kryteriów

Jak widzimy rezultatem naszej procedury jest wykres słupkowy obliczonych ocen dla kryteriów z jednoczesnym obliczeniem wskaźnika niespójności ocen parami podanego przez decydenta (*INCONSISTENCY RATIO*) zamieszczonego nad wykresem słupkowym (zob. Rycina 20.9). Z tej ryciny wynika, że wskaźnik niespójności nie przekracza **0,1**, wynosi bowiem zero, co wskazuje na poprawność poddanych przez decydenta ocen. Jeśli wskaźnik niespójności przekracza 0,1 to zwracamy się do decydenta o ponowne przeanalizowanie wstępnych ocen parami wskaźników. Naciśnięcie na przycisk *File Record* powoduje zapisanie priorytetów względnych kryteriów w zbiorze *Ryzyko1.ec1*. Wyznaczone istotności kryteriów odczytane z Ryciny 20.9. są następujące:

Kryterium	Istotność
ORGANIZ	0,145
PRODUKC	0,260
EKONOM	0,453
TECHNOL	0,141
Suma:	≈ 1

Z zestawienia wynika, że najistotniejszym dla decydenta jest kryterium *Ekonomiczne*. Rezultat programu po tej operacji pokazano na Rycinie 20.10.

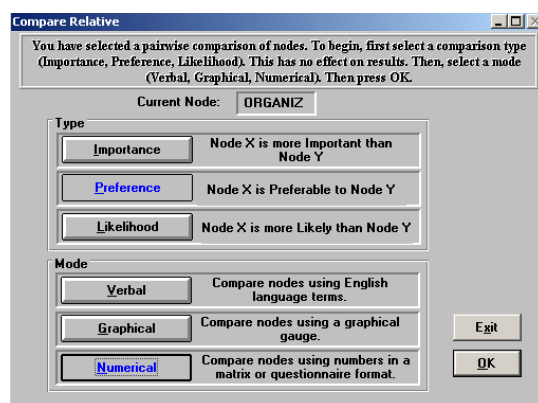
GOAL (1,000)			
ORGANIZ (0,145)	PRODUKC (0,260)	EKONOM (0,453)	TECHNOL (0,141)
RYNEK	SUROWCE	INWEST	AWARIE
ZASOBY	DOSTAWY	OGRANICZ	KOMPET
KADRY	PARAMETR	PRZEST	MIEJSCA
ZARZ	JAKO	KARY	MAGAZYN
BARIERY	WADY	POTRZEBY	WYMAG

Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice.

Ryc. 20.10. Skorygowane priorytety kryteriów po wprowadzeniu i skalkulowaniu ocen porównań

Przystąpmy teraz do określenia priorytetów, czyli uporządkowania wariantów wobec danego kryterium. Dla wprowadzenia ocen liczbowych dla określenia priorytetów zwanych lokalnymi przez porównywanie parami wariantów należy wykonać następującą procedurę:

1. Wybieramy opcję *Assessment/Pairwise*.
2. Wybieramy typ oceny *Preference* i *Numerical* (zob. Rycina 20.11).



Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice.

Ryc. 20.11. Okno dialogowe wyboru (Type) i sposobu (Mode) porównania wariantów w ramach otwartego kryterium

Analogicznie jak przy kryteriach po naciśnięciu *OK* mamy gotową tabelę do wpisywania macierzy porównań wariantów w ramach danego kryterium (zob. Rycina 20.12).

[Best Fit]	ZASOBY	KADRY	ZARZ	BARIERY
RYNEK	0,0	0,0	0,0	0,0
ZASOBY		0,0	0,0	0,0
KADRY			0,0	0,0
ZARZ				0,0

Źródło: Opracowanie własne programem Expert Choice.

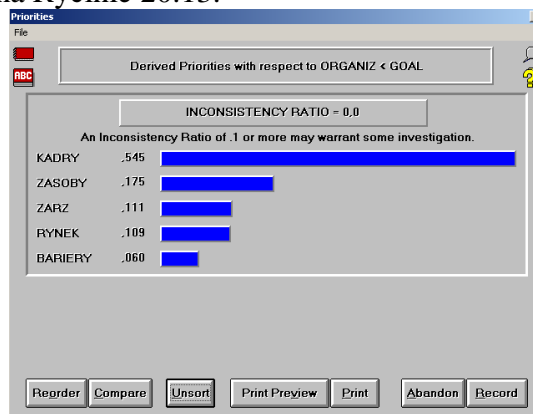
Ryc. 20.12. Zainicjowanie macierzy porównań parami wariantów w ramach kryterium ORGANIZ

Musimy jednak wcześniej skorzystać z efektów badania, czyli ustalonych priorytetów lokalnych kryteriów wyszczególnionych w Tabeli 20.1, przyjąc istotność względną (priorytet lokalny) kryterium *ORGANIZ* równą 0,145 i przejść na oceny liczbowej porównań parami poszczególnych wariantów.

Porównanie	ZASOBY	KADRY	ZARZ	BARIERY
RYNEK	↑1,6 (0,1753/0,1080)	↑5,1 (0,5465/0,1080)	1 (0,1105/0,1080)	←1,8 (0,1080/0,0597)
ZASOBY		↑3,1 (0,5465/0,1753)	←1,6 (0,1753/0,1105)	←2,9 (0,1753/0,0597)
KADRY			←4,9 (0,5465/0,1105)	←9,2 (0,5465/0,0597)
ZARZ				←1,9 (0,1105/0,0597)

4. Dla kolejnych par wariantów wprowadzamy umownie oceny liczbowe z dokładnością do jednego miejsca po przecinku pamiętając o ewentualnej zmianie kierunku dominacji wskazanej strzałką.

Efekt realizacji tej operacji w formie wykresu belkowego malejącego według względnej oceny preferencji pokazano na Rycinie 20.13.



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.13. Obliczone istotności względne preferencji wariantów w ramach kryterium ORGANIZ (Organizacyjne)

Podobnie jak przy kryteriach wywołujemy menu: *File/Record*, co powoduje zapisanie wpływu określonego wariantu na kryterium ORGANIZ do zbioru *Ryzyko1.ec1* (zob. Rycina 20.14).



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.14. Udziały wariantów względem kryterium ORGANIZ

Po zsumowaniu wielkości wpływów poszczególnych wariantów (czynników), suma ich równa się wielkości priorytetu dla kryterium ORGANIZ wobec celu głównego i wynosi **0,145**. Procentowe przybliżone udziały wariantów w kryterium ORGANIZ traktowanym jako 100% są następujące:

RYNEK	ZASOBY	KADRY	ZARZ	BARIERY
$(0,016/0,145) * 100 =$	$(0,025/0,145) * 100 =$	$(0,079/0,145) * 100 =$	$(0,016/0,145) * 100 =$	$(0,009/0,145) * 100 =$
11,0%	17,3%	54,5%	11,0%	6,2%

Postępowanie z kolejnymi kryteriami (czynnikami) dla ustalenia ich wpływów na odpowiadające im kryterium nadrzędne jest analogiczne jak przedstawione dotychczas dla kryterium *Organizacyjne* (ORGANIZ). Efekt kolejnych etapów prac prezentują dalsze zestawienia odniesione do kryteriów: *Produkcyjne* (PRODUKC), *Ekonomiczne* (EKONOM), *Technologiczne* (TECHNOL). Musimy jednak wprowadzić po kolei odpowiednie warianty, gdyż program domyślnie powielił dla pozostałych trzech kryteriów warianty z ORGANIZ.

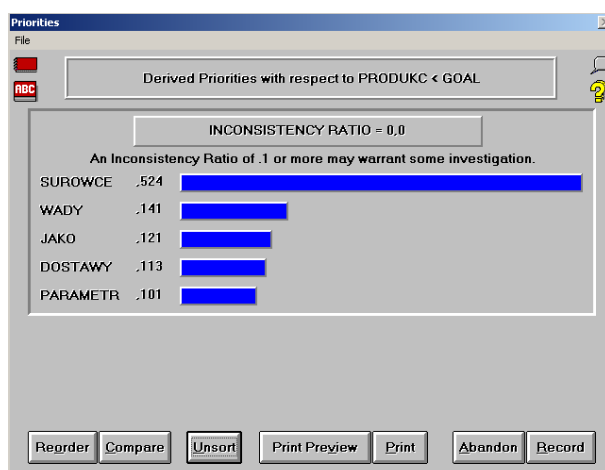
20.4. Wprowadzenie ocen liczbowych i uzyskanie preferencji lokalnych

Kryterium *Produkcyjne*

Produkcyjne (0,260)	Problem z pozyskaniem surowców	0,5235
	Nieterminowość dostaw	0,1150
	Niewłaściwy dobór parametrów	0,1011
	Niestabilność jakości produkowanych wyrobów	0,1202
	Zwiększenie ilości wadliwych wyrobów	0,1402

Porównanie	DOSTAWY	PARAMETR	JAKO	WADY
SUROWCE	←4,6 (0,5235/0,1150)	←5,2 (0,5235/0,1011)	←4,4 (0,5235/0,1202)	←3,7 (0,5235/0,1402)
DOSTAWY		←1,1 (0,1150/0,1011)	↑1,1 (0,1202/0,1150)	↑1,2 (0,1402/0,1150)
PARAMETR			↑1,2 (0,1202/0,1011)	↑1,4 (0,1402/0,1011)
JAKO				↑1,2 (0,1402/0,1202)

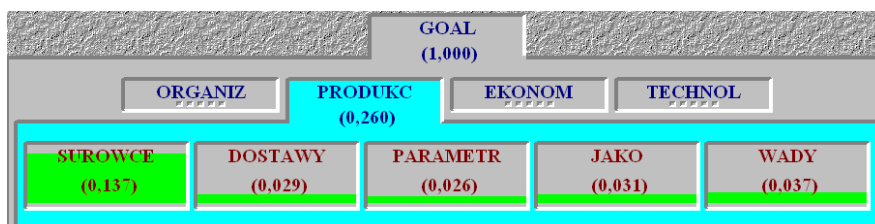
Odpowiedź programu na zadane preferencje i wskazane kryterium dominującego pokazano na Rycinie 20.15.



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.15. Obliczone przybliżone istotności względne preferencji wariantów w ramach kryterium *PRODUKC* (Produkcyjne)

Istotności względne oblicza program jako udział danego priorytetu lokalnego wariantu do priorytetu kryterium i tak np. dla wariantu *WADY* wynosi: $(0,037/0,26) = 0,1423$. Na Rycinie 20.15. jest jednak wynik 0,141, gdyż program uwzględnia większą dokładność obliczeń składników ilorazu niż to jest wyświetlone na ekranie.



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.16. Udziały wariantów względem kryterium *PRODUKC*

Suma wpływów poszczególnych wariantów na kryterium *PRODUKC* jest równa 0,26, a ich przybliżone udziały procentowe są następujące:

SUROWCE	DOSTAWY	PARAMETR	JAKO	WADY
$(0,137/0,260) * 100 = 52,7\%$	$(0,029/0,260) * 100 = 11,2\%$	$(0,026/0,260) * 100 = 10,0\%$	$(0,031/0,260) * 100 = 11,9\%$	$(0,037/0,260) * 100 = 14,2\%$

Kryterium *Ekonomiczne*

Ekonomiczne (0,453)	Brak opłacalności inwestycji	0,2901
	Ograniczenia finansowe firmy	0,5213
	Straty w wyniku przestoju, nie uruchomienie produkcji	0,0418
	Kary za zerwanie/nie dotrzymanie kontraktów	0,0758
	Brak możliwości realizacji zapotrzebowania na wyroby o zmiennych parametrach	0,0710

Przyjmując powyższe dane z badań, macierzy ocen liczbowych ze wskazaniem dominującego wariantu dla kryterium *EKONOM* jest następująca:

Porównanie	OGRANICZ	PRZEST	KARY	POTRZEBY
INWEST	$\uparrow 1,8 (0,5213/0,2901)$	$\leftarrow 6,9 (0,2901/0,0418)$	$\leftarrow 3,8 (0,2901/0,0758)$	$\leftarrow 4,1 (0,2901/0,0710)$
OGRANICZ		$\leftarrow 12,5 (0,5213/0,0418)$	$\leftarrow 6,9 (0,5213/0,0758)$	$\leftarrow 7,3 (0,5213/0,0710)$
PRZEST			$\uparrow 1,8 (0,0758/0,0418)$	$\uparrow 1,7 (0,0710/0,0418)$
KARY				$\leftarrow 1,2 (0,0758/0,0710)$

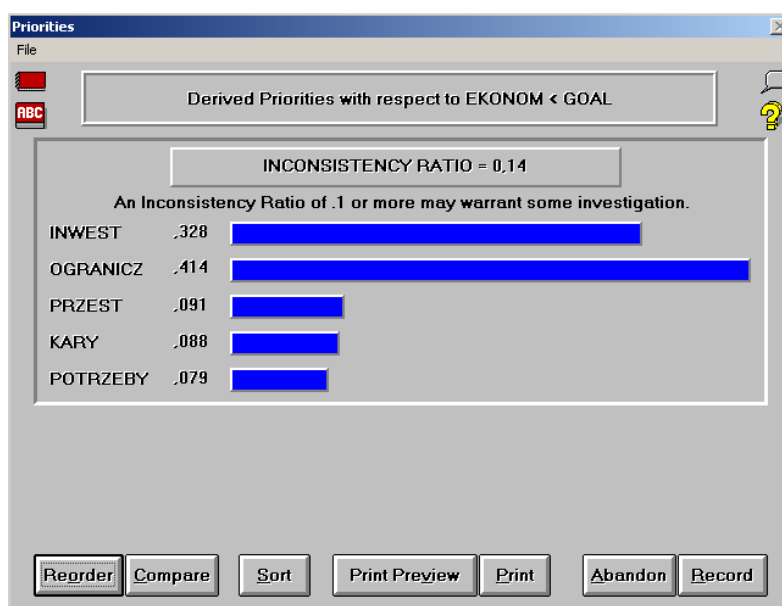
Wprowadzamy oceny liczbowe, z celowym błędem 1,2 zamiast 1,1 i wskazania dominującego wariantu do okna macierzy porównań wariantów kryterium *EKONOM* parami.

[Best Fit]	OGRANICZ	PRZEST	KARY	POTRZEBY
INWEST	↑ 1,8	6,9	3,8	4,1
OGRANICZ		1,5	6,9	7,3
PRZEST			1,8	1,7
KARY				1,2

Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.17. Zainicjowanie macierzy porównań parami wariantów w ramach kryterium *EKONOM*

System zamiast 12,5 dla par *OGRANICZ PRZEST* zapisał tylko 1,5. W odpowiedzi uzyskujemy wykres belkowy w układzie malejącym istotności względnych poszczególnych wariantów względem kryterium *EKONOM* w ramach celu głównego *GOAL* (zob. Rycina 20.18).

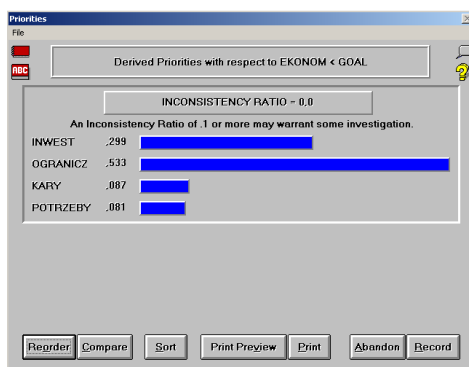


Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.18. Obliczone przybliżone istotności względne preferencji wariantów w ramach *EKONOM* (Ekonomiczne)

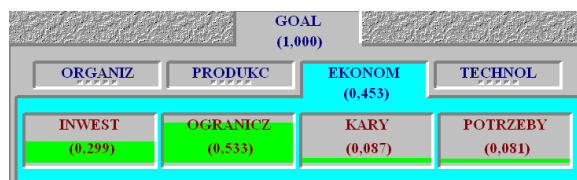
System ostrzega nas jednak, że nastąpiło błędne określenie ocen liczbowych wszystkich porównań parami, gdyż wskaźnik niespójności ocen przekracza 0,1, jest bowiem 0,14. Sytuacja wymaga ponownego przeanalizowania przez decydenta ocen dla par wariantów. Poprawiamy ocenę pary *KARY POTRZEBY* na 1,1. Ponadto zastrzeżenia budzi ocena pary *OGRANICZ PRZEST*, która według fundamentalnej skali porównań Saatty'ego nie może przekraczać 9. Chcąc kontynuować nasz przykład usuńmy wariant *PRZEST* korzystając z menu *Edit/Delete* przy zaznaczonym tym wariantcie, a jego udziały rozdzielmy równomiernie po 0,01045 na pozostałe warianty: *INWEST* (0,30055), *OGRANICZ* (0,53175), *KARY* (0,08625), *POTRZEBY* (0,08145). Wprowadzamy zatem te korekty do macierzy programu i uzyskujemy pomyślny efekt pokazany na Rycinie 20.19.

Porównanie	OGRANICZ	KARY	POTRZEBY
INWEST	↑1,8 (0,53175/0,30055)	←3,5 (0,30055/0,08625)	←3,7 (0,30055/0,08145)
OGRANICZ		←6,2 (0,53175/0,08625)	←6,5 (0,53175/0,08145)
KARY			←1,1 (0,08625/0,08145)



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.
 Ryc. 20.19. Skorygowane istotności względne preferencji wariantów w ramach kryterium EKONOM (Ekonomiczne)

Uzyskaliśmy w ten sposób wskaźnik niespójności ocen = 0. Oczywiście zmiana ocen wymaga starannego i rozważnego przeanalizowania przez decydenta, korzystającego niejednokrotnie z doradcy, wszystkich relacji par wariantów w ramach kryterium EKONOM. Po tej operacji korygującej priorytety lokalne wariantów w ramach kryterium EKONOM będą jak na Rycinie 20.20.



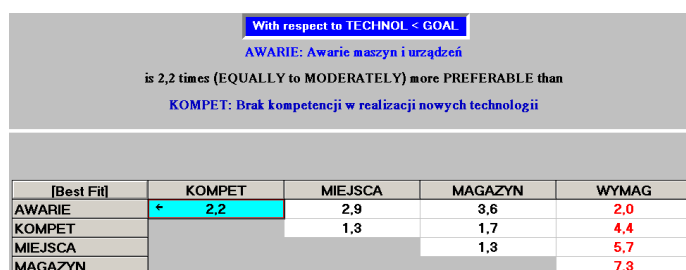
Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.
 Ryc. 20.20. Ponownie obliczone udziały wariantów względem kryterium EKONOM

TECHNOL Technologiczne

Rozwiązanie tego kryterium jest analogiczne do Organizacyjnego i z tego względu zamieszczono tylko zestawienie priorytetów lokalnych oraz określenie ocen liczbowych par wariantów.

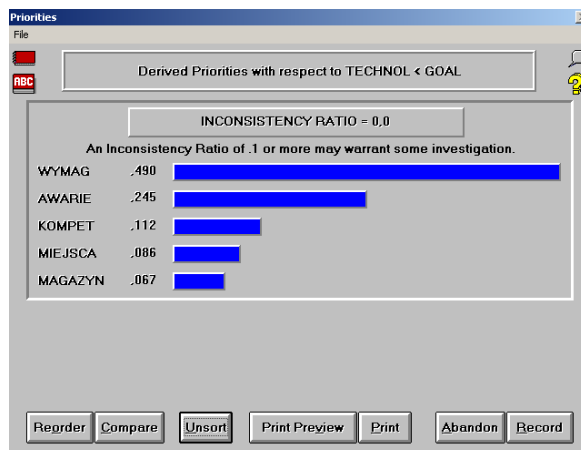
Porównanie	KOMPET	MIEJSCA	MAGAZYN	WYMAG
AWARIE	←2,2 (0,2446/0,1116)	←2,9 (0,2446/0,0856)	←3,6 (0,2446/0,0673)	↑2,0 (0,4909/0,2446)
KOMPET		←1,3 (0,1116/0,0856)	←1,7 (0,1116/0,0673)	↑4,4 (0,4909/0,1116)
MIEJSCA			←1,3 (0,0856/0,0673)	↑5,7 (0,4909/0,0856)
MAGAZYN				↑7,3 (0,4909/0,0673)

Obraz wprowadzonych danych do macierzy porównań pokazano na Rycinie 20.21.



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.
 Ryc. 20.21. Zainicjowanie macierzy porównań parami wariantów w ramach kryterium TECHNOL

Efekt końcowy posortowanych malejąco istotności względnych prezentuje Rycina 20.22.



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.22. Istotności względne preferencji wariantów w ramach kryterium TECHNOLOGICAL (Technologiczne)

Kolejna Rycina 20.23 ukazuje nam udziały poszczególnych wariantów w kryterium TECHNOLOGICAL.

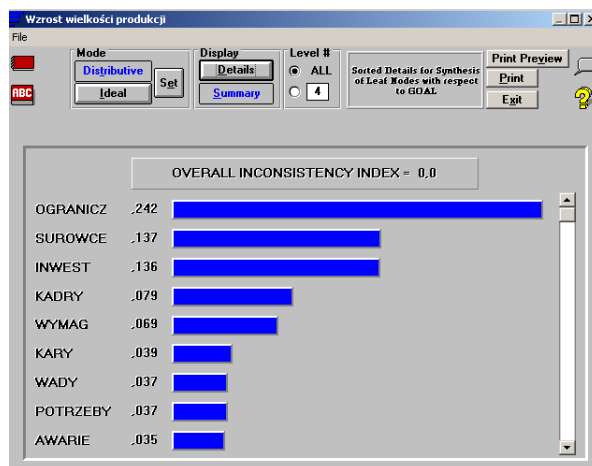


Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.23. Udziały wariantów względem kryterium TECHNOLOGICAL

20.5. Zestawienie ocen

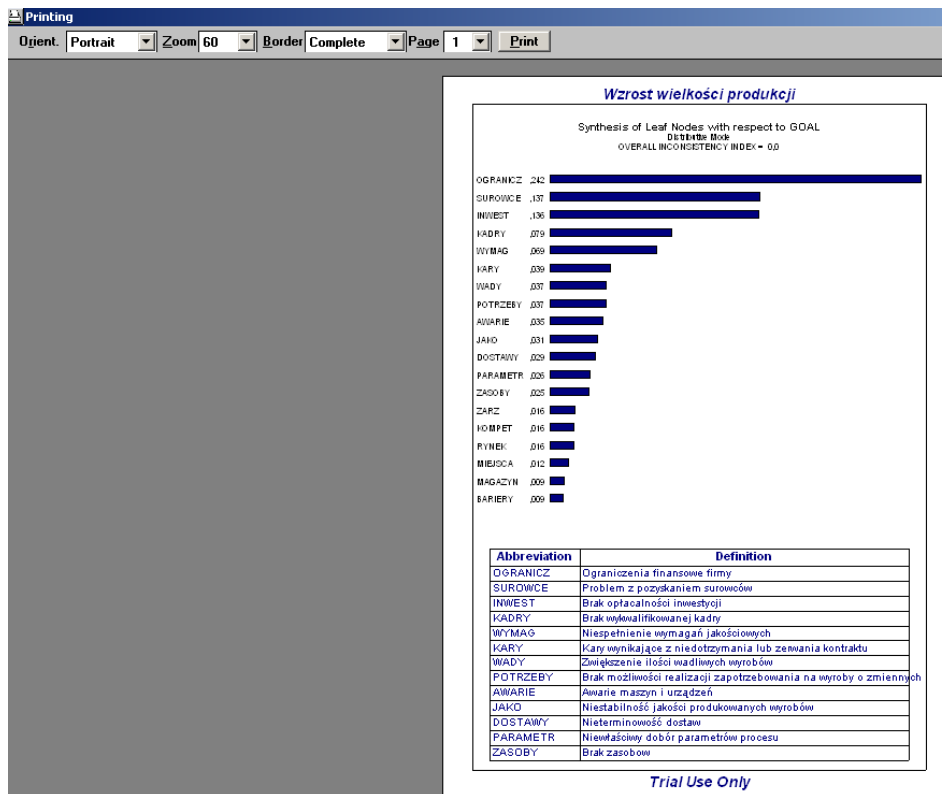
Synteza ocen pokazuje wyniki końcowe względnych priorytetów dla ostatecznych 19. czynników nazwanych wariantami. Przeprowadzono ją według sposobu idealnego zwanego *Ideal*, który występuje w programie *Expert Choice* jako domyślny. Procedura otrzymania syntezy wyników przebiega następująco: klikamy na cel nadrzędny GOAL, wybieramy opcję *Synthesis/from GOAL*; pojawi się okienko z wykresem słupkowym priorytetów dla rozważanych wariantów (zob. Rycina 20.24).



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.24. Priorytety względne wyznaczone przez program dla wariantów

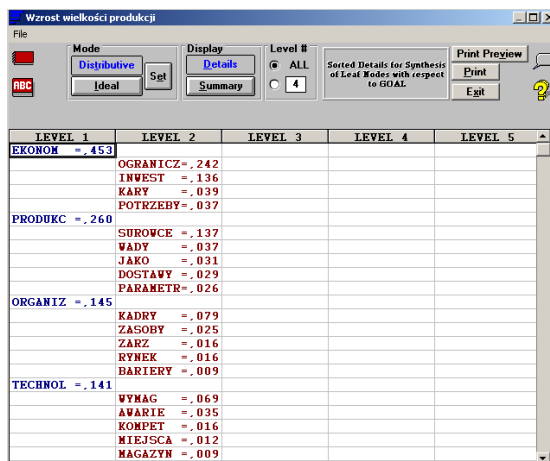
Na Rycinie 20.24 występuje wybór raportu z opcjami *Ideal* oraz *Summary* i wszystkie poziomy *All*. Obejrzenie wpływu wszystkich czynników umożliwia suwak po prawej stronie wykresu belkowego. Po naciśnięciu przycisku *Print Preview* pojawia się nam dwustronicowy podgląd strony malejących wielkości względnych priorytetów czynników (wariantów) odniesionych do celu głównego jakim jest *Wzrost wielkości produkcji*, określony w programie symbolem *GOAL* (zob. Rycina 20.25).



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.25. Przykład pierwszej strony wydruku priorytetów względnych wyznaczone przez program dla wszystkich czynników wzrostu produkcji

Na podglądzie wydruku pokazano szczegółowe zestawienie wpływu końcowych czynników (wariantów) sposobem *Ideal*. Największy wpływ na wzrost wielkości produkcji ma czynnik *Ograniczenie finansowe firmy* (0,242), a najmniejsze *Bariery psychologiczne pracowników* (0,009). Ponadto program *Expert Choice* po naciśnięciu przycisku *Details* sporządza dla decydenta szczegółowy raport zebranych przez wszystkie warianty udziałów sposobem *Ideal* (zob. Rycina 20.26).



Źródło: Opracowanie własne programem *Expert Choice*.

Ryc. 20.26. Zestawienie udziału wariantów (czynników) w ich kryteriach

Udziały wariantów w ramach każdego kryterium obliczone są przez program z większą dokładnością poprzez pomnożenie wcześniej otrzymanej istotności względnej danego wariantu (zob. Rycina 14.18) przez priorytet danego wariantu np. dla kryterium *EKONOM* i wariantu *POTRZEBY* jest następujące: $0,079 * 0,453 \approx 0,37$ (zob. Rycina 20.26).

20.6. Zagadnienia

1. Ryzyko
2. Decyzja optymalna
3. Ranking wariantów
4. Struktura hierarchiczna modelu
5. Subkryteria
6. Program Super Decisions
7. Moduł Evaluation and Choice
8. Priorytety
9. Ważność wariantów
10. Macierz ocen liczbowych

* * *

W niniejszym materiale pokazano postępowanie dotyczące wspomagania podejmowania decyzji związane z kryteriami i odpowiadającymi im czynnikami wzrostu produkcji w przedsiębiorstwie. Decydenta interesuje ten problem rozpatrywany według różnych podstawowych kryteriów, a mianowicie: organizacyjny, produkcyjny, ekonomiczny, technologiczny. W ramach tych kryteriów występują subkryteria, czyli czynniki, zwane też wariantami wpływające na efekt końcowy. Każdy z tych czynników w różny sposób oddziałuje na określone kryterium, a w efekcie końcowym na cel główny. Zaprezentowane skorzystanie z programu *Expert Choice*, na przykładzie danych z wcześniej przeprowadzonych badań przez autorów Annę Florek-Paszkowska oraz Piotra Cymanowa, jest tylko pretekstem do głębszego poznania obszernych możliwości tej aplikacji wykorzystującej fundamentalną skalę porównań T. L. Saaty'ego.

Prezentacja pokazuje, że program sprawdza nasze porównania parami czynników, a także moim zdaniem ma charakter dydaktyczny, gdyż w przejrzysty sposób pokazuje graficznie procedury kolejnych operacji. Ponadto może posłużyć jako narzędzie doskonalenia ocen liczbowych przez eksperta obserwującego generowany wskaźnik niespójności, który powinien być mniejszy od 0,1.

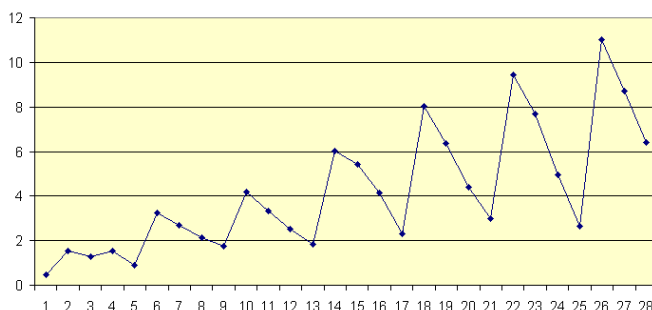
21. Prognozowanie z zastosowaniem modelu multiplikatywnego⁴⁵²

21.1. Wprowadzenie

Model Holta-Wintersa ze sezonowością zawiera trzy procedury wyrównywania wykładniczego z użyciem parametrów: α – wygładzanie wartości danych, β – wyrównywanie trendu, γ – wyrównywanie w celu wyodrębnienia sezonowości. Prognozowanie wielu zjawisk ekonomicznych wymaga użycia tej klasy modeli, stąd też duże zainteresowanie w Internecie równaniami oraz przykładami rozwiązań zagadnień praktycznych zwłaszcza modelami multiplikatywnymi. Model multiplikatywny jest często używanym modelem w dekompozycji szeregów czasowych. Występuje tu trend przykładowo rosnący i sezonowość np. w okresie 4 kwartałów, czy też 12 miesięcy roku. Ideę takiego trendu przedstawiono na Rycinie 21.1. Model sezonowości multiplikatywnej zapisywany jest w postaci⁴⁵³:

$$Y_{n+1} = (S_n + b_n) \times I_{n-L+1} + z_{n+1}$$

Tak więc wartość Y_{n+1} jest równa sumie wyrównanej wykładniczo wartości S_n i wartości trendu b_n , pomnożonej przez wartość indeksu sezonowości I_{n-L+1} i z uwzględnieniem błędu z w okresie $(n + 1)$.



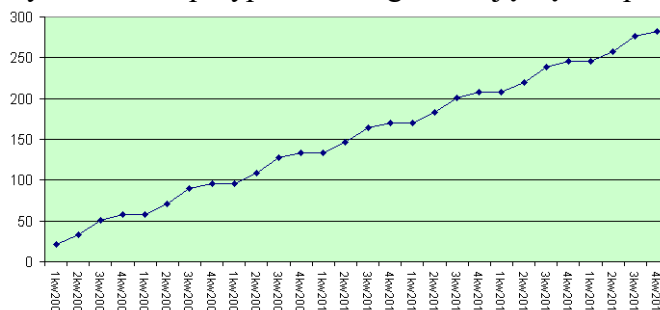
Źródło: http://www.ekonometria.4me.pl/modele_szeregow_czasowych.htm, dostęp: 14.01.2016.

Ryc. 21.1. Model multiplikatywny Holta-Wintersa

Obserwujemy tu „rozchylające” się wahania przypadkowe, trend oraz sezonowość. Rozróżniamy także model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną. W modelach addytywnych ogólnie biorąc wahania przypadkowe stanowią różnicę pomiędzy wartościami empirycznymi poziomu badanego zjawiska i sumą komponentu trendu i wahań sezonowych⁴⁵⁴:

$$WP_t = Y_t - (T_t + WSS).$$

Wykres poglądowy modelu addytywnego z trendem i sezonowością kwartalną pokazano na Rycinie 21.2. W modelu tym wahania przypadkowe ograniczają się do „przedziału” trendu.



Źródło: http://www.ekonometria.4me.pl/modele_szeregow_czasowych.htm, dostęp: 14.01.2016.

Ryc. 21.2. Model addytywny Holta-Wintersa

⁴⁵² Skróc artykułu autora zamieszczono w monografii: *Przemiany w nowoczesnym społeczeństwie: Aspekty ekonomiczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2017, strony: 205-212.

⁴⁵³ Lipiec-Zajchowska M., *Wspomaganie procesów decyzyjnych*, Tom II, *Ekonometria*, Wydawnictwo C. H. Beck, Warszawa 2003.

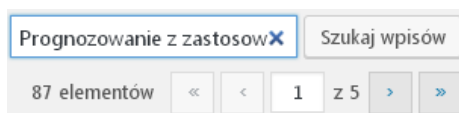
⁴⁵⁴ Ibidem, s. 53.

Wpis dotyczący tematu (frazy) „*Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa*” zamieściłem na blogu „*Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych*”. Po wprowadzeniu frazy w cudzysłowie i naciśnięciu „Szukaj” system WordPress informuje nas o rezultacie wyszukiwania i udostępnia pełny tytuł danego wpisu oraz początek jego tekstu (zob. Rycina 21.3). Dostęp do edycji omawianego wpisu uzyskuje administrator blogu po wprowadzeniu do adresu swego identyfikatora np. „wp-admin”, a następnie przejściu do opcji wyszukiwania.



Ryc. 21.3. Komunikat o rezultacie wyszukiwania dla podanej frazy

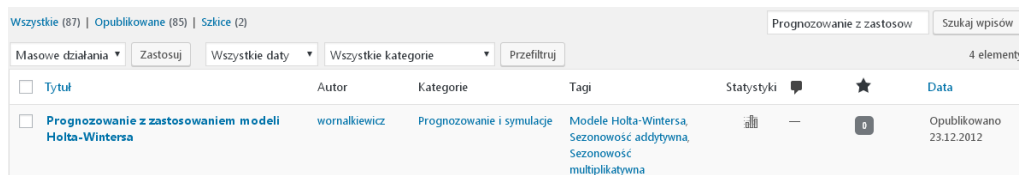
Wyszukiwarka informuje nas ponadto o liczbie (5) występowania danej frazy we wszystkich np. 87 wpisach (elementach) na dzień korzystania z blogu:



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 21.4. Komunikat o licznosci występowania podanej frazy

Wywołujemy pierwszy z pięciu (Rycina 21.5) i udostępniona jest możliwość zagłębienia do statystyk prowadzonych w WordPress dla danego wpisu. Jedną z nich, jak już wcześniej nadmieniłem jest statystyka wpisu według lat i miesięcy (zob. Rycina 21.6).



Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 21.5. Informacja o pierwszym z pięciu wpisów występowania żądanej frazy

Są jeszcze cztery inne wpisy, gdzie występuje podana fraza wyszukiwania, ale nie są one podstawowe pod względem merytorycznym. Dodatkowo informowani jesteśmy przez system o bezpośrednim odnośniku do udostępnionego wpisu na pozycji 1/5:

Bezpośredni odnośnik: <https://wornalkiewicz.wordpress.com/2012/12/23/prognozowanie-z-...i-holta-wintersa/> Edytuj

	Sty	Lu	Mar	Kwi	Maj	Czer	Lip	Sier	Wrz	Paźdź	List	Gru	W sumie
2012												2	2
2013	18	12	5	20	48	46	15	12	22	40	57	66	361
2014	165	42	35	65	77	63	11	26	22	29	147	104	786
2015	150	50	80	33	76	71	22	19	35	39	85	93	753
2016	183	77	44	81	110	118	15	13	33	18			692

Źródło: Opracowanie własne w WordPress.

Ryc. 21.6. Statystyka miesięczna odwiedzin wpisu „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa”

Zaznaczmy jeszcze, że w miesiącach styczniu i czerwcu przygotowywania się studentów do zaliczenia zwłaszcza przedmiotu „*Prognozowanie i symulacje*” statystyka wejść do omawianego wpisu pobrana z Ryciny 21.6 jest następująca:

Rok/miesiąc	styczeń	czerwiec
2013	18	46
2014	165	63
2015	150	71
2016	183	118

Łatwo zauważyć trend rosnący zainteresowania wpisem „*Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa*”.

Tekst wpisu

Udostępniono tu pełną treść, gdyż zgodne to jest z życzeniami studentów, którzy chcieli utrwalić atrakcyjne ich zdaniem teksty w formie drukowanej uzupełnione komentarzami autora niniejszego opracowania. Jak już wcześniej wspomniałem zasadniczo możemy wyróżnić trzy rodzaje modeli Holta-Wintersa: bez sezonowości, z sezonowością multiplikatywną, z sezonowością addytywną. Poznajmy teraz bliżej te trzy wymienione modele.

21.2. Model Holta-Wintersa bez sezonowości

Model bez sezonowości ma zastosowanie, gdy występuje trend i wahania przypadkowe. W modelu bez sezonowości oprócz parametru α występuje drugi parametr β odpowiednio do wygładzania wartości poziomu i trendu. Parametry te kształtują się (0-1). Równania tego modelu są następujące:

$$\begin{aligned} S_n &= \alpha Y_n + (1 - \alpha) (S_{n-1} + b_{n-1}) \\ b_n &= \beta (S_n - S_{n-1}) + (1 - \beta) b_{n-1} \\ F_{n+m} &= S_n + b_n m \end{aligned}$$

Wartości początkowe:

$$S_1 = Y_1; \quad b_1 = [(Y_2 - Y_1) + (Y_4 - Y_3)]/2.$$

Przykład:

Przyjmijmy $\alpha = 0,3$; $\beta = 0,1$; $Y_1 = 29$, $Y_2 = 27$; $Y_3 = 31$, $Y_4 = 35$;
 $b_1 = [(27 - 29) + (35 - 31)]/2 = 1$; $m = 1$; $n = 10$ obserwacji zmiennej Y_n i obliczamy elementy równań np. dla obserwacji drugiej:

$$\begin{aligned} S_2 &= 0,3 \cdot 27 + (1 - 0,3) (29 + 1) = 29,1 \\ b_2 &= 0,1 (29,1 - 29) + (1 - 0,1) 1 = 0,91 \\ F_2 &= 29 + 1 = 30 \end{aligned}$$

Obliczamy teraz dalsze elementy równań modelu. Korzystamy z formuł Excela dla kolejnych dziesięciu obserwacji. Obliczamy także kwadrat różnicy między wartością obserwacji a jej prognozą $(Y_n - F_n)^2$ potrzebną nam do wyznaczenia miary błędu prognozy według wzoru:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (Y_n - F_n)^2}$$

RMSE jest więc pierwiastkiem ze średniej kwadratów różnicy zmiennej prognozowanej Y_n i jej wygasłej prognozy F_n . Obliczenia w Excelu z widokiem komórek tego arkusza kalkulacyjnego prezentuje Tabela 30.1⁴⁵⁵.

⁴⁵⁵ Fragment danych liczbowych oraz wzory zaczerpnięto z książki: Lipiec-Zajchrowska (red.), *Wspomaganie procesów decyzyjnych* Tom II. *Ekonometria*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2003, rozdział 2.14. *Model Holta-Wintersa*.

Tab. 21.1. Obliczenie prognoz i kwadratów błędów prognoz

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	t	Y_n	S_n	b_n	F_{n+m}	$(Y_n - F_n)^2$	m	
2	1	2	3	4	5	6	1	2
3	1	29	29	1			α	
4	2	27	29,1	0,91	30	9	0,3	
5	3	31	30,31	0,94	30,01	0,98	β	
6	4	35	32,37	1,05	31,25	14,09	0,1	
7	5	33	33,30	1,04	33,42	0,18	MSE	
8	6	44	37,24	1,33	34,34	93,37	26,74	
9	7	45	40,50	1,52	38,57	41,40	RMSE	
10	8	48	43,81	1,70	42,02	35,78	5,17	
11	9	51	47,16	1,87	45,51	30,09		
12	10	53	50,22	1,99	49,03	15,79		
13	11				52,20	S		
14	12				54,19	240,68		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

W obliczeniach S_n , b_n , F_{n+m} , $(Y_n - F_n)^2$, S , MSE, RMSE zastosowano następujące formuły poprzedzone znakiem równości przykładowo do obserwacji 10 (zob. Rycina 30.7).

J	K	L	M	N	O	P
S_{10}	b_{10}	F_{10+1}	$(Y_{10} - F_{10})^2$	S	MSE	RMSE
=SG\$4*B12+(1-SGS4)*(C11+D11)						
=SG\$6*(C12-C11)+(1-SGS6)*D11						
=C11+D11*SG\$2						
=(B12-E12)^2						
=SUMA(F4:F12)						
=F14/(A12-1)						
=PIERWIASTEK(G8)						

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.7. Formuły Excela zastosowane w obliczeniach

Formuły kopiujemy z pominięciem znaku równości, gdyż wtedy stanowią tekst a nie wyrażenie do realizacji przez arkusz kalkulacyjny Excel. Posłużenie się formułami Excela może stanowić zadanie domowe symulacyjne dla studentów przedmiotu „Prognozowanie i symulacje” w celu doboru najlepszej wartości parametrów α i β z punktu widzenia minimum miary błędów RMSE. W tym celu sporządzamy kopię arkusza1 skoroszytu *Tabele.xls* i próbujemy poprzez kolejne podstawianie najpierw parametru α dobierając najlepsze a później dobrać β . Rezultat naszego działania pokazano w załączeniu:

α	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
RMSE	4,53	4,12	3,89	3,79	3,78	3,85
β			0,3	0,2	0,1	
RMSE			3,78	3,74	3,78	

Startując z RMSE = 5,17 widzimy, że gdy dokonujemy symulacji ze skokiem 0,1 do najlepsze $\alpha = 0,8$ a $\beta = 0,2$.

21.3. Model Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną

W modelu tym występuje trend, wahania przypadkowe oraz zmienna sezonowość zależna od trendu, przy czym równania tego modelu są następujące:

$$S_n = \alpha (Y_n / I_{n-L}) + (1 - \alpha) (S_{n-1} + b_{n-1})$$

$$b_n = \beta (S_n - S_{n-1}) + (1 - \beta) b_{n-1}$$

$$I_n = \gamma (Y_n / S_n) + (1 - \gamma) I_{n-L}$$

$$F_{n+m} = (S_n + b_n m) I_{n-L+m}$$

gdzie:

γ – parametr sezonowości, m – horyzont prognozy,

I_{n-L+m} – wyrównana wartość indeksu sezonowości na okres m , np. $(n + 1)$,

L – długość cyklu sezonowości (12 – dla danych miesięcznych, 4 – dla danych kwartalnych).

Przykład: Mamy kwartalne popyty na lody w kolejnych czterech latach ($n = 16$ obserwacji)⁴⁵⁶. Popyt wykazuje sezonowość powiększaną w następnych latach. Podaj procedurę określenia wartości początkowych korzystając z danych zapisanych w Excelu.

Tab. 21.2. Kwartalne spożycie lodów (dane umowne)

	A	B	C	D	E
1	Rok	Kw. 1	Kw. 2	Kw. 3	Kw. 4
2	1	56	122	255	107
3	2	73	219	439	156
4	3	110	329	564	195
5	4	153	407	757	271

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Procedura wstępna obliczania elementów równania jest następująca:

1. Ustalenie średniej wartości trendu na podstawie odpowiadających sobie trzech kwartałów roku drugiego i pierwszego:

$$[(73 - 56) + (219 - 122) + (439 - 255)]/16 = 18,625$$

2. Wartości wyrównane:

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = (56 + 122 + 255 + 107)/4 = 135$$

3. Scentrowanie średniej:

$$[(56 \cdot 1) + (122 \cdot 2) + (255 \cdot 3) + (107 \cdot 4)]/4 = 373,25$$

$$373,25/135 = 2,76, \text{ w przybliżeniu } 2,5$$

4. Orientacyjna korekta wartości trendu b_n przykładowymi mnożnikami, przy czym suma mnożników równa się zero dla czterech kwartałów:

Kw.	b_n
1	$-1,5 \cdot 18,625 = -27,937$
2	$-0,5 \cdot 18,625 = -9,312$
3	$0,5 \cdot 18,625 = 9,312$
4	$1,5 \cdot 18,625 = 27,937$

5. Obliczenie $(S_n + b_n)$ dla czterech pierwszych kwartałów:

Kw.	$S_n + b_n$
1	$135 - 27,937 = 107,063$
2	$135 - 9,312 = 125,688$
3	$135 + 9,312 = 144,312$
4	$135 + 27,937 = 162,937$

Na podstawie Tabeli 21.2 obliczamy średnią dla kwartału pierwszego i czterech kolejnych lat:

$$(56 + 73 + 110 + 153)/4 = 98$$

6. Wstępne indeksy sezonowości czterech pierwszych kwartałów są następujące:

Kw.	Y_n	$S_n + b_n$	$I_n = Y_n / (S_n + b_n)$
1	56	107,063	0,523
2	122	125,688	0,971
3	255	144,312	1,767
4	107	162,937	0,657

7. Ponowne ustalenie S_4 i przyjęcie $b_4 = 18,625$: $S_4 = Y_4 / I_4 = 107 / 0,657 = 162,861$.

8. Przyjęcie wartości początkowych parametrów: $\alpha = 0,2$; $\beta = 0,2$; $\gamma = 0,1$.

⁴⁵⁶ Dane liczbowe, wzory i procedury zaczerpnięto z książki: Lipiec-Zajchrowska (red.), *Wspomaganie procesów decyzyjnych* Tom II. *Ekonometria*, op.cit., s. 90.

Mamy już określone wartości początkowe do skorzystania z wielorównaniowego modelu Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną, pora więc na zadanie: *Zastosuj funkcje Excela do wyznaczenia elementów równań modelu Holta-Wintersa oraz oblicz wygasłe prognozy dla 16 obserwacji. Ponadto oblicz miarę błędu RMSE wygasłych prognoz dla okresów (5-16) oraz oblicz prognozę przyszłą na kwartał pierwszy roku piątego.*

Tab.21.3. Obliczenia elementów i wygasłych prognoz dla modelu multiplikatywnego

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Rok	Kw.	Y_n	S_n	b_n	$S_n + b_n$	I_n	F_n	$(Y_n - F_n)^2$	Okres	α
2	1	1	56			107,063	0,523			1	0,2
3	1	2	122			125,688	0,971			2	β
4	1	3	255			144,312	1,737			3	0,2
5	1	4	107	162,861	18,625	181,486	0,657			4	γ
6	2	1	73	173,105	16,949	190,053	0,513	94,917	480,363	5	0,1
7	2	2	219	197,151	18,368	215,519	0,985	184,542	1187,364	6	m
8	2	3	439	222,962	19,857	242,819	1,760	374,357	4178,763	7	1
9	2	4	156	241,744	19,642	261,386	0,656	159,532	12,476	8	S
10	3	1	110	252,004	17,766	269,770	0,505	134,057	578,744	9	21414,918
11	3	2	329	282,619	20,335	302,954	1,003	265,719	4004,546	10	MSE
12	3	3	564	306,447	21,034	327,481	1,768	533,259	945,027	11	1784,5765
13	3	4	195	321,452	19,828	341,280	0,651	214,772	390,950	12	RMSE
14	4	1	153	333,590	18,290	351,880	0,501	172,426	377,372	13	42,24
15	4	2	407	362,669	20,448	383,117	1,015	352,899	2926,967	14	
16	4	3	757	392,116	22,248	414,364	1,784	677,434	6330,691	15	
17	4	4	271	414,759	22,327	437,086	0,651	269,714	1,654	16	
18	5	1						218,794			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Pierwiastek średniego kwadratu błędu RMSE przy dokładnych obliczeniach w Excelu wynosi 42,24 a prognoza na okres 17. 218,794, czyli około 219. W obliczeniach S_n , b_n , $(S_n + b_n)$, I_n , F_n , $(Y_n - F_n)^2$, S, MSE, RMSE zastosowano następujące formuły poprzedzone znakiem równości, które przykładowo do obserwacji piątej pokazano na Rycinie 21.8.

M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
S_5	b_5	$S_5 + b_5$	I_5	F_5	$(Y_5 - F_5)^2$	S	MSE	RMSE	F_{17}
=SK\$2*(C6/G2)+(1-SK\$2)*F5									
=K\$4*(D6-D5)+(1-SK\$4)*E5									
=D6+E6									
=SK\$6*(C6/D6)+(1-SK\$6)*G2									
=(D5+E5*SK\$8)*G2									
=(C6-H6)^2									
=SUMA(I6:I17)									
=K10/(J17-J5)									
=PIERWIASTEK(K12)									
=(D17+E17*SK\$8)*G14									

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.8. Formuły Excela zastosowane w obliczeniach MSE i RMSE

Na zakończenie podanego zestawienia formuł podano również wyrażenie na obliczenie prognozy F na pierwszy kwartał roku piątego.

Kontynuujmy jeszcze nasze zadanie i zastosujmy moduł *Forecasting and Linear Regression* (FC) pakietu WinQSB dla doboru najlepszej wartości parametrów α , β , γ przy warunku minimum RMSE bez podawania wartości początkowych.

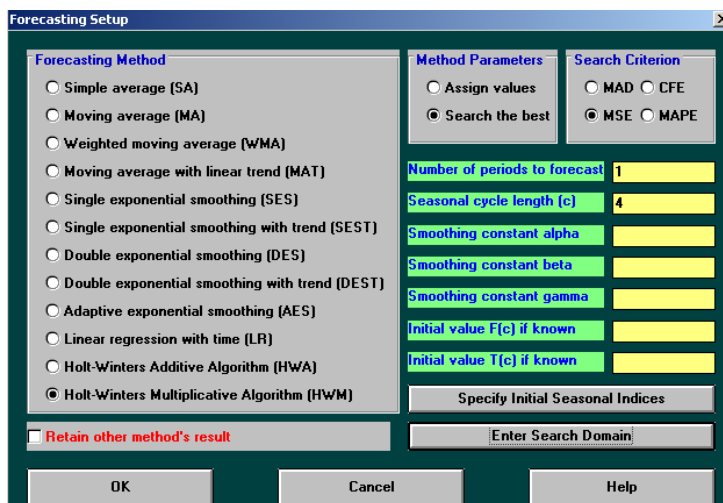
Kwartał	Historical Data
1	56
2	122
3	255
4	107
5	73
6	219
7	439
8	156
9	110
10	329
11	564
12	195
13	153
14	407
15	757
16	271

Źródło: Opracowanie własne w FC.

Ryc. 21.9. Zdefiniowanie szeregu czasowego w module FC

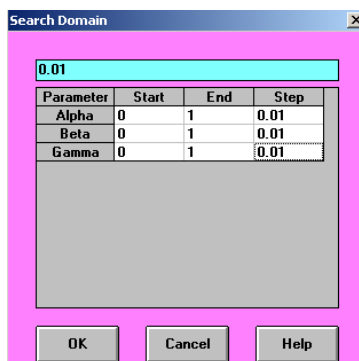
Następnie definiujemy w poszczególnych podoknach opcje metody prognozowania (zob. Rycina 30.10):

- „Forecasting Method” – Holt-Winters Multiplicative Algorithm (HWM),
- “Method Parameters” – Search the best,
- “Search Criterion” – MSE,
- “Number of periods to forecast” – 1, “Seasonal cycle length (c)” – 4,
- “Enter Search Domain” – 0.01 (domyślnie jest przecinek i zamieniamy go na kropkę dziesiętną – zob. Rycina 30.11).



Źródło: Opracowanie własne w FC.

Ryc. 21.10. Ustawienie opcji metody HWM



Źródło: Opracowanie własne w FC.

Ryc. 21.11. Ustawienie skoku iteracyjnego doboru najlepszych wartości parametrów α , β , γ

Moduł FC po dłuższym czasie procesu obliczeniowego podał nam rozwiązanie problemu optymalizacyjnego pod nazwą *Forecast Result for Dobór parametrów*, w tym z zaogranieniem wyników do liczb całkowitych. W raporcie występują następujące miary błędów wygasłych prognoz: CFE = 106, MAD = 25, MSE = 996, MAPE = 12%. MAPE to średni procentowy absolutny błąd. Wcześniej podana miara RMSE jest pierwiastkiem z MSE i wynosi 31,56, tak więc jest mniejsza od wyliczonej formułami Excela (RMSE = 42,24) przy realizacji według parametrów $\alpha = 0,2$, $\beta = 0,2$, $\gamma = 0,1$. Program ustalił jako najlepsze (*Search the best*) parametry:

Alpha=0,27
Beta=1
Gamma=0,99
F(0)=135

Widzimy, że przyjął również wyjściową wartość średnią przy cyklu 4 kwartałów dla pierwszego roku $F(0) = 135$. Ponadto założył prognozę na okres piąty (zob. Rycina 21.12) równą obserwacji pierwszej ($Y_1 = 56$).

12-28-2016 Kwartał	Actual Data	Forecast by HWM	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]
1	56						
2	122						
3	255						
4	107						
5	73	56	17	17	17	289	23
6	219	142	77	94	47	3109	29
7	439	405	34	128	43	2467	22
8	156	205	-49	80	44	2440	24
9	110	132	-22	58	40	2046	23
10	329	319	10	68	35	1722	20
11	564	557	7	75	31	1484	17
12	195	190	5	81	28	1302	16
13	153	136	17	98	26	1189	15
14	407	432	-25	72	26	1134	14
15	757	736	21	94	26	1072	13
16	271	258	13	106	25	996	12
17		202					

Źródło: Opracowanie własne w WinQSB – moduł FC.

Ryc. 21.12. Raport modułu FC realizacji zadania „Dobór parametrów”

21.4. Model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną

W omawianym blogu w tekście wpisu „Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa” zamieszczono również równania modelu z sezonowością addytywną, które są następujące⁴⁵⁷:

$$\begin{aligned}
 S_n &= \alpha (Y_n - I_{n-L}) + (1 - \alpha) (S_{n-1} + b_{n-1}) \\
 b_n &= \beta (S_n - S_{n-1}) + (1 - \beta) b_{n-1} \\
 I_n &= \gamma (Y_n - S_n) + (1 - \gamma) I_{n-L} \\
 F_{n+m} &= S_n + b_n \cdot m + I_{n-L+m}
 \end{aligned}$$

Zwróćmy uwagę we wzorze na S_n , że model Holta-Wintersa z sezonowością addytywną stanowi analogię do modelu multiplikatywnego, jednak występuje odejmowanie (zamiast dzielenia) indeksu sezonowości I_{n-L} jako to miało miejsce w modelu multiplikatywnym. Procedury korzystania z formuł Excela, a także z modułu FC pakietu WinQSB są podobne.

21.5. Problematyka frazy Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa

Wiemy już, że zagadnienie prognozowania z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa zbudza największe zainteresowanie internautów, będących gośćmi blogu „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”. Wiele pozycji – wpisów dla wymienionej wcześniej frazy bez

⁴⁵⁷ Dane liczbowe, wzory i procedury zaczerpnięto z książki: Lipiec-Zajchrowska (red.), *Wspomaganie procesów decyzyjnych* Tom II. *Ekonometria*, op.cit., s. 94.

cudzysłowia, bo aż 1710, znalazło się w dniu wyszukiwania w zasobach Google. Rozpatrzmy tylko stronę pierwszą o 10 wpisach. oraz otwórzmy publikacje internetowe na tej stronie w formacie PDF, a jest ich cztery. Zapoznajmy się w skrócie z ich zawartością, tj. otwórzmy publikacje formatu PDF (zob. Rycina 21.13 oraz 21.14). Po udostępnieniu obszernej listy rezultatu ogólnosiwiatowa wyszukiwarka jaka jest Google proponuje nam jeszcze wyszukiwanie podobne według fraz pisanych małymi literami:

- metoda wintersa przykład,
- metoda wintersa excel,
- metoda holta wintersa excel,
- metoda holta przykład,
- model holta wintersa excel,
- model wintersa przykład,
- model addytywny i multiplikatywny,
- metoda browna.

Metoda Holta, Browna, Wintersa - Forum Statystyczne

www.statystycy.pl > ... > Metody prognostyczne > Metoda Holta, Browna, Wintersa
 11.12.2010 - Metoda Holta, Browna, Wintersa - Nie wiem, czy to Ci się przyda: **modele** ... to czy w tej sytuacji mogą **zastosować** zamiast **modelu** Wintersa, **model** Holta? ... Mam pytanie czy ktoś znam wzór na **model Holta-Wintersa**? ... tak tylko pytanie co przyjąć za gdy **prognoza** wychodzi poza jeden okres do przodu?

Prognozowanie i symulacje, metoda Wintersa , Holta, wyrównywania ...

www.ekonometria.com/prognozowanie.htm
 Prognozowanie na podstawie trendu Prognozowanie na podstawie modeli trendu uwzględniających wahania periodyczne Metoda trendów jednoimiennych ...

Wyglądanie wykładnicze – Wikipedia, wolna encyklopedia

https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyglądanie_wykładnicze
 Jest również przydatna w prognozowaniu szeregów czasowych o niewielkim stosunku ... 2.1 Model Browna; 2.2 Model liniowy Holta; 2.3 Model Wintersa ...

[PDF] modele wygładzania wykładniczego do krótkoterminowego ...

www.gdudek.el.pcz.pl/files/STLF_ExSmot13.pdf
 G Dudek - Cytowane przez 1 - Powiązane artykuły
 Słowa kluczowe: krótkoterminowe prognozowanie zapotrzebowania na moc ... Zastosowanie modelu Holta-Wintersa z podwójną sezonowością zwalnia z ...

Źródło: Opracowanie własne w Google.

Ryc. 21.13. Pierwszy fragment pozycji na pierwszej stronie listy rezultatu wyszukiwania

[PDF] O prognozowaniu na podstawie modeli Holta-Wintersa dla pełnych i ...

www.dbc.wroc.pl/.../Szmuksta-Zawadzka_Zawadzka_O_prognozowaniu_na_podstaw...
 M Błazejewski - Powiązane artykuły
 ności wartości kontraktów terminowych z zastosowaniem modeli klasy Modele Holta-Wintersa mogą być wykorzystywane do prognozowania braku.
 Ta strona była przez Ciebie odwiedzana 2 razy. Ostatnia wizyta: 25.10.16

Prognozowanie z zastosowaniem modeli Holta-Wintersa | Władysław ...

<https://wornalkiewicz.wordpress.com/.../prognozowanie-z-zastosowaniem-modeli-holt...>
 23.12.2012 - Model Holta-Wintersa bez sezonowości Model bez sezonowości ma zastosowanie, gdy występuje trend i wahania przypadkowe. W modelu ...

Model Wintersa - Prognozowanie i symulacje

www.ekonometria.4me.pl/metoda-wintersa.htm
 Model Wintersa może być stosowany w przypadku szeregów czasowych zawierających tendencję rozwojową, wahania sezonowe oraz wahania przypadkowe.

[PDF] Model Wintersa

zuig.el.pcz.czest.pl/poptom/mod_wint.pdf
 Model ten można zastosować w przypadku gdy szereg czasowy zmiennej prognozowanej zawiera trzy składowe (parametry wygładzania): @ Tendencję ...

[PDF] zastosowanie wybranych modeli adaptacyjnych w prognozowaniu ...

cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element...caf2.../MIBE_T15_z4_17.pdf
 M Szmuksta-Zawadzka - 2014 - Powiązane artykuły
 w prognozowaniu zmiennych ze złożoną sezonowością w warunkach braku ... Bezpośrednie wykorzystanie modeli Holta-Wintersa nie jest możliwe, ponieważ ...

[PDF] Pobierz - Agro

agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-067eed46.../Oesterreich.pdf
 M Oesterreich - 2011 - Powiązane artykuły
 BOOTSTRAPOWYCH W PROGNOZOWANIU NA PODSTAWIE ZMIENNYCH ... W niniejszej pracy przedstawiono zastosowanie tej metody do szacowania parametrów sezonowego modelu Holta-Wintersa oraz do budowy prognoz.

Źródło: Opracowanie własne w Google.

Ryc. 21.14. Drugi fragment pozycji na pierwszej stronie listy rezultatu wyszukiwania

Strona 1/6 publikacji internetowej „Modele wygładzania wykładniczego do krótkoterminowego prognozowania obciążeń systemów elektroenergetycznych” podaje streszczenie oraz słowa kluczowe w tym artykule, a autor Grzegorz Dudek podaje:

„Przedstawiono modele do sporządzania prognoz zapotrzebowania na moc elektryczną. Szeregi czasowe charakteryzują się wieloma wahaniami sezonowymi, co komplikuje model prognostyczny. W celu uproszczenia problemu szeregi czasowe zdekomponowano na szeregi obciążeń w tych samych chwilach doby, co pozwoliło zastosować model wygładzania wykładniczego z pojedynczą sezonowością. Inny rodzaj dekompozycji z wykorzystaniem regresji lokalnej (LOESS) umożliwia użycie modelu o mniejszej złożoności bez składnika sezonowego. Zastosowanie modelu Holta-Wintersa z podwójną sezonowością zwalnia z potrzeby dekompozycji szeregu czasowego. Dokładność proponowanych metod porównano na przykładach aplikacyjnych z dokładnością modeli ARIMA i modelu opartego na sieci neuronowej”.

W publikacji internetowej „O prognozowaniu na podstawie modeli Holta-Wintersa dla pełnych i niepełnych danych” Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu na stronie 3/17 znajduje się streszczenie i słowa kluczowe tego artykułu. Autorzy Maria Szmuksta-Zawadzka oraz Jan Zawadzki informują nas:

„Praca poświęcona jest praktycznym aspektom modeli Holta-Wintersa w prognozowaniu zmiennych wykazujących wahania sezonowe na podstawie pełnych szeregów czasowych oraz szeregów z lukami w danych. Autorzy sformułowali przesłanki wyboru równań do celów prognozowania inter- i ekstrapolacyjnego. Ze względu na zbliżone oceny mierników $MAPE^{\alpha, \beta, \gamma}$ do prognozowania należy wybierać kilkanaście modeli różniących się dość znacznie kombinacjami stałych wygładzania. Do budowy prognoz *ex ante* powinny zostać wybrane spośród nich modele charakteryzujące minimalnymi ocenami błędów prognoz *ex post*”.

Kolejna publikacja „Model Wintersa” w formacie PDF ma charakter prezentacji wykładu akademickiego z tego zakresu. Na stronie ¼ zdefiniowano pojęcia występujące w modelu Wintersa. Otwórzmy teraz artykuł internetowy „Zastosowanie wybranych modeli adaptacyjnych w prognozowaniu brakujących danych w szeregach ze złożoną sezonowością dla luk niesystematycznych”. Ci sami autorzy co już wcześniej omówiony artykuł poświęcili swoją publikację wykorzystaniu wybranych modeli wyrównywania wykładniczego Browna i Holta-Wintersa i streszczają go następująco:

„Prognozy wyjściowe będą budowane na podstawie szeregów oczyszczonych ze sezonowości. Prognozy końcowe uwzględniające wahania sezonowe, będą sumami prognoz wyjściowych i składników sezonowości lub iloczynami prognoz tego rodzaju i wskaźników sezonowości”.

Została nam jeszcze publikacja Macieja Oesterreicha pt. „Wykorzystanie modelu Holta-Wintersa oraz metod bootstrapowych w prognozowaniu na podstawie zmiennych ekonomicznych z wahaniami sezonowymi” a we wstępie tej pracy czytamy:

„Modele wyrównywania wykładniczego należą do nieklasycznych modeli szeregu czasowego najczęściej wykorzystywanych w prognozowaniu zmiennych z wahaniami sezonowymi. Związane jest to m.in. z ich elastycznością, tzn. z szybką reakcją na zmiany trendu oraz wahań okresowych. Dodatkową zaletą jest dostępność programów obliczeniowych, pozwalających na szybkie wyznaczanie optymalnych wartości stałych wyrównywania i budowę prognoz. Niekiedy jednak dokładność prognoz dotyczących tych zmiennych jest niewystarczająca. Zwiększenie ich efektywności jest możliwe dzięki wykorzystaniu technik i metod symulacyjnych, w tym metod bootstrapowych”.

21.6. Zagadnienia

1. Wyodrębnienie sezonowości
2. Dekompozycja szeregu czasowego
3. Wahania przypadkowe
4. Przedział trendu
5. Miara błędu MSE
6. Horyzont prognozy
7. Formuły w Excelu
8. Metody prognozowania
9. Skok iteracyjny doboru parametrów modelu
10. Miara błędu MAPE

22. Echa migracji w wybranej literaturze (Stosowane metody i modele)

22.1. Wstęp

Dokonano analizy dostępnej literatury zwartej, w formie plików *pdf*, w Internecie pod kątem modeli stosowanych w badaniach zjawisk ludnościowych. Okazało się, że publikacji podobnych do tematu „*Zjawisko i modele ilościowe badania migracji*” jest duża różnorodność i dotyczą one zarówno naszego kraju, Europy jak też odniesione są do innych obszarów naszej Ziemi. Globalizacja biznesu, łatwość przemieszczania się w poszukiwaniu pracy oraz występująca tendencja w rozluźnianiu więzi rodzinnych, zwłaszcza wielopokoleniowych spowodowała nie integrowanie się osób w wieku produkcyjnym ze swoim regionem. Obserwowane jest w wielu krajach wysoko rozwiniętych starzenie się populacji społeczeństw i występuje brak zastępowalności pokoleniowej. Powoduje to otwieranie się niektórych krajów na dopływ taniej siły roboczej, zwłaszcza z krajów niepokoju, czy też wysokiego bezrobocia.

Młode pokolenie Afryki, wzorem swoich starszych przyjaciół powracających czasowo z Europy Zachodniej, Ameryki nie chce dalej tkwić w lokalnej nędzy. Za wszelką cenę chce się przedostać do *krajów-rajów*, aby ich dzieci mogły żyć dostatnio. Stąd obserwowany masowy *exodus* ludności z krajów Afryki przeciskających się do bogatych państw północy. Europa jednak broni się przed lawiną uchodźców, czy też migrujących w celach zarobkowych. Tworzone są specjalne strefy zaporowe straży przybrzeżnej na Morzu Śródziemnym, a niektóre kraje budują wysokie mury chroniące przed niekontrolowanym napływem cudzoziemców. Trzeba przyznać, że część z napływającej ludności jest potrzebna do sfery produkcji i usług, ale nie nadmiar. Rodzi się potrzeba adaptacji napływających grup społecznych do nowych środowisk. Jednak wiele krajów nie rodzi sobie z tym problemem, a nawet Unia Europejska jako całość nie jest wystarczająco skuteczna w swoich działaniach.

Było to dla mnie impulsem do zebrania informacji do opisu zjawiska w świetle dostępnej literatury sygnalizowanej w Internecie zwłaszcza dotyczących modeli, przemieszczania się ludności, zmiany ich struktury wiekowej w społeczeństwach, adaptacji do współżycia w społeczeństwach wielokulturowych i różniących się religiami. W poszukiwaniu pozycji literaturowych posłużyłem się Biblioteką Internetową PWN, a procedura postępowania dotycząca dostępności do informacji o książkach z tego zakresu stanowi dalszy rozdział niniejszej pracy. Poruszanie się po problematyce zjawisk ludnościowych objętych demografią wymaga przynajmniej wcześniejszego poznania obszaru tej nauki i rozróżniania jej dyscyplin.

Demografia (*grec. demos – lud, grapho – pisać*) jest dziedziną nauki zajmująca się powstawaniem, życiem i przemijaniem społeczności ludzkiej⁴⁵⁸. Zajmuje się ona przyrostem naturalnym, migracjami, strukturą społeczną (wiek, płeć, przynależność zawodowa, narodowość, wyznanie). Interesuje ją rozmieszczenie przestrzenne ludności oraz jej oddziaływanie społeczne i socjologiczne. Według Jerzego Z. Holzera demografia to nauka zajmująca się badaniem prawidłowości zjawisk ludnościowych w konkretnych warunkach społecznych i gospodarczych danego terytorium. Nad kwestią „*optimum*” ludności, czyli najkorzystniejszą z punktu widzenia władzy i państwa, relacją pomiędzy liczbą ludności a wielkością danego obszaru zastanawiali się już w starożytności Konfucjusz, Platon i Arystoteles. Pierwszym przykładem systematycznej analizy demograficznej jest praca J. Graunt'a *Natural and Political Observations [...] upon the Bills of Mortality*, która ukazała się w 1662 roku. Autor ten ustalił szereg prawidłowości demograficznych na podstawie których stworzył tablice trwania życia. Jednak jedną z najbardziej wpływowych teorii w myśli demograficznej aż do połowy XIX wieku była teoria T. R. Malthusa. W rozprawie *Prawo ludności* Malthus przedstawił pogląd iż „*liczba ludności wzrasta w postępie geometrycznym (co 25 lat), a produkcja środków żywności w postępie arytmetycznym*”⁴⁵⁹.

Relacje pomiędzy zjawiskami ekonomicznymi i ludnościowymi są przedmiotem badań demografii ekonomicznej. Bezpośrednio z demografią połączona jest statystyka, która dostarcza

⁴⁵⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Demografia>, dostęp: 31.07.2018.

⁴⁵⁹ Ibidem.

ogólne metody pomiaru procesów masowych i jest niezbędna przy ich analizie. Ścisły związek z demografią ma socjometria, która służy do pomiaru pozycji poszczególnych jednostek w grupie i określenie stopnia jej ekspansywności, spoistości oraz zwartości. W demografii wyodrębnia się podział na następujące podstawowe dyscypliny⁴⁶⁰:

- *demografia formalna*, a jej istotą jest techniczny pomiar struktur i procesów ludnościowych oraz ich formalna analiza;
- *demografia opisowa*, która zajmuje się analizą struktur i procesów ludnościowych;
- *demografia potencjalna*, czyli system pomiaru i oceny procesów demograficznych, który przez nadanie wagi (wartością wyrażoną długością dalszego przeciętnego trwania życia), zależnie od płci, wieku i innych cech członka, analizuje potencjał roboczy.

Teoria ludności Malthusa⁴⁶¹, z czasem określana jako *maltuzjanizm* to określenie koncepcji, a także ideologii i ruchów społecznych nawiązujących do teorii ludnościowej, dopracowanej przez Th. R. Malthusa. Teoria opiera się między innymi na tezie, że gatunek ludzki, mając stałą zdolność rozrodczą, wykazuje niepokonowaną skłonność do rozmnażania się (wzrostu liczebnego). Jak już wspomniałem Malthus zauważył, że liczba ludności, jeżeli nie napotyka przeszkód, powiększa się zgodnie z postępowaniem geometrycznym; ściśle, rośnie w tempie 3% rocznie i podwaja się co 25 lat. Ponieważ podaż żywności w najlepszym razie rośnie zgodnie z postępowaniem arytmetycznym, a zatem znacznie wolniej, to z upływem czasu (po około 50. latach od hipotetycznego momentu zapoczątkowania tej rozbieżności) nieunikniona staje się dysproporcja między przyrostem ludności a produkcją żywności; dochodzi wówczas do nasilającego się spadku produkcji rolnictwa na jednego mieszkańca. Zalecał „*ograniczenia prewencyjne*”, których istotą było zmniejszenie potencjalnej płodności przez powstrzymanie się od założenia rodziny, późne wstąpienie w związek małżeński, abstynencję seksualną w przypadku już zawartych małżeństw, zwłaszcza przez osoby nie mające odpowiednich środków do życia. Malthus był również zwolennikiem utrzymania płac na niskim poziomie, zakładał bowiem, iż ich wzrost pociąga za sobą zwiększenie rozrodczości i przez to nacisk na ograniczoną podaż żywności w okresie życia tego badacza. Podstawowym źródłem niedostatku żywności, a także przyczyną nędzy i bezrobocia jest bowiem, według Malthusa, rozrodczość tych, którzy nie dysponują odpowiednimi środkami utrzymania, czyli ubogich⁴⁶². Trzeba dodać, że Malthus wnioski swoje wysunął na podstawie obserwacji w swoim czasie głównie proletariatu miejskiego, a ponadto nie przewidywał roli postępu technicznego we wzroście przychodów z ziemi i wydajności pracy. W wyniku późniejszych badań okazało się także, że wzrost liczby ludności nie dokonuje się w stałym tempie 3% rocznie.

22.2. Korzystanie ze współczesnej biblioteki

Internet jako szeroka platforma dostępności do dość rozproszonej, nie w pełni udokumentowanej wiedzy z różnych obszarów nauki i praktyki jest już powszechnie uznawanym medium w zakresie zakupów, czy też zdobycia szybko krótkiej informacji. Opracowanie jednak monografii na określony temat wskazuje na dość chaotyczny i rozległy zakres dostępnych informacji, nie zweryfikowanej przez rzeczoznawców. Jednak teraz, przy prawie pustych w nowoczesne wydania książek oraz czasopism bibliotek tradycyjnych, korzystanie z jego zasobów staje się koniecznością. Coraz rzadziej występują bowiem ze względów ekonomicznych wydania papierowe. Wiele wydawnictw uczelnianych dla obniżenia kosztów publikacji drukuje tylko kilka egzemplarzy książek, skryptów, czy też monografii dla autora i wydawców. Zazwyczaj opracowania w formie plików elektronicznych formatu *pdf* umieszczają one na swoich stronach WWW lub blogach wielostronicowych. PDF (*Portable Document Format*) jest to format plików służący do prezentacji, przenoszenia i drukowania treści tekstowo-graficznych, stworzony i promowany przez firmę AdobeSystems⁴⁶³. Język opisu pliku PDF jest okrojona wersją języka programowania *PostScript* wzbogaconą o elementy hipertekstowe.

⁴⁶⁰ Encyklopedia zarządzania <https://mfiles.pl/pl/index.php/Demografia>, dostęp: 31.07.2018.

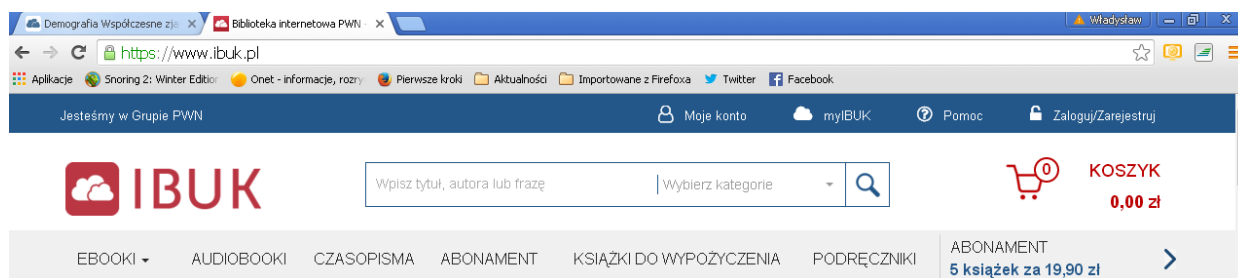
⁴⁶¹ <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/maltuzjanizm;3936876.html>, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁶² Ibidem.

⁴⁶³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Portable_Document_Format, dostęp: 5.08.2018.

Oferowane są obecnie przez księgarnie internetowe dostępy strumieniowe do publikacji w formie dzierżawy okresowej. Można też skorzystać z przesłanej w wersji elektronicznej książki do czytania na laptopach, tabletach, czytnikach, czy też popularnych obecnie smartfonach. Zamieszczona dalej przykładowa procedura dostępu do zasobów *Biblioteki internetowej PWN* wskazuje na różne, bardzo szybkie formy dostępu do wskazanej publikacji, niestety płatnego w zależności od wymaganego zakresu stron przez internautę. I tak zamówienia książek w formacie *pdf* przez Internet przykładowo korzystając ze strony (<https://www.ibuk.pl>) sprowadza się zasadniczo do sześciu kroków postępowania⁴⁶⁴:

1. Wywołanie strony Biblioteki internetowej PWN.



Zbiór biblioteczny został podzielony na ebooki, audiobooki, czasopisma, abonament za udostępnianie pliku, książka do wypożyczenia, podręczniki i inne formy opracowań i dostępu. Możemy jednak wskazać kategorię, czy też wpisać tytuł publikacji i podać autora. Na nasze zamówienie czeka już koszyk sklepu internetowego. *Ebook* to internetowa książka; publikacja elektroniczna, będąca zbiorem wiedzy na dany temat. Ebooki łączą tekst z materiałami multimedialnymi w postaci obrazów, filmów, infografik czy podcastów⁴⁶⁵. Cechują się bogatą szatą graficzną, która obok tematu i wartości merytorycznej, ma pozyskiwać uwagę czytelników⁴⁶⁵. Termin *podcast* (*podcasting*) określa formę internetowej publikacji dźwiękowej lub filmowej, najczęściej w postaci regularnych odcinków⁴⁶⁶. Audiobook, czyli książka mówiona, stanowi nagranie dźwiękowe zawierające odczytany przez lektora tekst publikacji książkowej; zapisane na nośniku danych najczęściej w postaci cyfrowej, w formatach np. MP3, M4B⁴⁶⁷.

2. Po wpisanie tytułu książki, która może być w formie podręcznika, ebooka lub przesłana strumieniowo w formacie *pdf* klikamy na mały koszyk z ceną pozycji książkowej pod obrazem okładki książki.



Po tej operacji jedna pozycja wskazanej książki z ceną pojawi się w naszym koszyku zakupów.

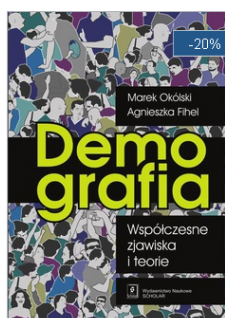
3. W kolejności naszej procedury klikamy na okładkę książki i pojawi nam się dalsze uszczegółowienie do naszego zamówienia żądające wskazania formy przesłania pliku.

⁴⁶⁴ www.ibuk.pl, dostęp: 31.07.2018, zamieszczone widoki ekranów są opracowaniem własnym autora wykonanym na podstawie wertowania tej strony.

⁴⁶⁵ <https://www.semtec.pl/slownik-seo/ebook/>, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁶⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Podcast>, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁶⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Ksi%C4%85%C5%BCka_m%C3%B3wiona, dostęp: 5.08.2018.



PROMOCJA

ABONAMENT

DEMOGRAFIA WSPÓŁCZESNE ZJAWISKA I TEORIE



Autor: Marek Okólski, Agnieszka Fihel
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe Scholar
Format: pdf, ibuk

DODAJ DO ABONAMENTU

KUP NA PREZENT

WYBIERZ RODZAJ DOSTĘPU

KUP I POBIERZ **29,60 zł** ~~37,00 zł~~
 Format: pdf

WYPOŻYCZ
 Dostęp online przez myIBUK

WYBIERZ DŁUGOŚĆ DOSTĘPU

- 5 miesięcy + 20% stron wydruku 23,10 zł
- miesiąc + 15 stron wydruku 13,86 zł
- tydzień + 10 stron wydruku 6,92 zł
- 24 godziny + 5 stron wydruku 4,92 zł

ZAPŁAĆ SMS-EM **6,15 zł**
 Wypożycz na 24h i opłać sms-em

29,60 zł ~~37,00 zł~~

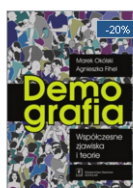
Możemy wybrać *pdf* lub *ibuk*, który umożliwia czytanie jako książka elektroniczna z dostępem online przez aplikację *myIBUK* na wcześniej już wspomnianych urządzeniach. "*myIBUK*" to aplikacja do której potrzeba tylko przeglądarki internetowej np. Chrome i dostępu do Internetu. Aplikacja umożliwia czytanie wypożyczonych ebooków. Istnieje możliwość przeszukiwania treści, a ponadto powiększania lub zmniejszania tekstu. Czytnik zapamiętuje również stronę na której zakończono czytanie⁴⁶⁸.

Istnieje możliwość wyboru czasu dostępu. W sytuacji wyboru czasowego online musimy przed emisją strumienia określonej liczby stron zapłacić SMS-em za wypożyczenie. W tym przykładzie interesuje nas jednak pobranie pełnej publikacji – pliku w formacie *pdf*, klikamy więc na **KOSZYK** z ceną 29,60. Warto zauważyć, że z wyborem czasu dostępu wiąże się zakres stron udostępnionej publikacji (5, 10, 15, 25% całego wydruku).

4. Możemy teraz sprawdzić swoje dane, posumowanie zamówień lub przystąpić do realizacji zakupu w koszyku. Zamówiliśmy tylko jedną książkę „*Demografia Współczesne zjawiska i teorie*”. Sprawdzamy wartość zamówienia oraz naciskamy **DALEJ**.

PRODUKTY

CENA



Demografia Współczesne zjawiska i teorie
 Autor: Marek Okólski, Agnieszka Fihel
 Wydawnictwo: Wydawnictwo Naukowe Scholar
 Format: pdf

 Usun z koszyka

29,60 zł ~~37,00 zł~~
 oszczędzasz 7,40 zł

 Aby wprowadzić kod promocyjny, [zaloguj się](#) lub [zarejestruj](#).

Wartość zamówienia: 29,60 zł

oszczędzasz razem: 7,40 zł

cena zawiera podatek VAT

[< kontynuuj zakupy](#)
DALEJ

Zamówiliśmy więc pełny wydruk książki w formacie *pdf* za cenę 29,60 zł.

5. Jeśli nie mamy jeszcze konta klienta sklepu internetowego to musimy się zarejestrować i zaakceptować warunki sprzedaży. Gdy już byliśmy zarejestrowani to tylko logujemy się do sklepu internetowego podając E-mail i hasło, a następnie naciskamy **ZALOGUJ SIĘ**.

⁴⁶⁸ <https://www.ibuk.pl/myibuk.html>, dostęp: 5.08.2018.

LOGOWANIE

NIE MASZ JESZCZE KONTA?

Jeżeli jesteś nowym Klientem i nie robiłeś u nas zakupów, zarejestruj się. Otrzymasz dostęp do historii zamówień, licznych promocji i zniżek, a Twoje dane adresowe zostaną zapamiętane.

 ZAREJESTRUJ SIĘ

JESTEŚ NASZYM KLIENTEM, ZALOGUJ SIĘ

E-mail: *

wlodek2004@op.pl

Hasło: *

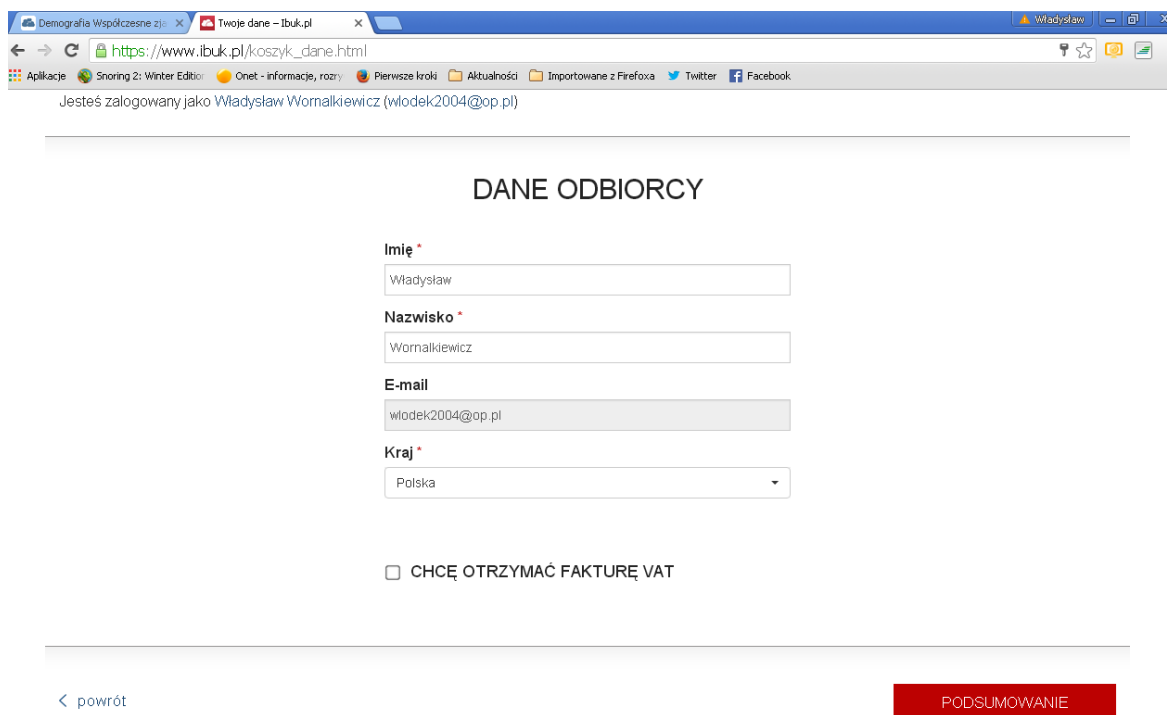
.....|

Nie pamiętam hasła 

zapamiętaj mnie na tym komputerze

 ZALOGUJ SIĘ

6. Po tej operacji system informuje nas o zalogowaniu oraz wyświetla dane odbiorcy, przy czym możemy zażądać fakturę VAT. Ponieważ nasze działanie jest tylko „na niby” nie naciskamy PODSUMOWANIE, ale „powrót”. Naciśnięcie bowiem PODSUMOWANIE skutkuje przesłaniem strumieniowym pliku pdf zamówionej pozycji książkowej i powoduje konieczność zapłaty za przesłaną książkę w formie elektronicznej.



W dalszych podrozdziałach niniejszego opracowania zabazowano na grafice i krótkich treściach ukazujących się po wybraniu określonej pozycji z Biblioteki internetowej PWN⁴⁶⁹. Ponadto niektóre mniej znane określenia zostały zdefiniowane przy wykorzystaniu dostępnych encyklopedii internetowych. Wybrane pozycje książkowe posortowano tematycznie następująco:

- Demografia – migracje,
- Pogoń za szczęściem,
- Adaptacje środowiskowe polskich emigrantów,
- Uchodźstwo,
- Starzenie się populacji,
- Modelowanie procesów demograficznych,
- Skutki migracji.

⁴⁶⁹ <https://ksiegarnia.pwn.pl/>, dostęp: 31.07.2018.

22.3. Demografia – migracje⁴⁷⁰

Demografia Współczesne zjawiska i teorie W przykładowej informacji internetowej w Onecie w dniu 28.07.2018 roku wystąpiła notatka pt. „Do Hiszpanii przyłynęła rekordowa ilość migrantów w ciągu jednej doby”⁴⁷¹, w której czytamy:

„Tylko od wczoraj do dzisiejszego poranka do Hiszpanii przyłynęło ponad 1200 nielegalnych migrantów. Łodziami do brzegów samej Andaluzji dotarło w ciągu doby 1000 osób z Maroka i był to rekordowy dzień pod względem napływu migrantów drogą wodną. Hiszpania jest obecnie głównym kierunkiem napływu migrantów z Afryki do Europy. Dotychczas największa w historii grupa migrantów dotarła morzem do Hiszpanii kontynentalnej w ciągu jednego dnia 20 lipca – było to 450 osób. Przeważali w niej obywatele Maroka i Algierii oraz państw Afryki Subsaharyjskiej. Jak poinformowała hiszpańska straż wybrzeża, wczoraj dopłynęło do południowej Hiszpanii łącznie 1000 nielegalnych migrantów z Afryki; pokonali oni Cieśninę Gibraltarską na około 50. łodziach. Dzisiaj nad ranem służby poinformowały o przybyciu kolejnych grup migrantów, w sumie ponad 200 osób.”

Podaję tę informację wymienionego dnia dla zaprezentowania wagi problemów współczesnej migracji, której poświęcona jest książka „Demografia Współczesne zjawiska i teorie”. Udostępniana jest ona jako pełny wydruk w formacie pdf lub też w formie elektronicznego wypożyczenia wybranego zakresu stron (ebook)⁴⁷². W książce przedstawiono stan współczesny demografii oraz podstawowe zagadnienia ludnościowe świata i różnych jego części. Zarysowano główne zjawiska, z jakimi mierzy się dziś demografia a mianowicie:

- wzrost zaludnienia Ziemi,
- wydłużenie się życia ludzkiego,
- słabnięcie rozrodczości,
- starzenie się populacji,
- nasilenie się mobilności terytorialnej.

Zaobserwowano liczne, przebiegające różnorodnie przestrzennie lub kulturowo zróżnicowanie wymienionych wcześniej zjawisk⁴⁷³, przy czym w kolejnych rozdziałach książki przedstawiono:

- podstawowe kategorie dotyczące dyscypliny naukowej jaką jest demografia;
- stosowane metody analizy demograficznej, *siatkę demograficzną, tablice trwania życia, techniki mikrodemografii, modele matematyczne*;
- podstawowe zjawiska, takie jak reprodukcja ludności, zmiana stanu cywilnego, *mobilność przestrzenna*, a także migracje (ruch wędrownikowy);
- zróżnicowanie demograficzne na świecie;
- uchodźstwo;
- zaprezentowano główne nurty w demografii, przy czym trzeba tu wymienić: teorie dotyczące ludności, zaludnienia, związku partnerskiego, płodności, umieralności, długowieczności, migracji;
- wskazano na podstawowe cechy polityki ludnościowej ze wskazaniem na: rodzinę, zdrowie, migrację;
- wymieniono wybrane techniki analizy demograficznej, a w tym współczynniki i tablice eliminacji.

Wymieniona tu *siatka demograficzna*, czyli *diagram Lexisa* jest podstawowym graficznym instrumentem analizy zjawisk demograficznych, obserwowanych w określonej populacji / subpopulacji w danym przedziale czasu oraz zjawisk obserwowanych w określonej kohorcie⁴⁷⁴. Obrazem tej siatki jest zbiór jednakowo od siebie oddalonych prostych prostopadłych do osi współrzędnych (tzw. linii wieku i linii obserwacji), z których oś rzędnych (x) odzwierciedla rzeczywiste zaawansowanie (wiek) danego zjawiska demograficznego (np. lata życia, długość stażu małżeńskiego, czas pozostawania w stanie bezdzietnym itp.), a oś odciętych (t) – czas kalendarzowy, w jakim jest rejestrowany (obserwowany) stan owego zjawiska.

Kohorta, stosowana jest między innymi w demografii, oznacza zbiór ludzi, wyodrębniony z populacji z uwagi na zachodzące jednocześnie dla całego zbioru wydarzenie lub proces w celu przeprowadzenia analizy⁴⁷⁵. Kohorta powinna być wyodrębniona na podstawie istotnych statystycznie cech i jednorodna pod ich względem. Kohorta demograficzna grupuje np. osoby

⁴⁷⁰ <https://ksiegarnia.pwn.pl/Ksiazki/Demografia-Migracje-Statystyka,2195715,k.html?page=2>, dostęp: 31.07.2018.

⁴⁷¹ <https://wiadomosci.onet.pl/swiat/hiszpania-przyplynelo-1-200-migrantow-rekord/pyhcprk>, dostęp: 28.07.2018.

⁴⁷² Okólski M., Fihel A., *Demografia Współczesne zjawiska i teorie*, Wydawnictwo Scholar, 2017, pdf.

⁴⁷³ Okólski M., Fihel A., *Demografia Współczesne zjawiska i teorie*, op.cit., streszczenie.

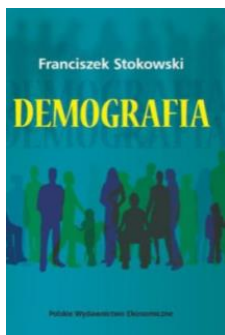
⁴⁷⁴ <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/siatka-demograficzna;3974755.html>, dostęp: 31.07.2018.

⁴⁷⁵ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kohorta_\(statystyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kohorta_(statystyka)), dostęp: 31.07.2018.

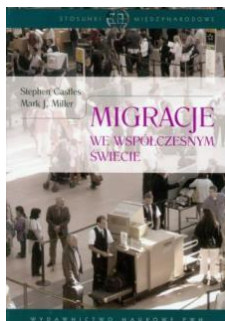
urodzone w danym roku, rozpoczynające w określonym roku edukację szkolną lub studia. Kohorty demograficzne często wykorzystywane są w badaniach porównawczych między przedstawicielami różnych pokoleń lub bada się też te same kohorty wiekowe po upływie określonego czasu.

*Mobilność przestrzenna*⁴⁷⁶, wyraża ruchliwość społeczną i oznacza przesunięcia pozycji ludzi na skali, charakteryzującej ich cechy społeczne, takie jak przynależność do grupy społecznej, grupy zawodowej czy jednostki osiedleńczej. Mobilność przestrzenna obejmuje migracje i cyrkulację, czyli fizyczne przemieszczenia ludzi, jakim towarzyszy transfer z jednej jednostki (przestrzeni) społecznej do innej, przy czym podstawowa różnica między migracją a cyrkulacją polega na tym, że pierwsza z nich prowadzi do trwałej lub względnie trwałej zmiany miejsca zamieszkania, a druga – nie. Nadmienię, że tryb życia niektórych ludów czy grup populacji zakłada koczownictwo, czyli ciągłą mobilność przestrzenną. Próby odniesienia pojęcia „*mobilność przestrzenna*” do konkretnych zjawisk społecznych prowadzą zwykle do przyjęcia za podstawę jednostki terytorialnej, mającej określony status administracyjny, którą ludzie opuszczają celem udania się do innej⁴⁷⁷. Obecnie w nowoczesnym społeczeństwie obserwowane jest zwiększenie mobilności przestrzennej związanej z nauką czy też pracą.

*Demografia*⁴⁷⁸ Przy podejmowaniu decyzji o charakterze ekonomicznym i społecznym niezbędna jest znajomość zjawisk demograficznych. W prezentowanej pozycji literatury spotykamy metody analizy zjawisk ludnościowych opracowane na bazie najnowszych dla autora danych liczbowych. Uzupełnienie danymi historycznymi umożliwiło pokazanie tendencji tych zmian w czasie. Dotyczy to Polski jak i ujęcia międzynarodowego. W opracowaniu oceniono prawidłowości w strukturach poszczególnych zjawisk ludnościowych. Jak już wspomniałem we *Wprowadzeniu* w szybkim tempie następuje integracja globalna nie tylko biznesu, a sprzyjają temu warunki komunikowania się poprzez Internet i media społecznościowe.



*Migracje we współczesnym świecie*⁴⁷⁹ Szczególnie lata 2016-2018 to niepokojący ruch ludności zarówno uchodźców z krajów toczących się wojen jak i porywu młodych z Azji i Afryki. Nierzadko występowało to całymi rodzinami w celu znalezienia się w świecie bogatej Zachodniej Europy, w tym w szczególności w Wielkiej Brytanii, Niemczech, Francji lub Szwecji. Publikacja „*Migracje we współczesnym świecie*” pokazuje nam typy zmian jakie występują obecnie w społeczeństwach na skutek międzynarodowej migracji ludności. Masowe migracje powodują zmiany dynamiki przepływu osób, kapitału oraz towarów. Coraz szybsze i sprawniejsze środki transportu, w tym możliwie tanie przeloty samolotami, przyczyniają się także do sprawniejszej wymiany kulturalnej oraz na niwie sportowej. Obserwowana jest ucieczka kapitału do obszarów dostępnej taniej siły roboczej i bliskości pozyskiwania coraz droższych surowców. Można powiedzieć, że obecny początek XXI wieku to era migracji i to nie tylko ekonomicznej, ale także przykrej, wymuszonej przez los, jaki doświadczają uchodźcy próbujący się przedostać do Europy. Temu właśnie poświęcona jest dalej przedstawiona książka „*Uchodźcy w Europie*”.



*Unia Europejska i wybrane państwa świata wobec kryzysu migracyjnego*⁴⁸⁰ Unia Europejska, chociaż coraz bardziej jednolita gospodarczo, w kwestii kryzysu migracyjnego nie jest zgodna. Kluczowym problemem jest podział uchodźców przebywających przejściowo w krajach basenu Morza Śródziemnego tj. Grecji, Włoszech, Francji. Kraje Europy Środkowej sprzeciwiły się narzucaniu liczby migrantów przez Instytucje Unii Europejskiej.

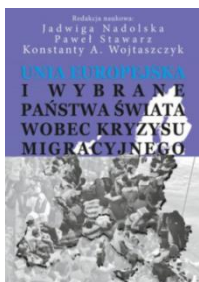
⁴⁷⁶ <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/mobilnosc-przestrzenna;3942435.html>, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁷⁷ Ibidem.

⁴⁷⁸ Stokowski F., *Demografia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2015.

⁴⁷⁹ Castles S., Miller M. J., *Migracje we współczesnym świecie*, Wydawnictwo Naukowe PWN.

⁴⁸⁰ Nadolska J., Stawarz P., Wojtaszyk K. A., *Unia Europejska i wybrane państwa świata wobec kryzysu migracyjnego*, Aspra, 2017.



Omawiana praca zbiorowa stanowi kompleksowy zbiór artykułów ukazujących zjawisko masowej migracji, w tym uchodźstwa do Europy, wywołanych tzw. arabską wiosną. Odpowiada ona na szereg pytań dotyczących strategii przyjętej przez państwa, instytucje wobec problemu emigracji. Zdaniem recenzenta Roberta Kłaczyńskiego „...stanowi ważne źródło wiedzy, będąc zarazem rodzajem vademecum, które umożliwi badaczom problemu emigracji, a także innym czytelnikom poruszanie się po tym niezwykle aktualnym temacie”.

Tyle już razy nadmieniałem słowo „migracja”, trzeba więc przybliżyć to określenie: *migracja* [łac. *migratio* ‘przesiedlenie’], oznacza *przemieszczenia terytorialne związane ze względnie trwałą zmianą miejsca zamieszkania*, przy czym migracje dzielą się na⁴⁸¹:

- stałe – powodujące trwałą zmianę miejsca zamieszkania,
- czasowe – stanowiące sezonową lub okresową zmianę miejsca zamieszkania,
- wahałkowe – codzienne dojazdy z miejsca zamieszkania do miejsca pracy lub nauki.

Skorzystam dalej z tego źródła i zacytuję: „Ze względu na odległość rozróżnia się migracje: wewnętrzne (w obrębie danego państwa – wewnątrzregionalne lub międzyregionalne), zewnętrzne (poza granice państwa – kontynentalne, międzykontynentalne). Biorąc pod uwagę organizację można wyróżnić migracje: żywiołowe, planowe (np. repatriację), legalne, nielegalne, dobrowolne, przymusowe (przesiedlenia, wysiedlenia, deportacje). W zależności od przyczyn migracje dzieli się na zarobkowe, rodzinne, narodowościowe, religijne, polityczne, rekreacyjne, turystyczne. ... Napływ ludności na dane terytorium to imigracja, odpływ to emigracja. Powrót do dawnego miejsca zamieszkania (migracja powrotna), to reemigracja. Miary zjawisk migracji stosowane w demografii to: migracja brutto – suma imigracji i emigracji; saldo migracji (migracja netto) – różnica między napływem i odpływem ludności”.

Do opisu migracji stosowane są modele:

- *grawitacyjne*, które przyjmują, że wielkość migracji jest funkcją liczby mieszkańców miejsc przeznaczenia i pochodzenia oraz odległości między nimi⁴⁸²;
- *ekonomiczne*, które zakładają, że ludzie dostosowują się do zmian ekonomicznych, podążają więc za możliwością uzyskania pracy oraz wyższych wynagrodzeń.

Trzeba dodać, że współczesne migracje rozpoczęły się od masowego wychodźstwa ludności wiejskiej do miast. Zjawisko to zostało zainicjowane w Europie Zachodniej pod wpływem wielkich przemian społeczno-ekonomicznych, spowodowanych uprzemysłowieniem oraz urbanizacją. Stamtąd przeniosło się stopniowo na pozostałą część Europy, a także na inne kontynenty. Ocenia się, że około roku 1800, zaledwie 3% światowej populacji mieszkało w miastach. Pomimo wyższego przyrostu naturalnego ludności wiejskiej, po 150 latach ten odsetek podniósł się do 29%, co świadczy o tym, że zmiana ta wynikała głównie z migracji. W końcu lat 70. XX w. mieszkańcy miast stanowili przeciętnie około 70% całej ich ludności⁴⁸³. Z obszernego opisu zjawiska migracji zawartego w Internetowej Encyklopedii PWN dowiadujemy się ponadto, że:

a) Innym rodzajem masowych współczesnych migracji są międzynarodowe przepływy ludności o charakterze osiedleńczym. Do wybuchu II wojny światowej były one głównie udziałem mieszkańców Europy, którzy z reguły kierowali się na inne kontynenty, bowiem przesiedliło się około 60 mln osób.

b) W XX wieku udział ludności Ameryki Północnej w zaludnieniu Ziemi wzrósł z 0,7 do 5,1%. Nasiliły się migracje odbywane pod wpływem zaburzeń politycznych, szczególnie migracje uchodźców, w tym związane z wysiedleniami lub przesiedleniami na tle narodowym, etnicznym i plemiennym.

c) W roku 2000 do krajów Unii Europejskiej przybyło około 1 mln imigrantów, a do Ameryki Północnej 800 tysięcy, natomiast do Japonii ponad 250 tysięcy. W tym okresie głównymi terytoriami wychodźstwa były zaś Chiny i Meksyk.

d) W okresie międzywojennym takie kraje jak Rosja i Hiszpania doświadczyły masowego odpływu ludności na tle politycznym. Szczególnie nasilone było też uchodźstwo Żydów z Niemiec. Zjawisko migracji wywołanych czynnikami politycznymi sięgnęło zenitu po wybuchu II wojny światowej.

e) Od lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku liczba uchodźców systematycznie wzrastała i tak w II połowie lat 90. w Afryce stale rejestrowano 5,5-6,5 mln uchodźców, a w Azji około 5 mln. Czynnikiem obiektywnym tych migracji były często występujące klęski żywiołowe, wywołujące głód. Wielka skala migracji cechowała również międzynarodowe migracje pracownicze.

⁴⁸¹ <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/migracje;3941121.html>, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁸² http://coin.wne.uw.edu.pl/ggrotkowska/mse_msem/wyklad01.pdf, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁸³ <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/migracje;3941121.html>.

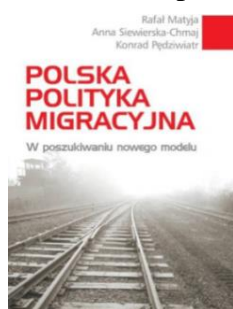
f) Przez kilka 10-leci po zakończeniu II wojny światowej napływ pracowników z zagranicy odgrywał istotną rolę w równoważeniu rynku pracy kilku krajów Europy Zachodniej, w których głęboki niedobór robotników przemysłowych wynikał z wysokiego tempa wzrostu gospodarczego. Znamiennym przypadkiem ilustrującym to zjawisko stały się Niemcy, które 1960-71 podpisały umowy o zatrudnieniu z 9 krajami z Europy Południowej, Afryki Północnej, Turcją i Koreą. W szczytowym okresie (1971) do Niemiec napłynęło prawie 750 tysięcy nowych robotników z zagranicy. Cechami wyróżniającymi pracownicze migracje tego okresu były między innymi oprócz dużego nasilenia, znaczne geograficzne zróżnicowanie krajów pochodzenia migrantów oraz wysoki udział nieudokumentowanego ich zatrudnienia. Pięć najważniejszych krajów imigracji: USA, Rosja, Arabia Saudyjska, Indie i Kanada, uzyskało z tego tytułu łączny przyrost ludności około 31 mln, a pięć najważniejszych krajów emigracji: Meksyk, Bangladesz, Afganistan, Filipiny i Kazachstan, utraciło łącznie około 19 mln osób.

Migracje jako wyzwanie dla Unii Europejskiej i wybranych państw członkowskich⁴⁸⁴



przeczytać tę książkę, mającą charakter monografii, gdyż ukazuje ona aktualny stan wiedzy w zakresie tematyki migracyjnej dotyczącej obszaru Unii Europejskiej (UE). Wiedza zawarta w tej monografii pozwala na usystematyzowanie wiedzy na temat mechanizmów wpływających na kształt i przebieg migracji. Pomocne to może być do badań naukowych związanych ze zdobywaniem i przekazywaniem wiedzy odnoszącej się do teoretycznych, a także praktycznych zagadnień migracji i bezpieczeństwa wewnętrznego UE.

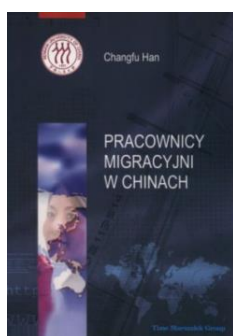
Polska polityka migracyjna⁴⁸⁵



Wobec nasilenia się migracji zarówno wewnętrznej jak i zewnętrznej poszczególne kraje Europy starają się wprowadzić odpowiednie dla nich uregulowania prawne. Z tego względu interesująca może być książka „Polska polityka migracyjna”. Stanowi ona podsumowanie działań związanych z procesami migracyjnymi w kontekście Polski i wybranych krajów UE. W pracy zaproponowano pewne ich modyfikacje. Warto zwrócić jeszcze uwagę na zawarty w opracowaniu materiał porównawczy, starannie zebrany na temat dotychczasowych ekspertyz, który może być pomocny dla pracowników zaangażowanych w problematykę migracyjną. W uzupełnieniu dodam, że w notatce internetowej z lipca 2018 roku na portalu Onet znajdowała się

informacja dotycząca poczynań rządu Polski w zakresie walki z niedoborem pracowników⁴⁸⁶. Szacuje się, że nowa polityka migracyjna będzie kosztować 2,9 mld złotych w latach 2018-2025, przy czym z funduszy unijny aż 1.6 mld złotych. Przewiduje się specjalne zachęty dla studentów i wysoko wykwalifikowanych pracowników. Coraz trudniej jest bowiem ściągnąć pracowników z Ukrainy. Rozszerzono do 283 zawodów zwolnionych z tzw. testu rynku pracy.

Pracownicy migracyjni w Chinach⁴⁸⁷



Przenieśmy się teraz do Chin uznawanych do niedawna jako kraj nieograniczonej podaży siły roboczej. Było to „magnesem” przyciągającym międzynarodowe korporacje z całego świata. Autor Chanfu Han uważa, że to one zakładając swoje bazy produkcyjne przekształciły Chiny w „światową fabrykę”. Wywołało to masową migrację młodej ludności z obszarów wiejskich do aglomeracji miejskich, zasobnych w ośrodki produkcyjne. Jest jeszcze mimo wszystko tania siła robocza. Odbija się to jednak coraz bardziej na kondycji wiosek chińskich, w których następuje szybki proces starzenia się ludności.

⁴⁸⁴ Cebul K., Fehler W., Podgórzanska R., *Migracje jako wyzwanie dla Unii Europejskiej i wybranych państw członkowskich*, Difin, 2017.

⁴⁸⁵ Pędziwiatr K., Siewierska-Chmaj A., Matyja R., *Polska polityka migracyjna W poszukiwaniu nowego modelu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2015.

⁴⁸⁶ <https://int.search.myway.com/search/GGmain.jhtml>.

⁴⁸⁷ Han C., *Pracownicy migracyjni w Chinach*, Adam Marszałek, Toruń 2017.

22.4. Pogoń za szczęściem

Jak żyć szczęśliwie w innym kraju⁴⁸⁸ *Szczęście* jest emocją, spowodowaną doświadczeniami ocenianymi przez podmiot jako pozytywne⁴⁸⁹. Psychologia wydziela w pojęciu *szczęście* rozbawienie i zadowolenie. W rozważaniach o jego naturze *szczęście* najczęściej określane jest w dwu rozdzielnych aspektach: mieć *szczęście*, odczuwać *szczęście*.



Migracja młodych obywateli danego kraju wiąże się z poszukiwaniem szybkiego „dorobienia się” i doznania szczęśliwości, w tym rodzinnej w kraju, który jest przybliżeniem tego marzenia.

Zanikają stopniowo więzi z ojczyzną swoich rodziców, często i dziadków, a liczy się tylko sukces, bogactwo i to jeszcze w młodym wieku. Z ciekawości więc warto sięgnąć po książkę „*Jak żyć szczęśliwie w innym kraju*”. Pojawia się tu zjawisko zwane *nuklearyzacją rodziny*⁴⁹⁰, bowiem coraz bardziej powszechną rodziną nuklearną tworzą dwa pokolenia – rodzice i dzieci. Gdy dzieci usamodzielniają się pozostawiają rodziców samych. Powoduje to szczególnie dla państw Europy Zachodniej i Ameryki Północnej duże problemy socjalne, gdyż zachodzi konieczność opieki nad osobami starszymi i często schorowanymi. Dodam, że dziedziną medycyny zajmującą się osobami w wieku starszym jest geriatrya⁴⁹¹.

Autor przeznaczył swoją książkę do ludzi planujących wyjazd lub mieszkających poza krajem ojczystym. Zastanawia się, co emigranci mogą uczynić, by zintegrować się ze społeczeństwem i nie utracić godności. Podpowiada, jak uniknąć rozczarowań w nowym środowisku społecznym. Sam przyznaje, że jako emigrant, z powodu wyniesionych z domu uprzedzeń, popełnił błędy w swoim działaniu. Chce ustrzec przybyszów do potencjalnie nowej ojczyzny przed problemami i radzi co można zrobić, by życie w nowym kraju nie było takie trudne. Nie zgadza się z opinią niektórych przybyszów, że całkowite dostosowanie się i integracja są niemożliwe.

W cieniu europejskiej twierdzy Obrazy Zachodu wśród Afrykanów Gwinea Bissau⁴⁹² Jeśli



mówimy już o *szczęściu*, to dla Afrykanów z Gwinei Bissau jest to dotarcie do Europy Zachodniej i zaadoptowanie się w jednym z „*rajów ziemskich*” np. w Wielkiej Brytanii. Z tego względu książka „*W cieniu europejskiej twierdzy Obrazy Zachodu wśród Afrykanów Gwinea Bissau*” jest przybliżeniem marzeń młodych Afrykanów o życiu w kraju nowoczesnym, spokojnym i łatwej egzystencji. Ze streszczenia tej książki dowiadujemy się: „...autorka analizuje nastawienie mieszkańców Gwinei Bissau do europejskich wartości i norm kulturowych (takich jak indywidualizm, monogamia czy równouprawnienie)...”. Chcą oni przeniknąć unijną granicę wszelkimi sposobami. Zawarte w opracowaniu rozważania oparte są na badaniach etnograficznych autorki w latach 2003, 2010-2011 i 2016. Książka przybliżyła nam masowe zjawisko migracji Afrykanów i pozwala zrozumieć poświęcenie tych młodych ludzi, licznie przybywających dziś do Europy.

22.5. Adaptacje środowiskowe polskich imigrantów

Współczesne polskie migracje⁴⁹³ Przyjrzyjmy się teraz zjawisku migracji, szczególnie do krajów zasobnych ekonomicznie, gdyż to jest bodźcem do badania tego procesu również w naszym kraju. Z tego powodu sięgnąłem po książkę „*Współczesne polskie migracje*”.

⁴⁸⁸ Olkiewicz A., *Jak żyć szczęśliwie w innym kraju*, tłumacz: Inga Sawicka, Wydawnictwo: Czarna Owca, Warszawa 2014.

⁴⁸⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Szczęście>, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁹⁰ <http://www.wos.net.pl/rodzina.html>, dostęp: 31.07.2018.

⁴⁹¹ http://dspace.uni.lodz.pl/xmlui/bitstream/handle/11089/5353/11_Piotr_Szukalski_Demograficzne%20przemiany%20rodziny_169-186.pdf?sequence=1&isAllowed=y, dostęp: 5.08.2018.

⁴⁹² Brzezińska M., *W cieniu europejskiej twierdzy Obrazy Zachodu wśród Afrykanów Gwinea Bissau*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2017.

⁴⁹³ *Współczesne polskie migracje Strategie – skutki społeczne – reakcja państwa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego,

W prezentacji tej pracy czytamy *„Książka stanowi przegląd nowych i ważnych kierunków oraz wątków obecnych w badaniach migracyjnych w Polsce i na świecie, rozwijających się w ostatnich latach niezwykle dynamicznie. Zamieszczono w niej teksty syntetyczne, podsumowujące wieloletnie badania ogólnopolskie i regionalne, teksty podejmujące zagadnienia o szczególnym znaczeniu społecznym lub opisujące specyficzne problemy grup społecznych i społeczności polskich, w tym przebywających na obczyźnie od niedawna”*.



Na podstawie danych statystycznych łatwo zauważyć, że wyjazdy Polaków były szczególnie intensywne po wejściu Polski do Unii Europejskiej. Potem wystąpiły nieliczne powroty w okresie kryzysu gospodarczego, co miało wpływ na polskie społeczeństwo i gospodarkę. Migracja odbija się bowiem także na życiu rodzinnym wyjeżdżających zagranicę. Według recenzji Jacka Schmidta omawiana książka jest zbiorem spojrzeń tematycznych różnych autorów – badaczy ilustrujących *„najnowsze kwestie skutków emigracji z Polski dla społeczności migrujących i ich rodzin, społeczności i miejsc, które opuścili, a także społeczności przyjmujących i miejsc nowego osiedlenia czy relacji wewnątrz grupy migrujących”*.

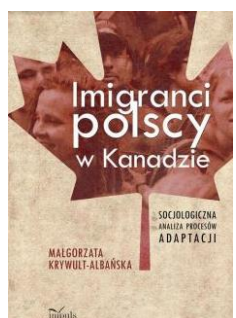
Młodzi emigranci polscy pracujący w Wielkiej Brytanii⁴⁹⁴ Kolejną publikacją zajmującą się



adaptacją zawodową emigrantów jest książka *„Młodzi emigranci polscy pracujący w Wielkiej Brytanii”*. Jak wynika z podtytułu autorkę interesuje relacja między adaptacją zawodową młodych emigrantów polskich w Wielkiej Brytanii, a poczuciem ich szczęścia przebywania w kraju między innymi dobrej, zapewnionej opieki zdrowotnej. Rzeczywistość społeczna stawia człowieka wobec szeregu wyzwań życiowych, w tym zawodowych. Emigranci w stosunku do kraju swego pochodzenia – Polski spotykają się tu z potrzebą zwiększenia mobilności i elastyczności oraz otwartości na nowości. Ze streszczenia tej pracy dowiadujemy się, że: *„Książka ma na celu poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o adaptację zawodową młodych polskich emigrantów w Wielkiej Brytanii, rozpatrywanym w kontekście*

poczucia szczęścia poza granicami kraju ojczystego. Poczucie szczęścia, satysfakcja i ogólne zadowolenie z życia są niezmiernie istotnym czynnikiem przetrwania oraz zaadaptowania się w warunkach migracyjnych”.

Imigranci polscy w Kanadzie⁴⁹⁵ W ofercie Biblioteki internetowej PWN znajduje się szereg



publikacji, które stanowią efekty prac badaczy, czy też dziennikarzy nad analizą pobytu i adaptacji polskich emigrantów w krajach ekonomicznie bardziej intratnych niż Polska. Spośród nich moim zdaniem na wyróżnienie zasługuje książka *„Imigranci polscy w Kanadzie”*. Przedstawiono w niej polskich imigrantów z lat 80. XX wieku na tle poprzednich fal polskiej imigracji w Kanadzie. Emigracja z Polski do Kanady wymienionego okresu podobna była do migracji osiedleńczych z przełomu XIX i XX wieku. Polscy emigranci w Kanadzie stanowią zbiorowość wyodrębnioną pod względem społecznym i kulturowym, jednak dobrze zintegrowaną z rynkiem pracy.

Żyjąc w nowym społeczeństwie polscy emigranci doznawali szeregu zmian dotyczących kultury, języka, wzorów zachowań, wartości norm etycznych, stosunków społecznych. Wystąpiły procesy integracji społecznej, polegające na likwidowaniu barier utrudniających lub uniemożliwiających nawiązywanie kontaktów między jednostkami lub grupami społecznymi⁴⁹⁶. Adaptację ułatwiała satysfakcja z warunków życia, ogólnie biorąc z decyzji o emigracji. Następowo stopniowe przyjmowanie obywatelstwa i osiedlanie się na stałe. Liczne jest polskie środowisko migracyjne w Kanadzie, a badanie jego dostarcza materiału do porównań z innymi skupiskami migrantów w świecie.

⁴⁹⁴ Krawczyk R., *Młodzi emigranci polscy pracujący w Wielkiej Brytanii Adaptacja zawodowa a poczucie szczęścia*, Difin, Warszawa 2017.

⁴⁹⁵ Krywult-Albańska M., *Imigranci polscy w Kanadzie Socjologiczna analiza procesów adaptacji*, Impuls, Kraków 2015.

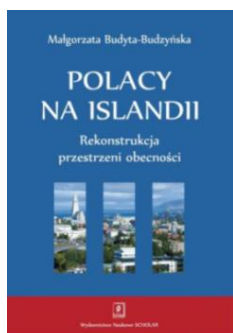
⁴⁹⁶ Ibidem.

Strategia – migracja – adaptacja⁴⁹⁷ Książka „*Strategia – migracja – adaptacja*” pokazuje strategię adaptacyjną rodzin młodych emigrantów polskich mieszkających w Londynie. Interesujące jest spojrzenie autorki z perspektywy rodziców i dzieci, które znalazły się w nowych warunkach społecznych.



Nakładają się tu doświadczenia z Polski i te które wystąpiły w latach emigracji. Emigranci kierują się perspektywą przyszłościową i dostosowują do niej swoje działania w nowej „ojczyźnie”.

Polacy na Islandii⁴⁹⁸ „*Polacy na Islandii*” to kolejna książka poruszająca problematykę polskich emigrantów, których coraz więcej w Islandii. Ta wyspa w XXI wieku stała się obiektem masowej turystyki, zwłaszcza ze Stanów Zjednoczonych. Ktoś jednak musi obsługiwać turystów, stąd podaż na pracowników między innymi sezonowych, również i z Polski. Autorka w swojej pracy stara się odpowiedzieć na szereg pytań, a mianowicie:



- Jak Polacy poradzili sobie w czasie kryzysu ekonomicznego na wyspie?
- Dlaczego wypiarze do początków XX wieku realizowali agrarny model rozwoju, kompletnie nieprzystający do warunków przyrodniczych, który doprowadził do ubóstwa i wielokrotnie do klęsk głodu, a dopiero w XX wieku zdecydowali się oprzeć model gospodarczy na rybołówstwie?
- Czy pomysłem na rozwój w XXI wieku jest turystyka, która ma zastąpić marzenia z początku XXI w. o byciu centrum finansowym Europy?

W prezentowanej publikacji porównano sytuację polskiej diaspory na Islandii z sytuacją Polonii w innych krajach. Książkę można traktować również jako opowieść o oryginalności i odrębności wyspiarskiego kraju jakim jest Islandia.

22.6. Uchodźstwo

Uchodźstwo⁴⁹⁹ – proces opuszczania stałego miejsca zamieszkania przez osoby zagrożone prześladowaniami, będącymi wynikiem konfliktów zbrojnych – zewnętrznych i wewnętrznych, polityki państwa. W myśl Konwencji Genewskiej (art. 1 A 3) za uchodźcę może być uznana osoba, która „na skutek uzasadnionej obawy przed prześladowaniem z powodu swojej rasy, religii, narodowości, przynależności do określonej grupy społecznej lub z powodu przekonań politycznych przebywa poza granicami państwa, którego jest obywatelem, i nie może lub nie chce z powodu tych obaw korzystać z ochrony tego państwa, albo która nie ma żadnego obywatelstwa i znajdując się na skutek podobnych zdarzeń, poza państwem swojego dawnego stałego zamieszkania nie może lub nie chce z powodu tych obaw powrócić do tego państwa”. Uchodźcy przeprowadzają się często z krajów Afryki czy też Azji, pokonując niebezpieczne trudy dobrnięcia np. łodziami do brzegów Grecji, Włoch czy też Hiszpanii.

Uchodźcy w Europie⁵⁰⁰ Autorzy tej publikacji starają się sformułować płaszczyznę do oceny szans i zagrożeń jakie pociąga za sobą współczesna migracja, zwłaszcza w obszarze uchodźstwa. Jest to bardzo istotne zwracając uwagę na masowe zjawisko, które nie tylko niepokoi rządzących, ale także mieszkańców miast i wsi krajów Europy. Jest to zrozumiałe, gdy uświadomimy sobie, że napływa też ludność skrzywdzona przez wojny, a jednocześnie zupełnie odmienna kulturowo i religijnie. Będziemy się musieli nauczyć żyć tolerancyjnie w otoczeniu takich „gości”. Problem migracji masowej uchodźców dotknął dość boleśnie takie kraje jak Francja i Niemcy. Również w Polsce, choć w mniejszym zakresie



⁴⁹⁷ Winięcka K., Katedra Wydawnictwo Naukowe, *Strategia i migracja - adaptacja Rodziny młodych migrantów polskich w Londynie po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej*, 2018.

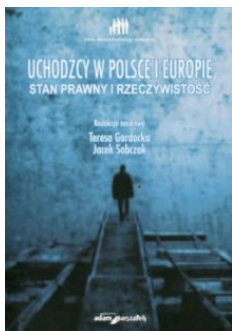
⁴⁹⁸ Budyta-Budzyńska M., *Polacy na Islandii Rekonstrukcja przestrzeni obecności*, Scholar, Warszawa 2017.

⁴⁹⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Uchodźca>, dostęp: 5.08.2018.

⁵⁰⁰ Wojtaszyk K. A., Szymańska J. (red. nauk.), *Uchodźcy w Europie Uwarunkowania, istota, następstwa*, Aspra.

występuje to zjawisko migracji i dotyczy przede wszystkim przybyszów spoza wschodniej granicy. Wróćmy jednak do omawianej książki, gdyż dostarcza ona gruntownej wiedzy o przyczynach i potencjalnych skutkach kryzysu migracyjnego, jakiego doświadcza Europa obecnego czasu. Należy docenić wyodrębnienie w niej problemów i poddanie ich wnikliwej analizie. W opracowaniu zwrócono również uwagę na ograniczenia polityki azylowej Unii Europejskiej i poszczególnych państw członkowskich.

Uchodźcy w Polsce i w Europie⁵⁰¹ Kolejna książka „*Uchodźcy w Polsce i Europie*” to zbiór



artykułów dotyczących niektórych problemów jakie towarzyszą uchodźcom. Wiemy, że obecnie występuje tendencja zatrzymania tej fali uchodźczej w krajach sąsiadujących z obszarami wojny, niepokoju społecznego, biedy poprzez tworzenie dofinansowanych przez Unię Europejską obozów przejściowych. Kwestie uchodźstwa to nie tylko sprawy socjalne, ale przede wszystkim wymagające jak najszybszego uregulowania prawnego i jednolitości działania przez państwa członkowskie tej organizacji gospodarczej.

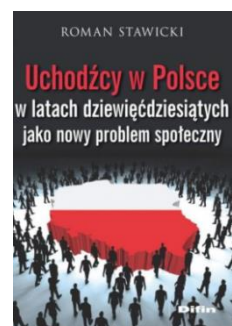
Angela Merkel i kryzys migracyjny Dzień po dniu⁵⁰² Gospodarka Niemiec odczuwała w



pewnym okresie brak dostatecznej siły roboczej do swego prężnego przemysłu. Być może było to powodem otwartości tego kraju na cudzoziemców. Zachęcenie ich do przyjazdu, między innymi przez Kanclerza Niemiec, spowodowało samorzutne zorganizowanie wielkiej fali obcokrajowców, napływających tłumnie w celu znalezienia się w dobrych warunkach bytowania. Byli wśród nich uchodźcy z pogrążonej wojną Syrii, jak też przybywający w celach zarobkowych. Warto więc sięgnąć po książkę „*Angela Merkel i kryzys migracyjny Dzień po dniu*”. Autor tej książki, niemiecki dziennikarz Die Welt, rekonstruuje decyzję podjętą na najwyższym szczeblu niemieckiej polityki dotyczącą wpuszczenia uchodźców. Spowodowała ona

obniżenie autorytetu Kanclerza Niemiec – Angeli Merkel. Miała i nadal ma wpływ na jedność krajów Unii Europejskiej, które podzielone są w kwestii przyjmowania obcokrajowców, w tym również z obszarów Afryki. Czasopismo *The European* określiło omawianą książkę jako „*Wyjątkowe, niezwykle rzetelne dziennikarstwo. Genialnie napisana, czyta się niczym powieść detektywistyczną.*” Natomiast *Der Spiegel* napisał „*Zapierający dech w piersiach raport z samego środka władzy. Polityczny kryminal strona po stronie.*”

Uchodźcy polscy w latach dziewięćdziesiątych jako nowy problem społeczny⁵⁰³ Problematyka



uchodźców, tak drażliwa w latach 2015-2017, nieco przygasła w środkach masowego przekazu jak i strategiach migracyjnych poszczególnych krajów Europy. Odsuwanie lawiny uchodźców poza teren Starego Kontynentu wiąże się z pilnowaniem niekontrolowanego napływu ludności z Azji i Afryki.

Książka „*Uchodźcy polscy w latach dziewięćdziesiątych jako nowy problem społeczny*” omawia temat uchodźców polskich występujący już, lecz w mniejszej skali, w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. Spotykamy tu przybliżenie aspektów prawnych, instytucjonalnych i społecznych uchodźstwa

w Polsce po 1989 roku. Sięgnięcie przez autora po lata wcześniejsze od obecnych wynikało z potrzeby analizy sytuacji społeczno-prawnej uchodźców w Polsce w pierwszym okresie udzielania im pomocy.

⁵⁰¹ Gardocka T., Sobczak J.(red. nauk.) *Uchodźcy w Polsce i Europie Stan prawny i rzeczywistość*, Adam Marszałek, Toruń 2010.

⁵⁰² Robin A., *Angela Merkel i kryzys migracyjny Dzień po dniu (Die Getriebenen)*, tłumacz: Marcin Masny, Wydawca: Teologia Polityczna, Warszawa 2017.

⁵⁰³ Stawiński R., *Uchodźcy polscy w latach dziewięćdziesiątych jako nowy problem społeczny*, Difin, Warszawa 2017.

Migracje i kryzys uchodźczy w Europie⁵⁰⁴ Spośród książek dotyczących migracji warto



przeczytać: *Migracje i kryzys uchodźczy w Europie*⁵⁰⁴. W opracowaniu zwraca się uwagę na to, że problem uchodźczy czy też migracyjny nie pojawił się dopiero w 2015 roku. „Istniał już znacznie wcześniej, lecz bogate społeczeństwa Północy nie interesowały się nim. Profilaktycznie nie dociekały genezy wielu wojen, źródłem nędzy na innych lądach, wpływu, jaki wywierały na środowisko naturalne w położonych z dala od nich krainach. Nie poczuwały się do winy i nierzadko nadal tego nie robią.”

22.7. Starzenie się populacji

Starzenie się społeczeństwa a polityka fiskalna i migracyjna⁵⁰⁵ Zagadnienie starzenia się



społeczeństwa krajów przede wszystkim wysoko rozwiniętych stanowi kanwę wielu publikacji. Niski przyrost naturalny, często nie odtwarzanie przynajmniej stanu liczebnego rodziców powodują istotne problemy ekonomiczne. Z tego względu rządy tych krajów podejmują uregulowania prawne, w celu przyjęcia przede wszystkim emigrantów wykształconych i to w wieku produkcyjnym. Zaczyna prowadzić się też tolerancyjną politykę fiskalną wobec migrujących. Prezentowana książka jest pracą zbiorową obejmującą rozdziały:

- O demograficznym starzeniu;
- Pronatalistyczna polityka fiskalna;
- Model podejmowania decyzji prokreacyjnych i wychowawczych;
- Przegląd metod szacowania kosztów dzieci;
- Koszty utrzymania dzieci w czterech krajach europejskich;
- Wydatki na politykę migracyjną Austrii, Francji, Polski, Włoch – ujęcie porównawcze;
- Wydatki na polską politykę imigracyjną w latach 2010-2013 – ujęcie szczegółowe;
- Pronatalistyczna funkcja wydatków na politykę fiskalną i migracyjną.

Występujące tu pojęcie „polityka pronatalistyczna” oznacza politykę ludnościową, mającą na celu zwiększenie liczby urodzeń⁵⁰⁶. Wyrazem tej polityki jest tworzenie przez państwo różnego rodzaju zachęt materialnych i moralnych do powiększania liczby dzieci w rodzinach i w otaczaniu szczególną opieką rodzin wielodzietnych. W definicji tego określenia czytamy: *Polityka pronatalistyczna stosowana była m.in. we Francji i w Polsce po wielkich stratach ludnościowych poniesionych w czasie pierwszej wojny światowej. Obecnie prowadzą ją kraje skandynawskie (Norwegia, Dania, Szwecja). Od 1 kwietnia 2016 obowiązuje w Polsce program Rodzina 500 plus, którego celem jest wsparcie rodzin, a którego długoterminowym skutkiem ma być wpływ na zwiększenie liczby urodzeń. Polska znajduje się aktualnie w grupie krajów o najniższym współczynniku dzietności.*

Autorzy tej interesującej książki pokazują jaki wpływ na dzietność mają konkretne działania z zakresu polityki fiskalnej, jaki jest ich koszt, jakie są wydatki państwa na poszczególne działania w ramach polityki imigracyjnej i jaki jest ich koszt. Ponadto podają ile kosztuje stymulowanie imigracji kompensacyjnej, tzn. uzupełniającej braki na rynku pracy. W opracowaniu wskazano na politykę ludnościową w czterech różnych pod względem zjawisk demograficznych krajach europejskich, a mianowicie: Austrii, Francji, Polsce i Włoszech.

Demograficzne uwarunkowania i wybrane społeczno-ekonomiczne konsekwencje starzenia się ludności w krajach europejskich⁵⁰⁷ o kolejną wybraną przez siebie książkę poruszającą konsekwencje starzenia się ludności w odniesieniu do krajów europejskich. Zakres sugerowanej pracy obejmuje rozdziały:

⁵⁰⁴ Jaremczuk E. J. (red. nauk.), *Migracje i kryzys uchodźczy w Europie Rzeczywistość i wyzwania*, FNCE, Poznań 2017.

⁵⁰⁵ Fihel A., *Starzenie się społeczeństwa a polityka fiskalna i migracyjna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2017.

⁵⁰⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Polityka_pronatalistyczna, dostęp: 5.08.2018.

⁵⁰⁷ Kurkiewicz J.(red.), *Demograficzne uwarunkowania i wybrane społeczno-ekonomiczne konsekwencje starzenia się ludności w krajach europejskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, format: ibuk.



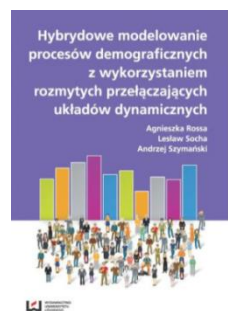
- Ekonomiczne konsekwencje zmian rozmiarów i struktury według wieku populacji,
- Proces starzenia się ludności w krajach europejskich. Ujęcie historyczne i perspektywy przemian do 2050 roku,
- Zmiany oczekiwanego trwania życia a proces starzenia się populacji,
- Konwergencja i dywergencja umieralności w krajach europejskich,
- Starzenie się populacji a poziom życia ludności,
- Zmiany demograficzne a starsi pracownicy w Polsce z perspektywy przedsiębiorstwa; rozdział ten poparto wynikami przeprowadzonego badania ankietowego.

Konwergencja (łac. *convergere*, zbierać się, upodabniać się), także *teoria konwergencji*, *efekt doganiania* – hipoteza, że w krajach biedniejszych dochody na mieszkańca (mierzone np. PKB/osobę) rosną szybciej niż w krajach bogatych. Jak pokazują dane empiryczne, mimo znacznie niższej produktywności pracy kraje słabo rozwinięte często osiągają wyższe wskaźniki wzrostu gospodarczego niż kraje wysoko uprzemysłowione⁵⁰⁸. Tu odniesiono to pojęcie do umieralności, która w krajach „zasobnych” jest niższa niż w biednych. W pracy podkreślono, że obecnie starzenie się populacji, wraz ze spadkiem płodności, jest zjawiskiem typowym dla demograficznego obrazu Europy. Zachodzi konieczność znalezienia rozwiązań mających na celu łagodzenie niekorzystnych skutków tego zjawiska. W streszczeniu prezentowanej książki znajdujemy akapit:

„W pracy dokonano charakterystyki zjawisk demograficznych determinujących stan i strukturę ludności Europy oraz oceny procesu starzenia się ludności w krajach europejskich do 2050 r., a także podjęto badania wpływu starzenia się populacji na zmiany poziomu życia ludności do 2050 r. Wskazano również możliwości realizacji polityki aktywnego starzenia się przez duże podmioty gospodarcze w Polsce”.

22.8. Modelowanie procesów demograficznych

Hybrydowe modelowanie procesów demograficznych z wykorzystaniem rozmytych przełączających układów dynamicznych⁵⁰⁹ Poszukując opisów teoretycznych i praktycznych



zastosowań modeli przedstawiania oraz prognozowania wskaźników procesów ludnościowych zwróciłem uwagę na książkę: „*Hybrydowe modelowanie procesów demograficznych z wykorzystaniem rozmytych przełączających układów dynamicznych*”. Zamieszczone w niej modele teoretyczne dotyczą umieralności i są pomocne w szacowaniu długości życia przez firmy ubezpieczeniowe.

Zakupiłem tę książkę i odniosłem wrażenie, że zawarte w niej procedury teoretyczne mogą znaleźć zastosowanie również w modelowaniu zjawisk sfer ekonomicznych, przykładowo czasu życia firm, maszyn lub instalacji. Prawidłowości związane z umieralnością stanowią od dawna przedmiot zainteresowania wielu badaczy. Graunt – inicjator metodologii tablic umieralności opublikował w roku 1662 pracę: „*Natural and Political Observations Made upon the Bills of Mortality*”. Współczesnym autorem metodologii budowy tablic wymieralności jest C. L. Chiang.

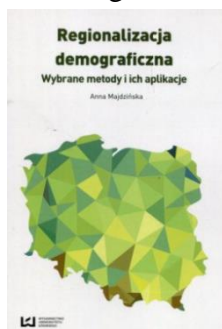
W proponowanej książce zaprezentowano najnowsze modele umieralności, które umożliwiają prognozowanie procesu wymierania populacji w perspektywie średnio- i długookresowej. W streszczeniu tej książki podano: „*Autorzy omawiają kolejne modyfikacje modelu Lee-Cartera, wykorzystując teorię równań różniczkowych, algebry liczb rozmytych oraz algebry liczb zespolonych. Zastosowanie tych struktur pozwala na modelowanie umieralności, a następnie na wskazanie własności prognostycznych poszczególnych modeli.*” Zawartość omawianej książki obejmuje:

- wyszczególnienie modeli umieralności (tablicowe mierniki umieralności, modele interpolacyjne);
- opis statycznych i dynamicznych modeli hybrydowych;
- przedstawienie dynamicznych hybrydowych modeli umieralności;
- zaprezentowanie modelu Koissi-Shapiro opartego na skierowanych liczbach rozmytych;
- modele umieralności oparte na zmodyfikowanych liczbach rozmytych i funkcjach zespolonych;
- estymację i ewaluację modeli umieralności.

⁵⁰⁸ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwergencja_\(ekonomia\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Konwergencja_(ekonomia)), dostęp: 5.08.2018.

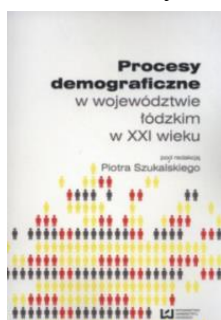
⁵⁰⁹ Rossa R., Lesław Socha, Szymański A., *Hybrydowe modelowanie procesów demograficznych z wykorzystaniem rozmytych przełączających układów dynamicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015.

Regionalizacja demograficzna Wybrane metody i ich aplikacje⁵¹⁰ Procedura wyróżniania



regionów nosi nazwę regionalizacji. Termin region odnosi się do okolicy, przestrzeni. Region jest to wyodrębniony, względnie jednolity fragment powierzchni Ziemi, charakteryzujący się występowaniem określonych cech, odróżniających go od obszarów sąsiednich⁵¹¹. Regionalizacja demograficzna ma na celu wyodrębnienie obszarów jednorodnych z punktu widzenia charakterystyk ludnościowych. W tym zakresie stosowanych jest obecnie szereg metod regionalizacyjnych. Na uwagę zasługują propozycje autorki dotyczące modyfikacji niektórych procedur oraz adaptacji metod wielocechowej analizy porównawczej dla celów delimitacji regionów demograficznych. Warto zainteresować się także przykładem zastosowania tych usprawnionych metod w odniesieniu do regionalizacji demograficznej obszarów Polski i Europy na początku pierwszej i drugiej dekady XXI wieku. Wymienione tu określenie *delimitacja* oznacza rozdzielenie, rozgraniczenie oraz wyznaczenie granic i jest ona przeprowadzana według określonych kryteriów⁵¹².

Procesy demograficzne w województwie łódzkim⁵¹³ Coraz częściej demografowie skupiają się



nie tylko na całym kraju, ale także na poszczególnych obiektach struktury terytorialnej. Rządzących bowiem danym regionem, podregionem, województwem czy też powiatem interesuje bezpośrednio „*ich podwórko*”.

Chcą na bieżąco przeciwdziałać niekorzystnym procesom ludnościowym, takim jak starzenie się populacji oraz wzmożona migracja wewnętrzna pracowników do sąsiednich regionów. Potrzebna w tym zakresie była zorganizowana lokalnie w maju 2018 roku konferencja: „*Sytuacja demograficzna jako wyzwanie dla polityki społecznej i gospodarczej na przykładzie miasta Nysa oraz powiatu nyskiego – stan obecny i perspektywy*”.

Sięgnąłem więc po książkę „*Procesy demograficzne w województwie łódzkim*”. W tej pozycji literatury zajęto się określeniem zmian w liczbie i rozmieszczeniu ludności województwa łódzkiego. Zwrócono uwagę na takie czynniki jak zachowania rozrodcze i matrymonialne, stan zdrowia i umieralność oraz migracje. W porównaniach posłużono się danymi ewidencyjnymi spisu ludności, a także prognozą demograficzną GUS-u. Zaobserwowano i pokazano zmiany na poziomie powiatów województwa łódzkiego. Opracowanie powinno być pomocne dla decydentów sektora publicznego w obszarach: edukacja, ochrona zdrowia, zaopatrzenie w media oraz przedsiębiorców interesujących się popytem na dobra i usługi rynkowe oraz podażą pracy.

22.9. Skutki migracji

Migracje międzynarodowe i ekspatriacja⁵¹⁴ *Ekspatriacja* (łac. *expatriare*) oznacza



opuszczenie kraju ojczystego, przy czym określenie to stosowane jest zarówno do dobrowolnego opuszczenia ojczyzny, jak i przymusowego wydalenia, także w połączeniu z utratą obywatelstwa⁵¹⁵. Ekspatriacja dotyczy głównie firm międzynarodowych. Współczesna ekspatriacja ekonomiczna jest używana na określenie wysokiej klasy specjalisty, który podążając za zatrudnieniem opuszcza ojczyznę. Książka „*Migracje międzynarodowe i ekspatriacja*”, będąca monografią ma charakter interdyscyplinarny. Autorzy reprezentują dyscypliny nauk społecznych, jak i ekonomicznych. W prezentowanej monografii przedstawiono następujące zagadnienia:

⁵¹⁰ Majdzińska A., *Regionalizacja demograficzna Wybrane metody i ich aplikacje*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016.

⁵¹¹ http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Delimitacja_granic_regionalnych, dostęp: 5.08.2018.

⁵¹² http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Delimitacja_granic_regionalnych, dostęp: 5.08.2018.

⁵¹³ Szukałski P.(red.), *Procesy demograficzne w województwie łódzkim w XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015.

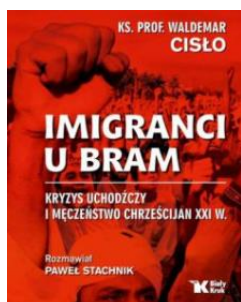
⁵¹⁴ Przytuła S., *Migracje międzynarodowe i ekspatriacja Perspektywa indywidualna, organizacyjna, społeczno-kulturalna*, Difin, Warszawa 2017.

⁵¹⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ekspatriacja>, dostęp: 5.08.2018.

- mobilność i migracje międzynarodowe;
- pojęcia migranta i ekspatrianta;
- motywy przemieszczeń międzynarodowych;
- cechy osobowości migranta i ekspatrianta;
- bariery i korzyści migracji i ekspatriacji;
- przedsiębiorczość migrantów;
- modele i praktyki adaptacji kulturowej,
- kulturowe, społeczne i polityczne uwarunkowania migracji międzynarodowych.

Stopniowo na skutek globalizacji i znacznego obniżenia kosztów podróży międzykontynentalnych ekspatriacja została zdominowana przez migracje zarobkowe. Powstał nowy segment rynku pracy, bowiem pracownicy dużych firm coraz częściej byli wysyłani do zagranicznych oddziałów bądź podległych spółek. Obecnie ekspatrianci, zwykle zatrudniani są w międzynarodowych korporacjach i współtworzą nową, globalną klasę średnią, w której następują już większe wzajemne wpływy kulturowe.

Imigranci u bram⁵¹⁶ Z postawy chrześcijanina, w przystępny sposób napisana książka „*Imigranci u bram*” wprowadza nas w problematykę sytuacji wyznawców Chrystusa w obszarach wojen, czy też konfliktów społecznych. Autor Waldemar Cisło informuje nas: „*Co o trzy minuty gdzieś na świecie ginie jeden chrześcijanin; nie umiera naturalną śmiercią; ginie męczeńsko...*”.

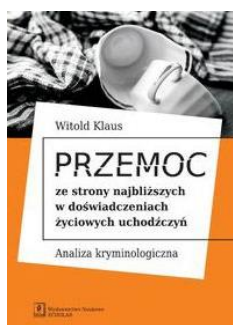


Ich śmierć jest przeważnie w wyniku ataku muzułmanów na obiekty sakralne lub skromne domostwa wioskowe. W streszczeniu tej książki stawia się wiele pytań typu:

- Dlaczego nikt z rządzących naszym kontynentem nie chce zastanowić się, co będzie z tymi krajami ogarniętymi konfliktami zbrojnymi, gdy odpłynie z nich potężna rzeka młodych ludzi – uchodźców?*
- Dlaczego i za czyją przyczyną świat staje dziś na głowie, kto ma w tym interes i jak to może się skończyć?*

Wielkim walorem omawianej książki jest także ponad 100 dramatycznych ilustracji, które przemawiają do Czytelnika dobitniej niż słowa tej książki napisanej przez przewodniczącego polskiej sekcji światowej organizacji „*Pomoc Kościołowi w Potrzebie*”. W prezentacji książki „*Imigranci u bram*” znajduje się dramatyczny akapit, który zacytuje: „*Ofiarami wojny są też muzułmanie, to prawda, ale to nie kto inny, jak bracia islamskich ofiar wciąż burzą świątynie i domostwa chrześcijan, mordują, gwałcą, palą, okaleczają, ścinają głowy, podkładają bomby. Część z nich jedzie potem, a raczej jest eksportowana, do Europy; kto z nich uchodźca, kto imigrant, kto terrorysta - nie sposób rozróżnić. Faktem jest, że wojna została już zawleczona na nasz kontynent*”.

Przemoc ze strony najbliższych w doświadczeniu życiowym uchodźczyń⁵¹⁷ Cudzoziemcy



wnoszą ze sobą nowe nawyki, zwyczaje, zachowania kulturalne. Nie zawsze to jest zrozumiałe przez mieszkańców danego kraju. Rażący może być stosunek mężczyzn do kobiet, czy też sposób wychowywania dzieci i zachowania religijne. Elementem wiedzy w tym zakresie może być książka „*Przemoc ze strony najbliższych w doświadczeniu życiowym uchodźczyń*”. Jej autor Witold Klaus wykazuje jak skomplikowanym zagadnieniem jest stworzenie systemu skutecznej reakcji społecznej, gdy mamy do czynienia z problemami silnie związanymi ze zróżnicowaniem kulturowym. Spotykamy tu wnikliwą analizę zagadnień przemocy wobec migrantek na podstawie badań zagranicznych.

Według recenzji Anny Kossowskiej „*Na szczególne podkreślenie zasługuje logiczna struktura pracy oraz waga wyników przeprowadzonych przez Autora innowacyjnych badań empirycznych, a także trafne wnioski, zmierzające do stworzenia skutecznego systemu ochrony i wsparcia migrantek, doświadczających przemocy ze względu na płeć*”.

⁵¹⁶ Cisło W., *Imigranci u bram Kryzys uchodźczy i męczeństwo chrześcijan XXI w.*, Wydawca: Biały Kruk, 2017.

⁵¹⁷ Klaus W., *Przemoc ze strony najbliższych w doświadczeniach życiowych Analiza kryminologiczna*, Scholar, Warszawa 2017.

Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat

Polskich⁵¹⁸ W okresie przedwojennym i powojennym naszego kraju wystąpiła znaczna migracja ludności z ubogich rejonów górskich do USA, Kanady i innych zamożnych państw świata. Ze tego względu interesujący się zjawiskami ludnościowymi powinien się zapoznać z książką:



„*Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat Polskich*”. W streszczeniu tej publikacji czytamy: „*Książka stanowi kwintesencję wiedzy o współczesnych przejawach mobilności zachodzących na terenach peryferyjnych i ich konsekwencjach w wymiarze ekonomicznym, społecznym i rolno-środowiskowym. Monografia jest efektem badań Autora przeprowadzonych w gminach górskich klasyfikowanych jako obszary o niekorzystnych warunkach gospodarowania (ONW) z udziałem przedstawicieli samorządów lokalnych. W całościowej ocenie konsekwencji procesów*

migracyjnych wykorzystana została grupa wielokryterialnych metod analitycznych – Analityczny Proces Hierarchiczny (AHP) i Analityczny Proces Sieciowy (ANP), zastosowana w tego typu badaniach po raz pierwszy. Dokonana analiza obejmuje część diagnostyczną dotyczącą korzyści i kosztów migracyjnych, oraz prognostyczną, odnoszącą się do szans i zagrożeń wynikających z odpływów migracyjnych”.

22.10. Zagadnienia

1. Migracja
2. Globalizacja biznesu
3. Strefy zaporowe
4. Mury chroniące
5. Adaptacja grup społecznych
6. Optimum ludności
7. Demografia ekonomiczna
8. Dostępny strumieniowe do publikacji
9. Ibuk
10. Starzenie się populacji

* * *

Literatura przedmiotu dotycząca migracji, czyli wędrówki przestrzennej ludności wskazuje, że zjawisko to istniało zawsze. Objawiało się jednak w formie fal z większym lub mniejszym natężeniem. Masowe imigracje na wolniejsze tereny spowodowane były początkowo wojnami plemiennymi, szerzącymi się zarazami, możliwością dostępu do wody, łąk, żyznych dolin, czy też obszarów z łatwo dostępnymi bogactwami naturalnymi, których wydobywanie przynosiło krocie zyski osiedleńcom.

Przeważnie współcześnie młode pokolenie, chce jak najszybciej spełnić swoje marzenia o dostatnim życiu, zbudowaniu własnego domu, urządzeniu nowoczesnego mieszkania, posiadania dziecka i wozach po świecie. Jednak, aby temu sprostać trzeba znaleźć intratną, dobrze płatną pracę i to najlepiej zagranicą, uważa część młodego pokolenia, w tym kończący studia w Polsce.

Imigracja to nie tylko pogoń za poszukiwaniem „szczęścia”, ale także sytuacje obiektywne, które zmuszają rzesze ludności do opuszczania swoich domostw i udawania się w nieznaną, żyjąc z łaski innego zamożnego kraju. Jak trudno się w nim zadomowić, znaleźć pracę a jednocześnie zachować swoje tradycje rodzinne.

Chociaż brakuje rąk do pracy, występuje również i w Polsce niechęć do przyjmowania niepewnych przybyszów, którzy traktowani są często jako terroryści Tymczasem dominująca w nich grupa to biedni uciekinierzy, chrześcijanie uciekający przed maczetami wrogich odłamów w krajach pozaeuropejskich.

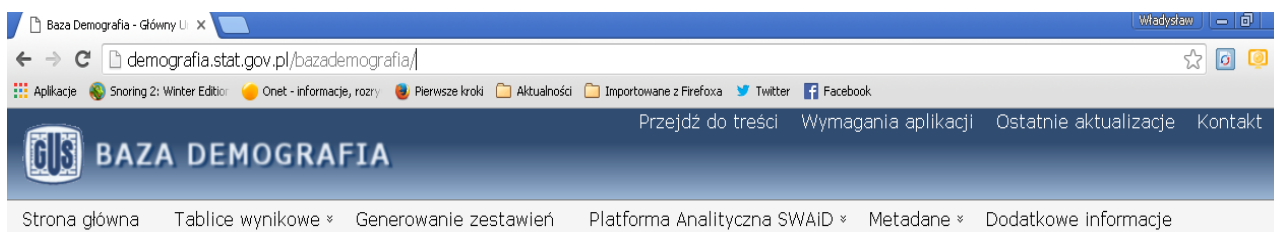
⁵¹⁸ Cymanow P., *Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat Polskich*, Difin, Warszawa 2018.

23. Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmoniczn⁵¹⁹

23.1. Wprowadzenie⁵²⁰

Demografia (stgr. *demos* – "lud" i *grapho* – "pisać") to dziedzina nauki zajmująca się powstawaniem, życiem i przemijaniem społeczności ludzkiej⁵²¹. Dziedzina ta zajmuje się przyrostem naturalnym, migracjami, strukturą społeczną, a więc wiekiem, płcią, przynależnością zawodową, narodowością oraz wyznaniem. Ponadto rozmieszczeniem przestrzennym ludności, oddziaływaniami społecznymi i socjologicznymi. Źródłem danych są publikacje statystyczne, reprezentatywne próby statystyczne oraz spisy ludności. Do obserwacji procesów demograficznych wykorzystuje się statystyki meldunkowe z których pozyskuje się m.in. współczynniki: urodzeń, zgonów, przyrostu naturalnego, dzietności, saldo migracji, oczekiwaną długość życia. Demografia graficznie przedstawia dane w okresach czasowych w formie wykresów słupkowych, liniowych i innych.

Baza *Demografia* umożliwia stały dostęp do informacji statystycznych charakteryzujących sytuację demograficzną w Polsce⁵²². Baza ta, aktualizowana przez Główny Urząd Statystyczny, stanowi źródło danych, obejmujące takie informacje jak stan i struktura ludności, ruch naturalny, migracja, dynamika zachodzących zmian w populacji ludności. Baza *Demografia* umożliwia generowanie różnych zestawień na żądanie według przekroju ustalonego przez użytkownika. Menu główne tej aplikacji programowej pokazano na Rycinie 23.1.



Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>.

Ryc. 23.1. Menu aplikacji Baza Demografia

Menu obejmuje zakładki: *Strona główna*, *Generowanie zestawień*, *Platforma Analityczna SWAiD*, *Metadane*, *Dodatkowe informacje*. *Platforma Analityczna*, czyli *Dziedzinowe Bazy Wiedzy GUS-u*, daje dostęp do aktualizowanych na bieżąco informacji w postaci gotowych raportów.

W tym materiale wykorzystano możliwości jakie daje zakładka *Generowanie zestawień*, przy czym dane udostępniane są w postaci tablic w układzie wskazanym przez użytkownika. Zainteresowanie skupimy teraz na zakresie II – *Ruch naturalny ludności*, a w ramach niego na intuicyjnie wybrane przez autora cechy statystyczne: *Małżeństwa*, *Rozwody*, *Urodzenia*, *Zgony* oraz *Emigracje* i (*Migracje – odpływ*) będące składnikiem zakresu III – *Migracje ludności* (zob. Rycina 23.2).

Program wyszukiwania po wskazaniu zakresu tematycznego umożliwia wybór roku, jednostki terytorialnej oraz wskazanie dalszego kryterium wyszukiwania w kolejnych czterech krokach:

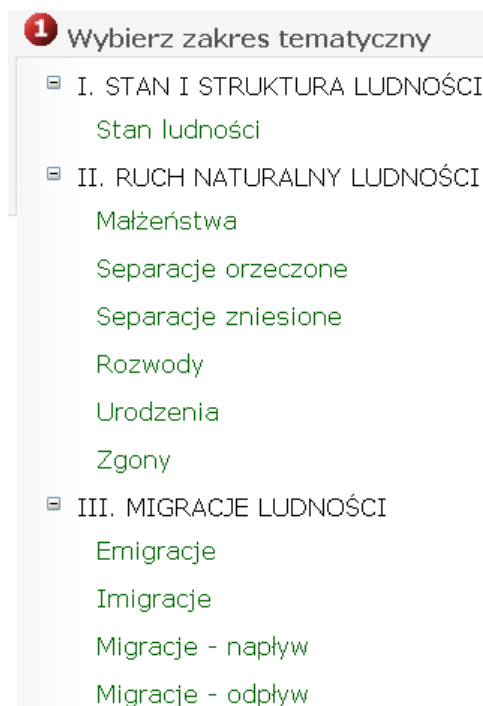
- 1 – wybierz zakres tematyczny,
- 2 – wybierz rok,
- 3 – wybierz jednostkę terytorialną,
- 4 – wybierz dane.

⁵¹⁹ Opracowanie bazuje na rozdziale 20. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁵²⁰ Tekst opracowanego artykułu autora znajduje się w monografii: *Uwarunkowania demograficzne rozwoju społecznego i ekonomicznego miasta Nysa i powiatu nyskiego*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole-Nysa 2018, strony: 212 - 233.

⁵²¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Demografia>, dostęp: 20.11.2017.

⁵²² <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>, dostęp: 20.11.2017.



Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>.

Ryc. 23.2. Zakresy tematyczne zakładki Generowanie zestawień

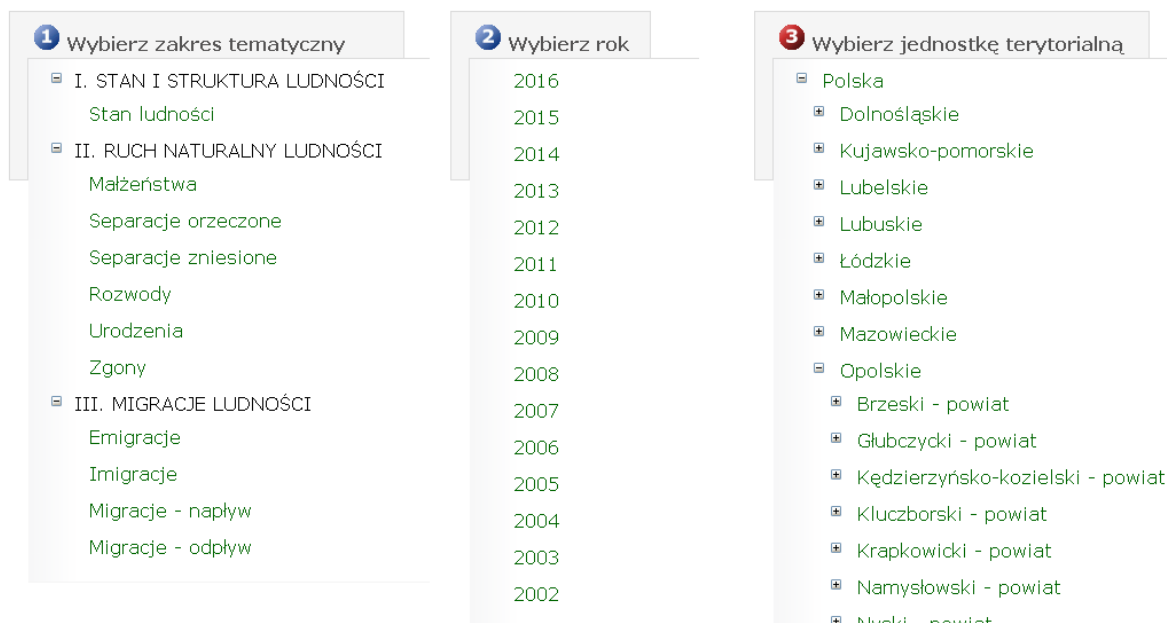
Wybermy przykładowo cechę *Małżeństwa*, rok 2016 i jednostkę terytorialną, kolejno zaznaczając: *Polska, Opolskie, Nyski – powiat*, co program wypisuje w kolejnych krokach (zob. Rycina 23.3).

Krok 1 wybrano zakres tematyczny: **Małżeństwa**

Krok 2 wybrano rok: **2016**

Krok 3 wybierz jednostkę terytorialną

Krok 4



Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>.

Ryc. 23.3. Wstępne zdefiniowanie kryteriów wyszukiwania

Po naciśnięciu przycisku *Wybierz dane* w kroku 4. uzyskujemy przejście do kroku 5. (zob. Rycina 23.4).

Małżeństwa w 2016, Nyski - powiat.

Krok 5 wybierz cechy

- Gmina zamieszkania *
- Grupa wieku kobiety
- Grupa wieku mężczyzny
- Miasto/wieś zamieszkania *
- Stan cywilny kobiety
- Stan cywilny mężczyzny
- Województwo zdarzenia
- Wykształcenie kobiety
- Wykształcenie mężczyzny

Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>.

Ryc. 23.4. Wybranie zakresu raportu dla cechy statystycznej Małżeństwa

Po wskazaniu cechy szczegółowej np. *Grupa wieku mężczyzny* przechodzimy do kroku 6. Pokaż dane (zob. Rycina 23.5).

Krok 6 Pokaż dane

Małżeństwa w 2016, Nyski - powiat (wg Grupa wieku mężczyzny)

Grupa wieku mężczyzny	Liczba małżeństw
do 19	3
20-24	76
25-29	272
30-34	164
35-39	74
40-44	29
45-49	19
50-54	17
55-59	11
60 i więcej	23
Razem	688

Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>.

Ryc. 23.5. Wybranie kryterium cechy Małżeństwa

Tak postępując możemy zestawzić dane wskazanej cechy szczegółowej kolejnych przedziałów grupy wiekowej mężczyzn dla okresu lat (2002-2016).

23.2. Szeregi czasowe wybranych cech statystycznych (przyczyn, skutku)

Jak już nadmieniono jak cechy przyczyn skutku, czyli (*Migracji – odpływ*) przyjęto intuicyjnie: *Emigracja, Małżeństwa, Rozwody, Urodzenia, Zgony*. Powtarzając podaną wcześniej procedurę kolejnych kroków uzyskano tabele z danymi dla poszczególnych cech i przedziału lat (2002-2016) dla jednostki terytorialnej *Nyski – powiat*. Dla przejrzystości dalszego modelowania przyjmijmy następujące symbole cech statystycznych:

Em – *Emigracja* (żonaci/zamężne);

Mi – (*Migracja – odpływ*) → żonaci/zamężne;

M – *Małżeństwa* → grupa wieku mężczyzny, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34;

R – *Rozwody* → według grupa wieku mężczyzny w dniu wniesienia powództwa, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34;

U – *Urodzenia* → według płeć dziecka, chłopiec;

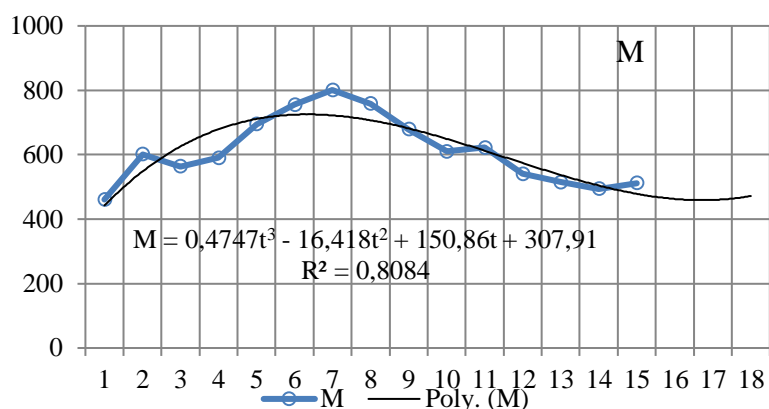
Z – *Zgony* → według grupa wieku, przedziały: 0 dni; 1-27 dni; 28, 29 dni, 11 miesięcy; 1-4 lata; 5-9 lat; 10-14 lat.

Małżeństwa (*M*), grupa wieku mężczyzny. Przyjęto do badań łącznie 3 przedziały: 20-24, 25-29, 30-34, co dla roku 2016 stanowi 512, czyli 74,4% *razem* w tym roku⁵²³.

⁵²³ <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/CustomSelectData.aspx?s=mal&y=2016&t=00/16/07>, pobrano: 8.11.2017.

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Dane	461	601	564	590	695	755	801	758	679	610	622	541	515	494	512

Skorzystajmy z Excela i zobaczymy jak te dane kształtują się na wykresie o trendzie wielomianowym trzeciego stopnia (zob. Rycina 23.6).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.6. Cecha Małżeństwa w latach 2002-2016

Na Rycinie 23.6 pokazano kształtowanie się danych rzeczywistych, trend wielomianowy trzeciego stopnia oraz oszacowanie tym trendem prognoz na trzy kolejne lata ($t_{16} = 2017$, $t_{17} = 2018$, $t_{18} = 2019$). Widzimy w miarę dobre dopasowanie trendu do danych empirycznych, gdyż współczynnik determinacji $R^2 = 0,8084$. Prognozy określono na podstawie trendu wielomianowego według przykładowej formuły podanej na Rycinie 23.7.

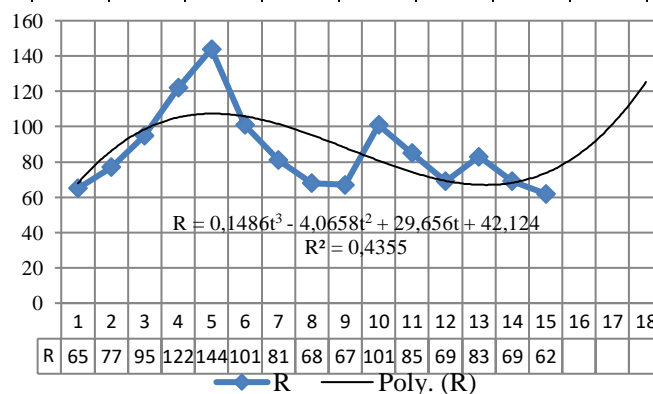
B2		fx = 0,4747*B1^3-16,418*B1^2+150,86*B1+307,91						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	t	16	17	18				
2	M	463	460	472				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.7. Obliczenie prognoz na lata 2017-2019

Rozwody, Nyski – powiat, według grupa wieku mężczyzny w dniu wniesienia powództwa. Przyjęto do badań łącznie 3 przedziały: 20-24, 25-29, 30-34, co dla roku 2016 stanowi 62, czyli 28,2% *razem* dla roku 2016. Układ danych dla wybranej cechy statystycznej czynnika pokazano na Rycinie 23.8.

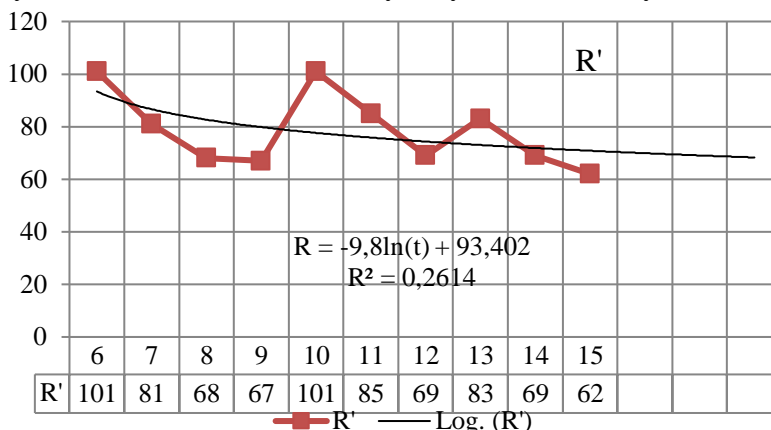
Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Dane	65	77	95	122	144	101	81	68	67	101	85	69	83	69	62



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.8. Cecha Rozwody w latach 2002-2016

Trend wielomianowy 3-go stopnia ma niski współczynnik determinacji R^2 i wskazuje na wyraźny wzrost rozwodów w latach 2017-2019, dla których prognozy są następujące: $R_{16} = 84$, $R_{17} = 101$, $R_{18} = 125$. Miały na to wpływ lata (2002-2006) – gwałtownego wzrostu liczby rozwodów, pominiemy zatem ten okres i dobierzmy inny trend (zob. Rycina 23.9).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.9. Skorygowany przedział szeregu cechy Rozwody w latach 2007-2016

Jest nim trend logarytmiczny, o niezadawalającym jednak R^2 , o prognozach $R_{16} = 66$, $R_{17} = 66$, $R_{18} = 65$ obliczonych na podstawie podanego np. dla roku 2017 wyrażenia:

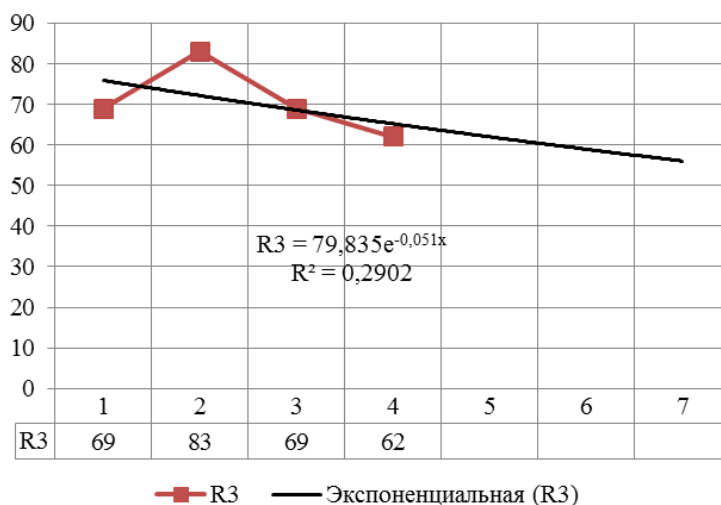
$$=-9,8*LN(Q2)+93,402 \text{ (zob. rys. 20.10).}$$

Q	R	S
16	17	18
2017	2018	2019
66	66	65
=-9,8*LN(Q2)+93,402		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.10. Prognozy na lata 2017-2019 wyznaczone trendem logarytmicznym

Zobaczmy jeszcze jak przebiega wykres według średnich ruchomych 3-y okresowych (R3) dla którego prognoza na rok 2017 jest średnią arytmetyczną: $R_{16} = (83 + 69 + 62)/3 \approx 71$. Traktując tą prognozę jako wartość to prognozy na kolejne dwa lata są następujące: $R_{17} \approx 67$, $R_{18} \approx 67$. A teraz dodatkowo określamy trend wykładniczy 4-ro okresowy wprowadzając oznaczenie okresu czasowego jako x (1-4), co pozwala nam na obliczenie prognoz na lata (5-7), czyli 2017-2019 (zob. Rycina 23.11).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.10. Trend wykładniczy 4-ro okresowy

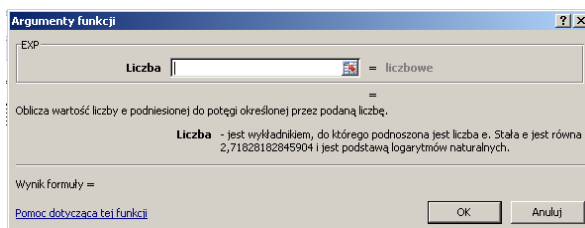
Na podstawie równania trendu wykładniczego, korzystając z formuł Excela obliczamy prognozy na kolejne lata, czyli (2017-2019) – zob. Rycina 23.11.

M	N	O	P	Q	R	S	T
12	13	14	15	16	17	18	
2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Rok
69	83	69	62				Dane empiryczne
76	72	69	65	62	59	56	Dane modelowe
-0,051	-0,102	-0,153	-0,204	-0,255	-0,306	-0,357	Wykładnik
				=(-0,051*Q6)			Formuła wykładnika
				5	6	7	x
=79,835*EXP(M5)							Formuła danych modelowych

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.11. Sposób obliczenia prognoz przy zastosowaniu formuły trendu wykładniczego

Podane EXP to funkcja Excela generująca wartość e , czyli podstawy logarytmu naturalnego (zob. Rycina 23.12).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

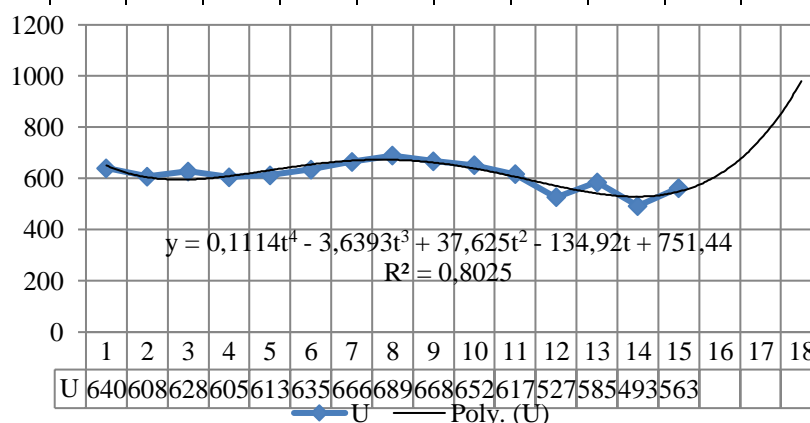
Ryc. 23.12. Okno dialogowe funkcji EXP

Zestawmy teraz uzyskane prognozy według różnych trendów:

Rok	2017	2018	2019
Trend wielomianowy 3-go stopnia	84	101	125
Trend logarytmiczny	66	66	65
Średnie ruchome 3-okresowe	71	67	67
Trend wykładniczy 4-okresowy	62	59	56
Przewidywanie średnie	71	73	78

Urodzenia, Nyski – powiat, według płę dziecka. Przyjęto do badań *chłopiec*, czyli 563, co dla roku 2016 stanowi 50,6% *razem*. Zestawienie danych podaje tabela, a kształtowanie się danych rzeczywistych i modelowych zaprezentowano na Rycinie 23.13.

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Dane	640	608	628	605	613	635	666	689	668	652	617	527	585	493	563



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

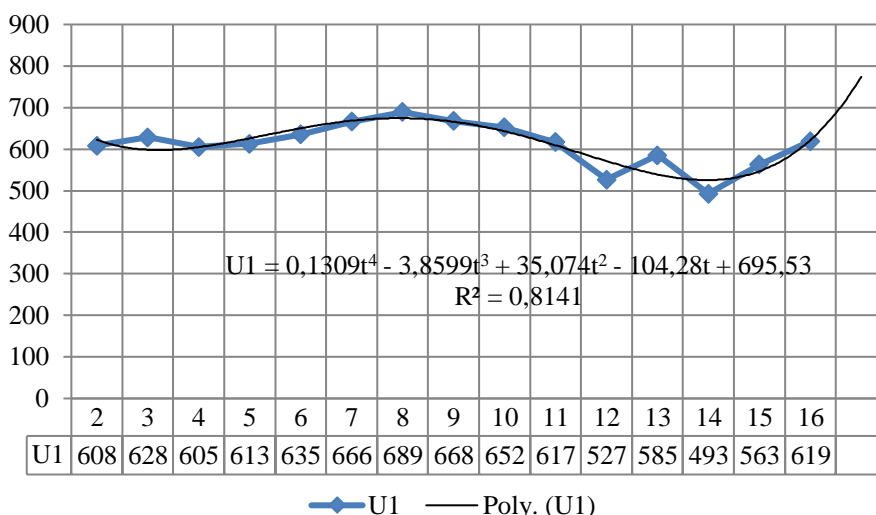
Ryc. 23.13. Cecha Urodzenia (chłopcy) w latach 2002-2016

Według trendu wielomianowego 4-go stopnia prognoza na rok 2017, czyli $U_{16} = 619$, przy zastosowaniu wyrażenia:

$$=0,1114*Q1^4-3,6393*Q1^3+37,625*Q1^2-134,92*Q1+751,44.$$

Duży wzrost trendu wielomianowego budzi obawy i z tego względu czasem celowe jest prognozowanie przy zastosowaniu „pełzania” szeregu czasowego corocznie o jeden okres w przód. Trzeba jednak pamiętać o przesunięciu również numeru kolejnego okresu o 1 w tył. Przyjmijmy umownie że, dane rzeczywiste na rok 2017 pokrywają się z modelowymi (619). Rozpatrzy teraz szereg czasowy od roku 2003- 2017 i obliczymy prognozę na rok 2017 $\rightarrow U_{17-1} = 623$, korzystając z wyrażenia na nowy trend wielomianowy (zob. Rycina 23.14):

$$=0,1309*P1^4-3,8599*P1^3+35,074*P1^2-104,28*P1+695,53.$$



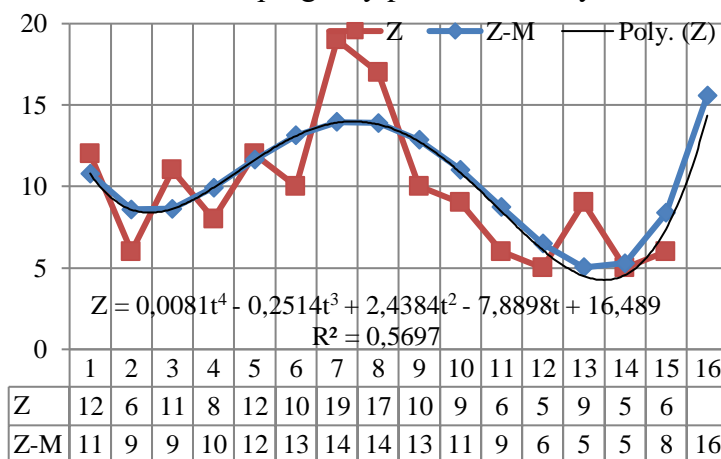
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.14. Cecha Urodzenia (chłopcy) w latach 2003-2017

Zgony, Nyski – powiat, według grupa wieku. Przyjęto do badań łącznie 6 przedziałów: 0 dni; 1-27 dni; 28, 29 dni, 11 miesięcy; 1-4 lata; 5-9 lat; 10-14 lat, co stanowi 6 dla roku 2016, czyli 0,04% razem.

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Dane	12	6	11	8	12	10	19	17	10	9	6	5	9	5	6

Układ danych empirycznych oraz przebieg trendu wielomianowego 4-go stopnia oraz obliczone wartości modelowe i określenie prognozy pokazano na Rycinie 23.15.



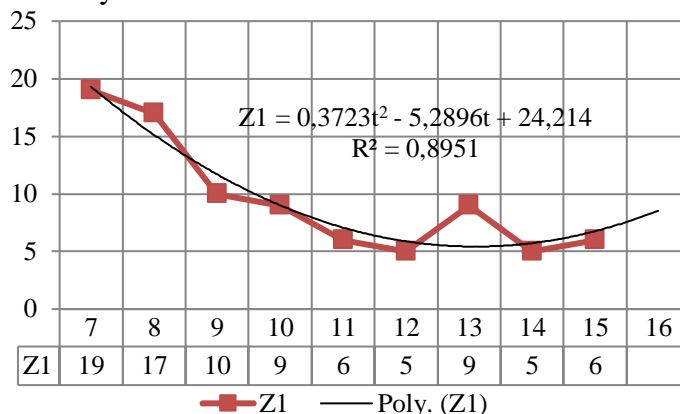
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.15. Wartości rzeczywiste i teoretyczne cechy Zgony w latach 2002-2016

Obliczona prognoza na rok 2017, czyli okres szesnasty wynosi 16 na podstawie formuły:

$$=0,0081*Q1^4-0,2514*Q1^3+2,4384*Q1^2-7,8898*Q1+16,489.$$

Występuje duża różnica w porównaniu z okresem 15 – rok 2016, tak więc przyjmijmy krótszy szereg czasowy (7-15) – zob. Rycina 23.16.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.16. Trend wielomianowy 2-go stopnia cechy Zgony w latach 2008-2016

Na podstawie nowego wzoru trendu wielomianowego 2-stopnia prognoza dla roku 2017 wynosi 9. Formułę Excela na obliczenie tej wartości prognozy pokazano na Rycinie 23.17.

Q5 $f_x = 0,3723*Q4^2-5,2896*Q4+24,214$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
3	Dane	12	6	11	8	12	10	19	17	10	9	6	5	9	5	6	
4							t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5							Z1-M	19	15	12	9	7	6	5	6	7	9

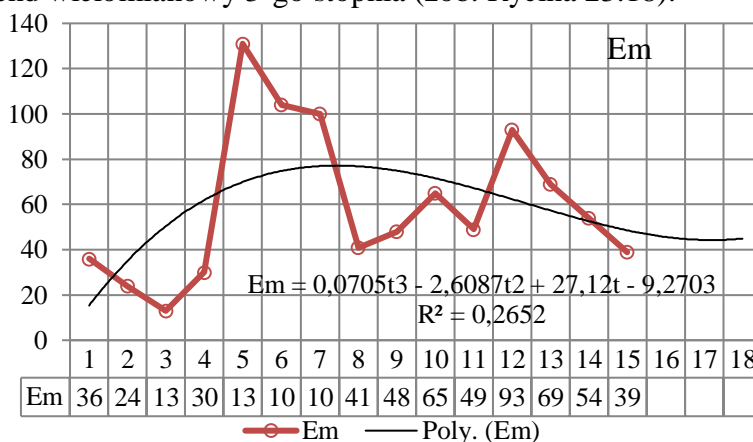
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.17. Przykład danych cechy Zgony i formuła na obliczenie prognozy na rok 2017

Emigracja, Nyski – powiat, według stan cywilny. Przyjęto do badań żonaci (zameżne), co stanowi 39, czyli 37,9% Razem dla roku 2016.

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Dane	36	24	13	30	131	104	100	41	48	65	49	93	69	54	39

Spśród wykresów trendów dostępnych w Excelu najlepsze dopasowanie do danych rzeczywistych ma trend wielomianowy 3-go stopnia (zob. Rycina 23.18).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

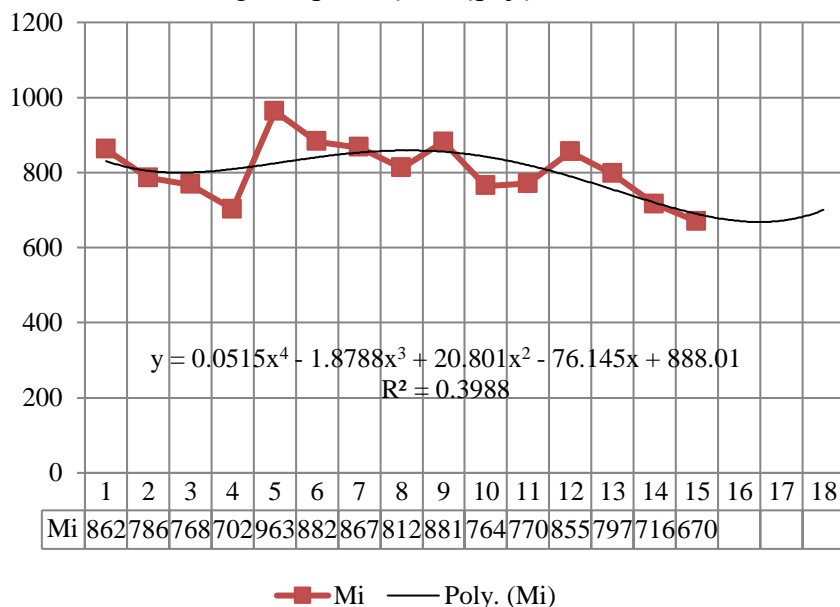
Ryc. 23.18. Trend wielomianowy 3-go stopnia cechy Emigracja w latach 2002-2016

Obliczone na podstawie wzoru wielomianu prognozy wynoszą: $Em_{16} = 46$, $Em_{17} = 44$, $Em_{18} = 45$.

Migracje – odływ, Nyski – powiat, według stan cywilny. Przyjęto do badań żonaci (zameżne), co stanowi 670, czyli 46,3% Razem dla roku 2016.

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Dane	862	786	768	702	963	882	867	812	881	764	770	855	797	716	670

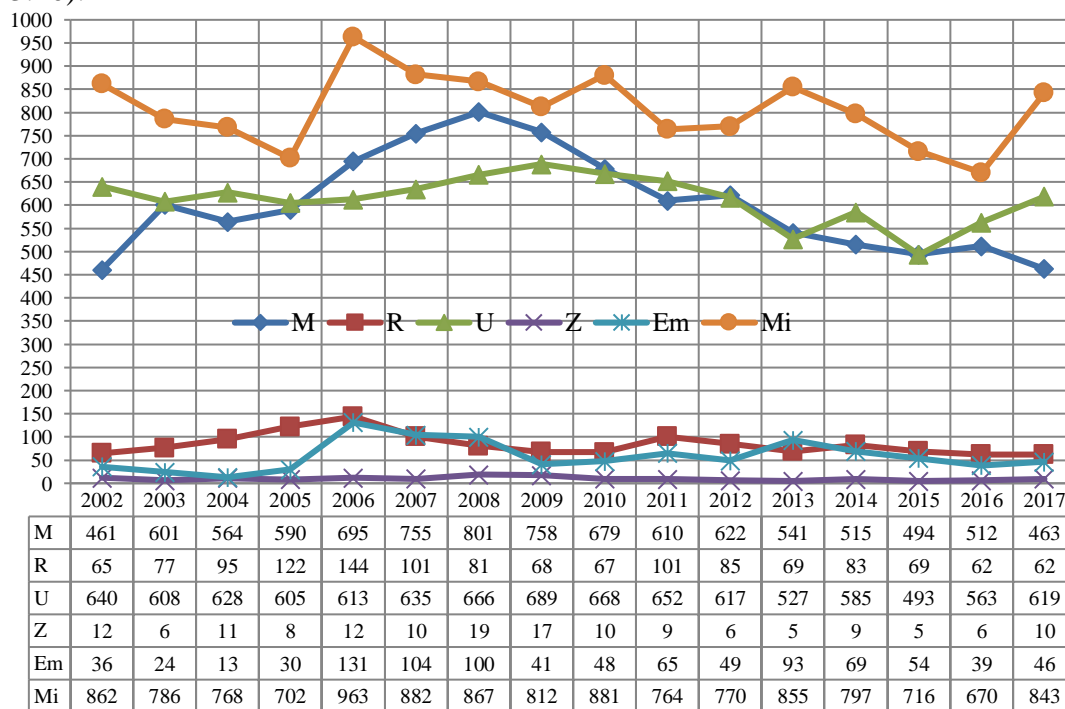
Dane z zakresu cechy *Migracja – odływ* zaprezentowano na rycinie 23.19. Prognozy określone na podstawie wzoru wielomianu 4-go stopnia są następujące: $Mi_{16} = 674$, $Mi_{17} = 676$, $Mi_{18} = 706$.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.19. Trend wielomianowy 4-go stopnia cechy *Migracja – odływ* w latach 2002-2016

Przedstawmy teraz wszystkie zmienne czynniki na jednym wspólnym wykresie dla przedziału czasowego (2002-2016) i horyzontu prognozy 1, aby zobaczyć ewentualne zależności (zob. Rycina 23.20).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.20. Dane empiryczne cech przyczyn i skutków *Mi* oraz ich prognozy na rok 2017

Możemy zaobserwować, że wzrostowi liczby małżeństw oraz urodzeń dzieci towarzyszy wzmożony odpływ ludności – migracja oraz emigracja. Obliczamy teraz wzajemne współczynniki korelacji między cechami dla szeregu czasowego (2002-2016) – zob. Rycina 23.21.

G2 fx =WSP.KORELACJI(B9:P9;B14:P14)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		M	R	U	Z	Em	Mi									
2	M	1,00	0,29	0,66	0,66	0,46	0,51									
3	R		1,00	0,13	0,46	0,42	0,26									
4	U			1,00	0,75	-0,04	0,39									
5	Z				1,00	0,23	0,48									
6	Em					1,00	0,68									
7	Mi						1,00									
8																
9	M	461	601	564	590	695	755	801	758	679	610	622	541	515	494	512
10	R	65	77	95	122	144	101	81	68	67	101	85	69	83	69	62
11	U	640	608	628	605	613	635	666	689	668	652	617	527	585	493	563
12	Z	12	6	11	8	12	10	19	17	10	9	6	5	9	5	6
13	Em	36	24	13	30	131	104	100	41	48	65	49	93	69	54	39
14	Mi	862	786	768	702	963	882	867	812	881	764	770	855	797	716	670

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.21. Współczynniki korelacji szeregów czasowych badanych cech statystycznych

Zaobserwujemy współczynniki korelacji zaznaczone czcionką pogrubioną. Widzimy istotną zależność emigracji od liczby zawartych małżeństw (M) w przedziale wiekowym 20-34 lata oraz liczby rozwodów (R) w grupie mężczyzn w dniu wniesienia powództwa również w tym samym przedziale. Odnosnie cechy *Migracja - odpływ* obserwujemy istotną zależność małżeństw (M), urodzeń chłopców (U) oraz zgonów (Z) dzieci w grupie wiekowej (0-14 lat). W miarę wysoka jest też zależność korelacyjna cech *Migracja - odpływ* od *Emigracja*.

23.3. Założenie do cech przyczyny i skutku

Biorąc powyższe pod uwagę przyjmijmy wstępnie, że migracja (odpływ) ludności z powiatu nyskiego jest funkcją liniową wielowymiarową czynników:

Migracja - odpływ (żonaci/zamężne) = f[*Emigracja* (żonaci/zamężne); *Małżeństwa* (grupa wieku mężczyzny, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34); *Rozwody* (wg grupa wieku mężczyzny w dniu wniesienia powództwa, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34); *Urodzenia* (wg płeć dziecka, chłopiec); *Zgony* (wg grupa wieku, przedziały: 0 dni; 1-27 dni; 28, 29 dni, 11 miesięcy; 1-4 lata; 5-9 lat; 10-14 lat)].

Tak więc ogólny model regresji liniowej wielowymiarowej jest postaci:

$$Mi = a_0 + a_1 Em + a_2 M + a_3 R + a_4 U + a_5 Z.$$

Skorzystajmy teraz z funkcji REGLINP Excela dla znalezienia współczynników a_i regresji liniowej wielowymiarowej (zob. Rycina 23.22).

Objaśnienie występujących symboli:

- R^2 – współczynnik determinacji,
- S_e – odchylenie standardowe reszt,
- F – statystyka Fishera,
- iss – ilość stopni swobody ($n - m - 1$),
- ESS – wyjaśniona przez model suma kwadratów,
- RSS – resztowa suma kwadratów.

Tak więc model liniowy wielowymiarowy dla liczby obserwacji $n = 15$ i ilości zmiennych (cech) $m = 5$ oraz ze stałą a_0 , przy zadawalającym współczynniku determinacji $R^2 = 0,677$ jest następujący:

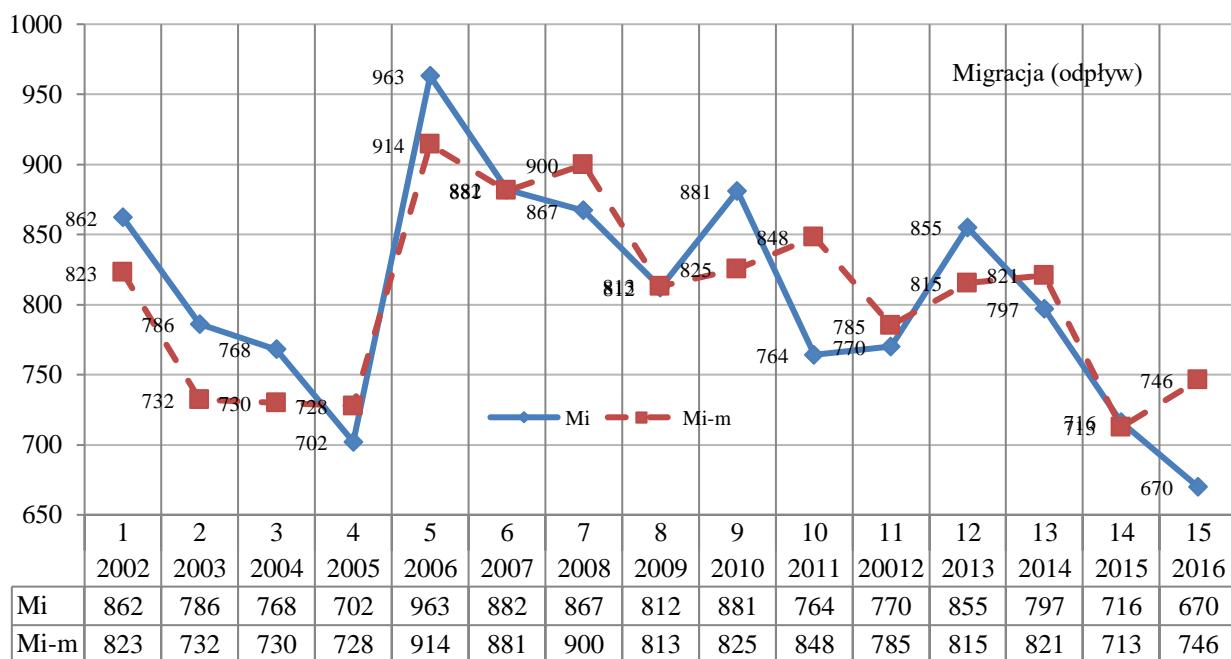
$$Mi = 269,4 + 2,079 Em - 0,22M - 0,37R + 0,943U + 0,035Z$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Mi	862	786	768	702	963	882	867	812	881	764	770	855	797	716	670
2	Em	36	24	13	30	131	104	100	41	48	65	49	93	69	54	39
3	M	461	601	564	590	695	755	801	758	679	610	622	541	515	494	512
4	R	65	77	95	122	144	101	81	68	67	101	85	69	83	69	62
5	U	640	608	628	605	613	635	666	689	668	652	617	527	585	493	563
6	Z	12	6	11	8	12	10	19	17	10	9	6	5	9	5	6
7																
8	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁	a ₀										
9	0,035	0,943	-0,37	-0,22	2,079	269,4	parametry									
10	6,119	0,55	0,736	0,252	0,655	250,9	błąd standardowy oszacowania									
11	0,677	56,11	#N/D!	#N/D!	#N/D!	#N/D!	R ² , S _e									
12	3,773	9	#N/D!	#N/D!	#N/D!	#N/D!	F, iss									
13	59400	28340	#N/D!	#N/D!	#N/D!	#N/D!	ESS, RSS									

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.22. Zastosowanie funkcji REGLINP Excela do wyznaczenia regresji liniowej wielowymiarowej

Mając model cechy złożonej jaką jest *Migracja – odpływ* oraz prognozy cech będących przyczynami tego skutku obliczymy prognozę na rok 2017, która wynosi 824. Zobaczmy teraz jak dla modelu liniowego wielowymiarowego kształtują się dane rzeczywiste i wygasłe prognozy obliczone na podstawie oszacowanego modelu (zob. Rycina 23.23).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.23. Porównanie danych rzeczywistych i modelowych cechy migracja – odpływ

Przyjmijmy, że prognoza na rok 2017 będzie średnią z wartości obserwacji okresu poprzedniego, wynikającą z modelu wielomianowego 4-go stopnia oraz otrzymaną z modelu ekonometrycznego:

$$(Mi + Mi-me + Mi-m)/3 = (670 + 843 + 746)/3 = 753.$$

23.4. Prognozowanie migracji (odpływ) poprzez zastosowanie wag harmonicznyc

Przystępujemy teraz do określenia prognozy migracji (odpływu) ludności z powiatu nyskiego z zastosowaniem wag harmonicznyc. Prognozowanie cechy złożonej typu M_i polega na zastosowanie trendu pełzającego, *postarzaniu* wartości danych okresów minionyc, prognozowaniu np. na następny okres ($n + 1$), gdzie: $n = 15$ (kolejne lata 2002-2016). Wprowadźmy teraz szereg czasowy (1-15) obserwacji cechy M_i , jako liczby osób migracji (odpływ) do nowego arkusza kalkulacyjnego, w ramach wcześniej użytego skoroszytu np. *Małżeństwa – wykres2.xls*. Przyjmujemy długość segmentu $k = 3$ i za pomocą funkcji REGLINP Excela dokonujemy oszacowania parametrów trendów liniowych podszeregów 3-elementowych (zob. Rycina 23.24). Na rycinie tej pokazano estymowane wartości parametrów a_0 i a_1 poszczególnyc funkcji trendów liniowych szeregów czasowych o postaci ogólnej: $y = a_0 + a_1t$.

Dalszym krokiem procedury jest obliczenie wartości teoretycznych cechy *Migracja - odpływ* dla poszczególnyc okresów kolejnych podszeregów (1-13) – zob. kolumny L-N na Rycinie 23.5. Cecha *Migracja - odpływ* określana jest jako liczba osób opuszczającyc dany rejon (powiat nyski). Zaokrąglamy więc wartości do liczb całkowitych (zob. kolumny (O-Q) na rycinie 23.25. Przy obliczaniu parametrów korzystamy z formuły Excela np.:

$$=REGLINP(D2:F2;G2:I2;PRAWDA;FAŁSZ).$$

Oznacza to podanie zakresu zmiennej (cechy), przedziału okresów czasowych t oraz żądanie podania stałej a_0 i rezygnację ze statystyki opisowej danego modelu. W obliczeniach wartości teoretycznych (modelowyc) tworzymy formuły Excela np. dla wartości w komórce L2:

$$=899,3-47*G2.$$

Pamiętać jednak musimy, że do akceptacji funkcji REGLINP np. na laptopie musimy użyć trzech klawiszy jednocześnie: [**<Shift>** + **<Ctrl>**] lewe klawisze + [**<Enter>**] prawy klawisz.

J2		fx {=REGLINP(D2:F2;G2:I2;PRAWDA;FAŁSZ)}															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	i	$t_i - t_{i-2}$	y_i, y_{i-1}, y_{i-2}	M_i - podszeregi			t_1	t_2	t_3	a_1	a_0	M_{i-m}			M_{i-m} (całk.)		
2	1	1 - 3	y_1, y_2, y_3	862	786	768	1	2	3	-47,0	899,3	852,3	805,3	758,3	852	805	758
3	2	2 - 4	y_2, y_3, y_4	786	768	702	2	3	4	-42,0	878,0	794,0	752,0	710,0	794	752	710
4	3	3 - 5	y_3, y_4, y_5	768	702	963	3	4	5	97,5	421,0	713,5	811,0	908,5	714	811	909
5	4	4 - 6	y_4, y_5, y_6	702	963	882	4	5	6	90,0	399,0	759,0	849,0	939,0	759	849	939
6	5	5 - 7	y_5, y_6, y_7	963	882	867	5	6	7	-48,0	1192,0	952,0	904,0	856,0	952	904	856
7	6	6 - 8	y_6, y_7, y_8	882	867	812	6	7	8	-35,0	1098,7	888,7	853,7	818,7	889	854	819
8	7	7 - 9	y_7, y_8, y_9	867	812	881	7	8	9	7,0	797,3	846,3	853,3	860,3	846	853	860
9	8	8 - 10	y_8, y_9, y_{10}	812	881	764	8	9	10	-24,0	1035,0	843,0	819,0	795,0	843	819	795
10	9	9 - 11	y_9, y_{10}, y_{11}	881	764	770	9	10	11	-55,5	1360,0	860,5	805,0	749,5	861	805	750
11	10	10 - 12	y_{10}, y_{11}, y_{12}	764	770	855	10	11	12	45,5	295,8	750,8	796,3	841,8	751	796	842
12	11	11 - 13	y_{11}, y_{12}, y_{13}	770	855	797	11	12	13	13,5	645,3	793,8	807,3	820,8	794	807	821
13	12	12 - 14	y_{12}, y_{13}, y_{14}	855	797	716	12	13	14	-69,5	1692,8	870,8	802,3	733,8	871	802	734
14	13	13 - 15	y_{13}, y_{14}, y_{15}	797	716	670	13	14	15	-63,5	1616,7	791,2	727,7	664,2	791	728	664
15	14			716													
16	15			670													

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.25. Oszacowanie parametrów trendu liniowego segmentów oraz obliczenie wartości teoretycznych (modelowyc) cechy *Migracja – odpływ*

Przystępujemy teraz do obliczenia średnic arytmetycznych z wartości teoretycznych dla danego okresu, a następnie przyrostów funkcji trendu według ogólnego wzoru⁵²⁴:

$$w_t = y_t^w - y_{t-1}^w.$$

⁵²⁴ Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, Polskie wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003, s. 77.

Wymaga to jednak przedstawienia pionowo podszeregów spośród $i = 1-13$. Dla podszeregów 2-12 mamy po trzy wartości obliczone na podstawie wzorów trendów segmentowych. Wyznaczamy stały przelicznik dla wag jako: $1/(n - 1) = 1/(15 - 1) \approx 0,07$ (zob. Rycina 23.26) korzystając z formuły $\rightarrow =1/(15-1)$. W określeniu wag dla obliczonych i -tych przyrostów (zob. kolumna *Różnica*) korzystamy ze wzoru Z. Hellwiga⁵²⁵:

$$C_{t-1}^n = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^t \frac{1}{n-i}$$

gdzie: n – ilość okresów badanego szeregu czasowego (1-15), i – numer kolejny podszeregu różnic.

Musimy teraz określić składowe przeliczniki segmentów i różnic stosując wzór: $1/(n - i)$ i formułę np. $=1/(15-A5)$, co równa się $[1/(15 - 3)] \approx 0,08$ w komórce Q5. Na przykład, różnicę w komórce P5 ustalono według formuły: $=760-741$. W korzystaniu z formuł Excela musimy pamiętać, że obraz widoczny w komórce wynika z naszego sformatowania i zwany jest *wartością* komórki natomiast *zawartość komórki* jest dokładniejsza do wielu miejsc po przecinku w zależności od wersji danego używanego arkusza kalkulacyjnego Excel. Podaję to dlatego, bo np. w kolumnie R występują czasem te same wartości mimo wykonanego kolejnego działania. Jeśli komputerowo przemnożymy wartość w komórce S2 przez wartość w komórce Q3 to otrzymamy 0.005102, co zostało zaokrąglone do drugiego miejsca jako 0,01 (patrz komórka R3 na Rycinie 23.26).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
	i	M _{1-m}	M _{2-m}	M _{3-m}	M _{4-m}	M _{5-m}	M _{6-m}	M _{7-m}	M _{8-m}	M _{9-m}	M _{10-m}	M _{11-m}	M _{12-m}	M _{13-m}	(M _{1-m})'	Różnica	Prz. i-ty	Waga	W'
2		852													852	Przelicznik	n = 15	1/(n-1)	0,07
3	1	805	794												800	-52	0,07	0,01	-0,27
4	2	758	752	714											741	-59	0,08	0,01	-0,63
5	3		710	811	759										760	19	0,08	0,02	0,31
6	4			909	849	952									903	147	0,09	0,02	3,39
7	5				939	904	889								911	4	0,10	0,03	0,12
8	6					856	854	846							852	-59	0,11	0,04	-2,25
9	7						819	853	843						838	-75	0,13	0,05	-3,53
10	8							860	819	861					847	9	0,14	0,06	0,52
11	9								795	805	751				784	-63	0,17	0,07	-4,36
12	10									750	796	794			780	-4	0,20	0,08	-0,33
13	11										842	807	871		840	60	0,25	0,10	6,08
14	12											821	802	791	805	-35	0,33	0,13	-4,38
15	13												734	728	731	-74	0,50	0,16	-11,90
16	14													664	664	-64	1,00	0,23	-14,86
17	15														W'	-32,09	Suma:	1,0000	-32,09

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.26. Obliczenie średnich teoretycznych, różnic oraz wag harmonicznych i postarzałych przyrostów dla poszczególnych segmentów cechy *Migracja – odpływ*

Jak już nadmieniałem, waga harmoniczna (zob. kolumna R) odnosząca się do danego przyrostu funkcji trendu stanowi iloczyn stałego przelicznika w komórce S2 oraz sumy przeliczników (z uwzględnieniem wcześniejszych) z kolumny Q – zob. rycina 23.26, np. w komórce R5 jest wyrażenie: $=\$S\$2*\text{SUMA}(Q3:Q5)$.

Pozostaje nam teraz obliczenie wartości odchyleń ważonych wagami harmonicznymi W'_i (zob. kolumna S na rycinie 23.26), które stanowią iloczyny pól *Różnica* i *Waga*. Przykładowo dla komórki S5 jest wyrażenie: $=P5*R5$. Suma składników średnich odchyleń jest średnią ważoną naszego szeregu czasowego obserwacji liczby cechy *Migracja - odpływ*, ta więc np. w komórce S17 jest wyrażeniem: $=\text{SUMA}(S3:S16)$, które równa się (-32,09). Tą średnią ważoną możemy też obliczyć jako sumę iloczynów odpowiednich wartości w kolumnach P oraz R. Warto zwrócić uwagę, że suma wszystkich wag równa się jeden (komórka R17):

$$=P3*R3+P4*R4+P5*R5+P6*R6+P7*R7+P8*R8+P9*R9+P10*R10+P11*R11+P12*R12+P13*R13+P14*R14+P15*R15+P16*R16$$

⁵²⁵ Ibidem.

23.5. Obliczenie prognoz

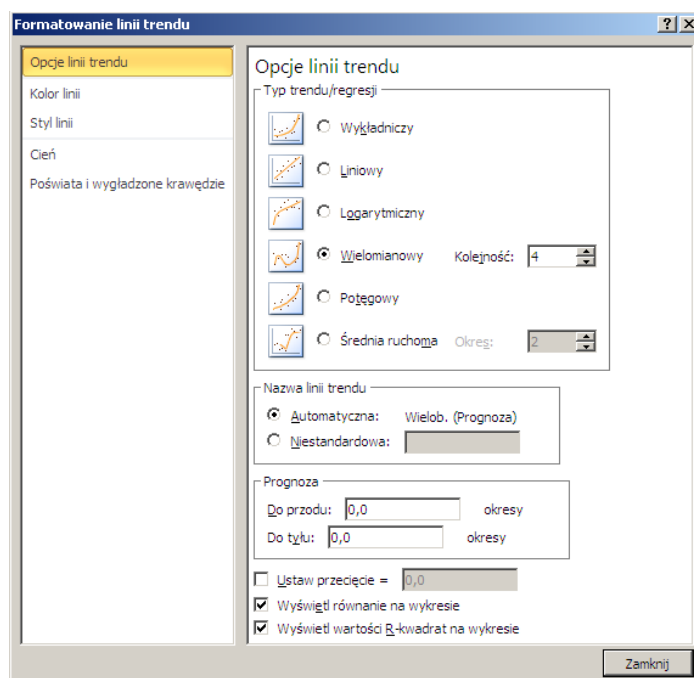
Mamy teraz wszystkie składniki na obliczenie prognozy na kolejne okresy T po $n = 15$ stosując wzór ogólny⁵²⁶: $Y_T^* = y_n^w + (T - n)\bar{w}$. W celu obliczenia przykładowo prognozy na okres 16, czyli rok 2017 o wartości 632 (komórka Q21) zastosujemy wyrażenie: =P20+\$R\$20. Kopiujemy nasze wyrażenie i otrzymujemy wygasłe prognozy dla okresów (1-15) – zob. Rycina 23.27.

19	t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	W
20	(Mi-m)-	852	800	741	760	903	911	852	838	847	784	780	840	805	731	664		-32,09
21	Prognoza		820	767	709	728	871	879	820	806	815	752	748	808	773	699	632	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.27. Wygasłe prognozy i przewidywana prognoza cechy *Migracja - odpływ* na rok 2017⁵²⁷

Z ciekawości zobaczymy teraz układanie się wartości rzeczywistych, średnich z trendów oraz uzyskanych prognoz. Na załączonym dalej wykresie zbiorczym dodatkowo wprowadzono wykres wielomianowy 4-stopnia dla szeregu wartości prognoz cechy *Migracja - odpływ*. W tym względzie korzystamy z okna dialogowego pokazanego na Rycinie 23.28.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.28. Okno dialogowe określenia wykresu wielomianu

Przyjęto tu horyzont prognozy o jeden okres do przodu, wskazano na potrzebę zapisania na wykresie równania wielomianu, a także podanie współczynnika determinacji R^2 , który jest w miarę zadawalający, bo równy 0,538. Równanie wielomianu 4-stopnia jest następujące:

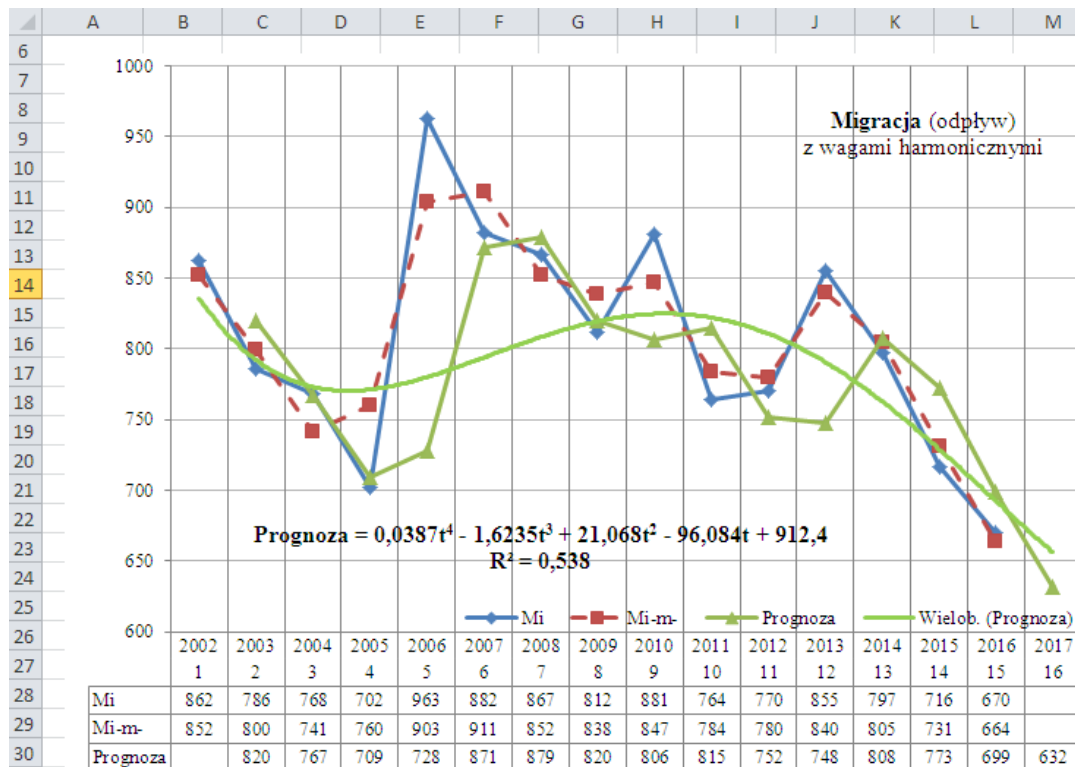
$$\text{Prognoza} = 0,0387t^4 - 1,6235t^3 + 21,068t^2 - 96,084t + 912,4.$$

Na kolejnej Rycinie 23.29 zaprezentowano dla cechy *Migracja - odpływ* zbiorcze zestawienie wykresów:

- dane rzeczywiste,
- średnie teoretyczne wartości cechy uzyskane z trendów określonych podszeregów,
- prognozy z uwzględnieniem postarzenia minionych wartości cechy,
- wykres wielomianowy 4-stopnia.

⁵²⁶ Ibidem.

⁵²⁷ Zamieszczone teksty dotyczą okresu pisania tego artykułu tj. listopada 2017 roku.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 23.29. Zbiorcze zestawienie wykresów dotyczących cechy *Migracja - odpływ* z uwzględnieniem wag harmonicznych

23.6. Zagadnienia

1. Wagi harmoniczne
2. Migracja ludności
3. Cechy statystyczne
4. Emigracja
5. Trend wielomianowy
6. Trend logarytmiczny
7. Model regresji liniowej
8. Statystyka Fishera
9. Trend pełzający
10. Podszeregi

* * *

Zaprezentowano kilka sposobów modelowania cechy złożonej na przykładzie *Migracji - odpływ* w powiecie nyskim. Dane statystyczne pochodzą z bazy danych *Demografia* prowadzonej przez Główny Urząd Statystyczny. Intuicyjnie założono, że liczba mieszkańców opuszczających wspomniany powiat zależy jest od sytuacji rodzinnej jaka wytwarza się w wyniku zawarcia małżeństwa, rozwodów, urodzeń dzieci, czy też ich zgonów, a ponadto od warunków zewnętrznych jakie stwarza emigracja do krajów wyżej rozwiniętych. Ukazano dobór trendów dla czynników oraz skutku, jakim jest cecha *Migracja - odpływ* kierując się współczynnikiem determinacji, jako miarą dopasowania danych empirycznych do proponowanego modelu. Kolejnym krokiem była próba sformułowania modelu ekonometrycznego liniowego wielowymiarowego.

Efektom końcowym niniejszego opracowania jest propozycja postępowania w zakresie możliwości prognozowania krótkookresowego, z uwzględnieniem oceny różnic wartości teoretycznych średnich kolejnych okresów wagami zwanymi harmonicznymi. Zamieszczone propozycje modelowania wspomagane techniką komputerową należy traktować jako sugestię postępowania także z innymi cechami statystycznymi demografii, które jako wynikowe zależne są od szeregu czynników dla których prowadzona jest statystyka GUS-u.

24. Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji⁵²⁸

24.1. Wprowadzenie⁵²⁹

W ustalaniu cech statystycznych w przyszłych okresach zachodzi potrzeba uwzględnienia wartości informacji z minionego czasu. W tym celu dokonujemy wyrównywania szeregu czasowego obserwacji trendem pełzającym, a następnie przeprowadzamy tzw. postarzanie wyników z zastosowaniem wag harmonicznycy. Powstaje w ten sposób model adaptacyjny obejmujący model trendu pełzającego z wagami harmonicznymi. Postępowanie w tym zakresie spotykamy w książce Edwarda Nowaka oraz na forum Internetu^{530 531} i sprowadza się ono do realizacji następujących etapów:

- określenie stałej wygładzania dla trendów segmentowych np. $k = 3$, przy $n = 12$ obserwacji;
- oszacowanie parametrów a_0 i a_1 dla liniowych funkcji trendów poszczególnych segmentów;
- obliczenie wartości teoretycznych według funkcji trendów segmentowych dla kolejnych okresów danego segmentu;
- obliczenie średnich arytmetycznych z wartości teoretycznych dla danego okresu;
- obliczenie przyrostów funkcji trendu według:

$$w_t = y_t^w - y_{t-1}^w$$

- określenie wag dla obliczonych i -tych przyrostów według zależności:

$$C_{t-1}^n = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^t \frac{1}{n-i}$$

- wyznaczenie prognozy na kolejny okres T korzystając ze wzoru:

$$Y_T^* = y_n^w + (T - n)\bar{w}$$

W obliczenia według podanej procedury warto korzystać z funkcji elementarnych Excela oraz funkcji regresji liniowej REGLINP o formacie: =REGLINP(zakres y; zakres x, PRAWDA; PRAWDA).

gdzie: zakres y – szereg czasowy zmiennej objaśnianej określonego segmentu i zakres x – szereg zmiennej czasowej t , PRAWDA – żądanie stałej w funkcji regresji liniowej segmentu oraz PRAWDA – zgoda na obliczenie podstawowych parametrów statystyki opisowej.

Dla bliższego przedstawienia metody adaptacyjnej prognozowania z uwzględnieniem wag harmonicznycy zaprezentowane zostaną dwa przykłady. Dane do nich zaczerpnąłem z mojej wcześniejszej książki „Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi”⁵³².

24.2. Pracujący w handlu

Dla zademonstrowania metody prognozowania z postarzaniem się informacji skorzystałem z Tabeli 4.14 w zakresie zmiennej H „Liczba pracujących w handlu (przeciętnie w roku) w tysiącach”⁵³³. Dane pochodzą z roczników statystycznych GUS-u, a w ramach nich z tabeli: *Ważniejsze dane o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, handel*, strony: 54-55, poz. 9, pracujący – przeciętnie w roku w tys. Dynamikę pracujących ogółem dPO oraz w handlu dPH określono przyjmując dane roku 1995 = 100.

⁵²⁸ Niniejsze opracowanie jest pełną wersją mego artykułu opublikowaną w formie skróconej w monografii *Economy and Education: Modern tendencies*, Volume of Scientific Papers, The Academy of Management and Administration in Opole, Opole 2017, strony: 39-44.

⁵²⁹ Opracowanie bazuje na rozdziale 19. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁵³⁰ Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, Polskie wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003, s. 77.

⁵³¹ http://dydaktyka.polsl.pl/roz6/mwolny/Shared%20Documents/Prognozowanie%20i%20symulacje/Repozytorium/Instrukcja_trend_pelzajacy_PIS.pdf, dostęp: 2.05.2017.

⁵³² Wornalkiewicz W., *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, skrypt Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji, Opole 2013.

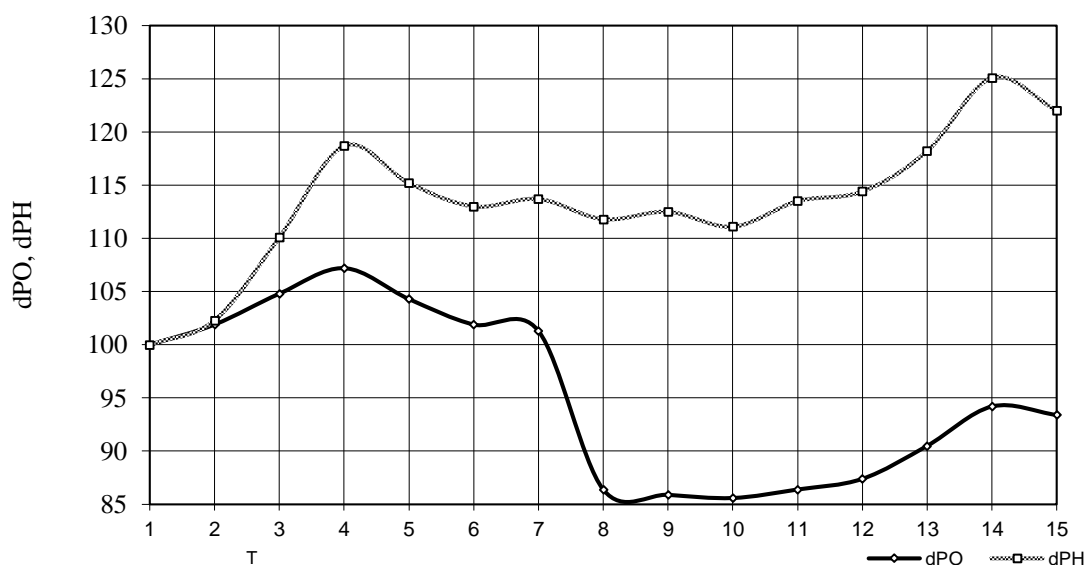
⁵³³ Ibidem.

Tab. 24.1. Dynamika pracujących w handlu
(przeciętne w roku) w tys.

T	Rok	dPO	H	dPH
1	1995	100,0	1858	100,0
2	1996	101,9	1901	102,3
3	1997	104,8	2046	110,1
4	1998	107,2	2205	118,7
5	1999	104,3	2140	115,2
6	2000	101,9	2100	113,0
7	2001	101,3	2113	113,7
8	2002	86,4	2078	111,8
9	2003	85,9	2090	112,5
10	2004	85,6	2065	111,1
11	2005	86,4	2108	113,5
12	2006	87,4	2126	114,4
13	2007	90,5	2196	118,2
14	2008	94,2	2324	125,1
15	2009	93,4	2267	122,0

Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie roczników GUS-u.

Kształtowanie się dynamiki zmiennych dPO oraz dPH pokazano na Rycinie 24.1, która stanowi wykres 4.14 w wymienionej wcześniej publikacji⁵³⁴.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.1. Dynamika pracujących ogółem i w handlu (przeciętne w roku) w tys.

Na podstawie dynamik dPO i dPH możemy w Excelu dobrać trendy wielomianowe takie, aby współczynnik determinacji R^2 był możliwie jak najlepszy:

$$\frac{dPO}{dPH} \left| \begin{array}{l} y = 0,0682t^3 - 1,5224t^2 + 7,7586t + 93,74 \\ y = 0,0522t^3 - 1,2732t^2 + 9,6836t + 91,079 \end{array} \right. \begin{array}{l} R^2 = 0,8374 \\ R^2 = 0,8287 \end{array}$$

Widzimy, że zarówno dla dynamiki dPO oraz dPH są to trendy wielomianowe trzeciego stopnia z dobrym dopasowaniem modeli do danych empirycznych. Przystąpmy teraz przykładowo do prognozowania liczby pracujących w handlu na kolejne trzy okresy, tj. 13, 14, 15 z uwzględnieniem

⁵³⁴ Ibidem, s. 34.

metody wag harmoniczných autorstwa Zdzisława Hellwiga⁵³⁵. Autor ten był profesorem Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu. Przez wiele lat pełnił funkcję dyrektora Instytutu Cybernetyki Ekonomicznej i był inicjatorem utworzenia Wydziału Zarządzania i Informatyki. Jest twórcą szkoły naukowej statystyki, ekonometrii i cybernetyki. Powróćmy jednak do naszego przykładu i wprowadźmy wybrany szereg 12 liczb (lata 1998-2009) pracujących w handlu w tysiącach do kolumny np. E arkusza kalkulacyjnego Excel (zob. Rycina 24.2).

E
Handel-pracujący
2 205
2 140
2 100
2 113
2 078
2 090
2 065
2 108
2 126
2 196
2 324
2 267

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.2. Dane wejściowe pracujących w handlu [tys.]

Dla przyjętej długości segmentu $k = 3$ korzystamy z funkcji REGLINP i dokonujemy estymacji parametrów a_0 i a_1 poszczególnych funkcji trendów liniowych szeregów czasowych o postaci ogólnej: $y = a_0 + a_1 t$. Zrealizowane prace w ramach tego etapu pokazano na Rycinie 24.3. Wymaga to jednak przedstawienia pionowo podszeregów spośród $i = 1-10$ i skorzystania z funkcji o przykładowej formule: =REGLINP(I26:I28;A26:A28;PRAWDA;PRAWDA).

	A	B	C	D	E	F	G
16	i	$t_i - t_{i+2}$	y_i, y_{i+1}, y_{i+2}	Y - (Han-prac)			$f_i(t)$
17	1	1 - 3	y_1, y_{1+1}, y_{1+2}	2 205	2 140	2 100	2253,3-52,5t
18	2	2 - 4	y_2, y_{2+1}, y_{2+2}	2 140	2 100	2 113	2158,2-13,5t
19	3	3 - 5	y_3, y_{3+1}, y_{3+2}	2 100	2 113	2 078	2141,0-11,0t
20	4	4 - 6	y_4, y_{4+1}, y_{4+2}	2 113	2 078	2 090	2151,2-11,5t
21	5	5 - 7	y_5, y_{5+1}, y_{5+2}	2 078	2 090	2 065	2116,7-6,5t
22	6	6 - 8	y_6, y_{6+1}, y_{6+2}	2 090	2 065	2 108	2024,7+9,0t
23	7	7 - 9	y_7, y_{7+1}, y_{7+2}	2 065	2 108	2 126	1855,7+30,5t
24	8	8 - 10	y_8, y_{8+1}, y_{8+2}	2 108	2 126	2 196	1747,3+44,0t
25	9	9 - 11	y_9, y_{9+1}, y_{9+2}	2 126	2 196	2 324	1225,3+99,0t
26	10	10 - 12	$y_{10}, y_{10+1}, y_{10+2}$	2 196	2 324	2 267	1871,8+35,5t
27	11			2 324			
28	12			2 267			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.3. Określone funkcje trendów liniowych 10-ciu segmentów

⁵³⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Zdzisław_Hellwig, pobrano: 2.05.2017.

Efekt skorzystania z funkcji REGLINP dla segmentu dziesiątego pokazano na Rycinie 24.4. Trzeba jednak pamiętać, że akceptacja funkcji wymaga skorzystania z trzech klawiszy jednocześnie:

<Ctrl> + <Shift> + <Enter>.

J	K	L
a_1	a_0	
35,5	1871,8	parametry
53,4	589,1	błąd standardowy
0,3	75,5	R^2 ; S_e
0,4	1,0	F; iss
2520,5	5704,2	ESS, RSS

gdzie:

- a_0, a_1 – parametry modelu trendu liniowego,
- błąd standardowy – oszacowania parametrów,
- R^2 – współczynnik determinacji,
- S_e – odchylenie standardowe reszt,
- F – statystyka Fishera,
- iss – ilość stopni swobody,
- ESS – estymowana suma kwadratów,
- RSS – resztowa suma kwadratów.

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.4. Rezultat działania funkcji REGLINP przykładowo segmentu 10-tego

Mając modele trendów liniowych poszczególnych 10-ciu segmentów obliczamy wartości teoretyczne liczby pracujących w tys. w poszczególnych okresach t . Następnie obliczamy średnie arytmetyczne \bar{y}_t (zob. Rycina 24.5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
14	t	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	\bar{y}_t
15	1	2201										2 201
16	2	2148	2131									2 140
17	3	2096	2118	2108								2 107
18	4		2104	2097	2105							2 102
19	5			2086	2094	2084						2 088
20	6				2082	2078	2079					2 080
21	7					2071	2088	2069				2 076
22	8						2097	2100	2099			2 099
23	9							2130	2143	2116		2 130
24	10								2187	2215	2227	2 210
25	11									2314	2262	2 288
26	12										2298	2 298

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.5. Obliczone wartości teoretyczne oraz średnie dla okresów

Dla pierwszego okresu i pierwszej funkcji jest tylko jedna liczba, stąd średnia równa się 2201.

L15 fx =B15

	L	M	N
14	\bar{y}_t	y_t (Han-prac)	
15	2 201	2 205	Różnica

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.6. Przykład wyrażenia (=B15) na określenie średniej

Dla okresu trzeciego mamy już trzy wyniki teoretyczne, stąd wyrażenie komputerowe jest następujące: =(B17+C17+D17)/3.

L17		fx		=(B17+C17+D17)/3	
	L	M	N	O	
17	2 107	2 100	-33	0,1000	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.7. Przykład wyrażenia na obliczenie średniej z 3-ch wartości teoretycznych

W określeniu wag harmonicznnych dla naszego przykładu występuje stały przelicznik:

$$1/(n - 1) = 1/(12 - 1).$$

P12		fx		=1/(\$A\$26-1)	
	N	O	P		
12	Przelicznik	1/(n-1)	0,0909		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.8. Wyznaczenie stałego przelicznika wag

Obliczamy teraz przyrosty funkcji trendu nazwane „Różnica” (zob. Rycina 24.9 oraz Rycina 24.10).

	L	M	N	O	P	Q	R
14	y_t	$y_t(\text{Han-prac})$					
15	2 201	2 205	Różnica	Przelicznik i-ty	Waga	i	W_i
16	2 140	2 140	-61	0,0909	0,0083	1	-0,50
17	2 107	2 100	-33	0,1000	0,0174	2	-0,57
18	2 102	2 113	-5	0,1111	0,0275	3	-0,14
19	2 088	2 078	-14	0,1250	0,0388	4	-0,55
20	2 080	2 090	-8	0,1429	0,0518	5	-0,44
21	2 076	2 065	-4	0,1667	0,0670	6	-0,23
22	2 099	2 108	23	0,2000	0,0851	7	1,92
23	2 130	2 126	31	0,2500	0,1079	8	3,38
24	2 210	2 196	80	0,3333	0,1382	9	11,04
25	2 288	2 324	79	0,5000	0,1836	10	14,41
26	2 298	2 267	10	1,0000	0,2745	11	2,61
27	y^*_T	W	30,93	Suma wag:	1,0000	Suma:	30,93
28	2 329						
29	2 360						
30	2 391						

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.9. Wyznaczenie średniej ważonej wagami harmonicznymi

N17		fx		=L17-L16	
	L	M	N		
14	y_t	$y_t(\text{Han-prac})$			
15	2 201	2 205	Różnica		
16	2 140	2 140	-61		
17	2 107	2 100	-33		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.10. Przykład wyznaczenia przyrostu funkcji trendu

W kolejności obliczamy dalsze przeliczniki „Przelicznik i-ty” z uwzględnieniem wartości i w kolumnie Q (zob. Rycina 24.11).

	L	M	N	O	P	Q	R
14	\bar{y}_t	y_t (Han-prac)					
15	2 201	2 205	Różnica	Przelicznik i-ty	Waga	i	W'_i
16	2 140	2 140	-61	0,0909	0,0083	1	-0,50
17	2 107	2 100	-33	0,1000	0,0174	2	-0,57

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.11. Przykład wyznaczenia przelicznika dla $i = 2$

Jak już nadmieniałem, waga harmoniczna odnosząca się do danego przyrostu funkcji trendu stanowi iloczyn stałego przelicznika w komórce P12 oraz sumy przeliczników (z uwzględnieniem wcześniejszych) – zob. Rycina 24.12, wiersz 17 o wyrażeniu: =P12*SUMA(Q16:Q17).

	L	M	N	O	P
12			Przelicznik	$1/(n-1)$	0,0909
13					
14	\bar{y}_t	y_t (Han-prac)			
15	2 201	2 205	Różnica	Przelicznik i-ty	Waga
16	2 140	2 140	-61	0,0909	0,0083
17	2 107	2 100	-33	0,1000	0,0174

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.12. Przykład wyznaczenia wagi dla $i = 2$

Pozostaje nam teraz obliczenie wartości odchyłeń ważonych wagami harmonicznymi w'_i (zob. kolumna R na Rycinie 24.13, przy czym stanowią one iloczyny pól „Różnica” i „Waga”.

	L	M	N	O	P	Q	R
14	\bar{y}_t	y_t (Han-prac)					
15	2 201	2 205	Różnica	Przelicznik i-ty	Waga	i	W'_i
16	2 140	2 140	-61	0,0909	0,0083	1	-0,50
17	2 107	2 100	-33	0,1000	0,0174	2	-0,57

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.13. Przykład wyznaczenia składnika średniego odchylenia dla $i = 2$

Suma składników średnich odchyłeń jest średnią ważoną naszego szeregu czasowego obserwacji liczby pracowników pracujących w handlu tj. po zaokrągleniu wartość 31.

	R	S	T	U
27	30,93			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.14. Wyrażenie na sumowanie składników średnich

Tą średnią ważoną możemy też obliczyć jako sumę iloczynów odpowiednich wartości w kolumnach N oraz P. Warto zwrócić uwagę, że suma wszystkich wag równa się jeden (zob. Rycina 24.15).

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
27	y^*_T	\bar{W}	30,93	Suma wag:	1,0000	Suma:	30,93			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.15. Wyrażenie na obliczenie średniej ważonej wagami harmonicznymi (komórka N 27)

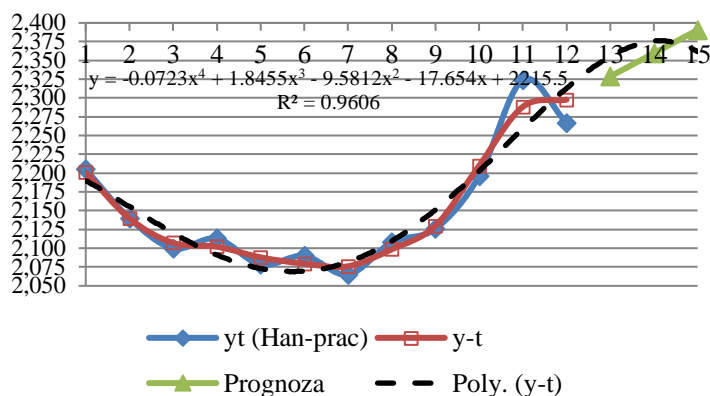
Przystępujemy teraz do obliczenia prognoz dla przykładowych okresów T : $n + 1, n + 2, n + 3$, przy czym $n = 12$, stąd dla okresu 13. zastosujemy wyrażenie: $=\$L\$26+(\text{K}28-\$A\$26)*\$N\27 . Analogicznie obliczamy dalsze prognozy dla okresu 14 i okresu 15.

	K	L	M	N
27	t	y^*_T	W	30,93
28	13	2 329		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.16. Wyrażenie obliczenie prognozy na okres 13

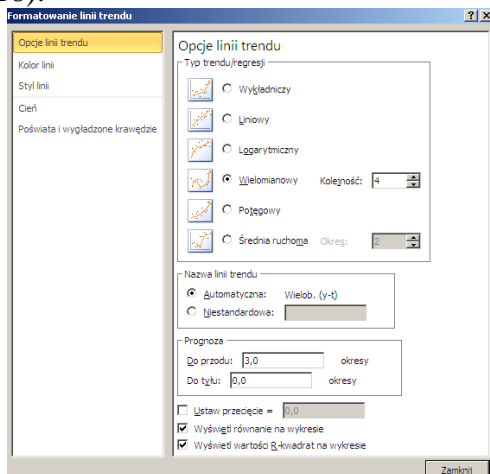
Z ciekawości zobaczymy na wykresie jak układają się graficznie wartości empiryczne szeregu czasowego liczby pracujących w handlu, wartości teoretyczne – modelowe oraz prognozy (zob. Rycina 24.17).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.17. Graficzne przedstawienie kształtowania się liczby pracujących w handlu [tys.]

Program Excel umożliwia dobór stopnia wielomianu i w tym względzie korzystamy z okna dialogowego (zob. Rycina 24.18).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.18. Okno dialogowe określenia stopnia wielomianu i horyzontu prognozowania

24.3. Pracujący w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności

Podjęmy teraz kolejny przykład dotyczący liczby pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności. Podobnie jak poprzednio dane zaczerpnięto z wcześniejszego skryptu autora⁵³⁶. Dane pochodzą z roczników statystycznych GUS-u (lata 1995-2009). Występują w

⁵³⁶ Wornalkiewicz W., *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, op.cit., s. 37.

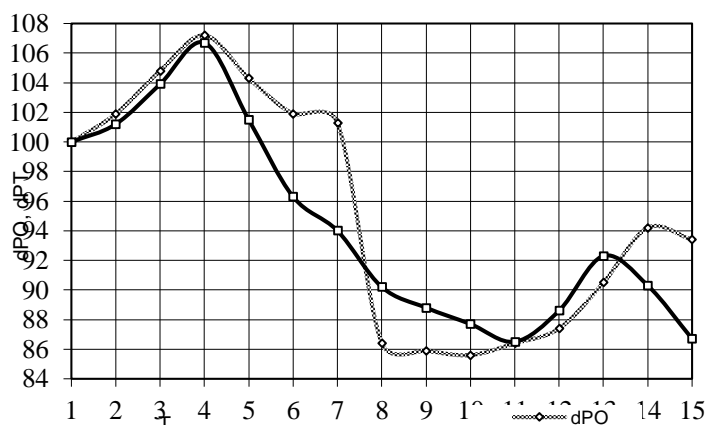
tabelach o nazwie: *Ważniejsze dane o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, transport, gospodarka magazynowa i łączność*, str. 52, *pracujący – przeciętne w roku w tys.*

Tab. 24.2. *Dynamika pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności (przeciętne w roku) w tys.*

T	Rok	dPO	T	dPT
1	1995	100,0	845	100,0
2	1996	101,9	855	101,2
3	1997	104,8	878	103,9
4	1998	107,2	902	106,7
5	1999	104,3	858	101,5
6	2000	101,9	814	96,3
7	2001	101,3	794	94,0
8	2002	86,4	762	90,2
9	2003	85,9	750	88,8
10	2004	85,6	741	87,7
11	2005	86,4	731	86,5
12	2006	87,4	750	88,6
13	2007	90,5	780	92,3
14	2008	94,2	763	90,3
15	2009	93,4	733	86,7

Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie roczników GUS-u.

Dodam, że dynamikę pracujących ogółem dPO, pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności dPT określono przyjmując dane z roku 1995 = 100. Dynamiki dPO i DPT przedstawiono na Rycinie 24.19.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.19. *Dynamika pracujących ogółem i w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności [tys.]*

Oszacowanie równań wielomianowych oraz współczynnika determinacji R^2 w Excelu jest następujące:

$$\frac{dPO}{dPT} \left| \begin{array}{l} y = 0,0682t^3 - 1,5224t^2 + 7,7586t + 93,74 \quad R^2 = 0,8374 \\ y = 0,0331t^3 - 0,728t^2 + 2,9117t + 99,412 \quad R^2 = 0,8305 \end{array} \right.$$

Podobnie jak w przykładzie wcześniejszym określamy funkcje dziesięciu trendów segmentowych dla zmiennej „*Pracujący w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności (przeciętne w roku [tys.]*”, lecz dla czasookresu 1998-2009 (zob. Rycina 24.20).

	A	B	C	D	E	F	G
16	i	$t_i - t_{i+2}$	Y_i, Y_{i+1}, Y_{i+2}	Y - (Tran-prac)			$f_i(t)$
17	1	1 - 3	Y_1, Y_{1+1}, Y_{1+2}	902	858	814	946,0-44,0t
18	2	2 - 4	Y_2, Y_{2+1}, Y_{2+2}	858	814	794	918,0-32,0t
19	3	3 - 5	Y_3, Y_{3+1}, Y_{3+2}	814	794	762	894,0-26,0t
20	4	4 - 6	Y_4, Y_{4+1}, Y_{4+2}	794	762	750	878,7-22t
21	5	5 - 7	Y_5, Y_{5+1}, Y_{5+2}	762	750	741	814,0-10,5t
22	6	6 - 8	Y_6, Y_{6+1}, Y_{6+2}	750	741	731	807,2-9,5t
23	7	7 - 9	Y_7, Y_{7+1}, Y_{7+2}	741	731	750	704,7+4,5t
24	8	8 - 10	Y_8, Y_{8+1}, Y_{8+2}	731	750	780	533,2+24t
25	9	9 - 11	Y_9, Y_{9+1}, Y_{9+2}	750	780	763	699,3+6,5t
26	10	10 - 12	$Y_{10}, Y_{10+1}, Y_{10+2}$	780	763	733	1017,2-23,5t
27	11			763			
28	12			733			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.20. Określenie funkcji segmentowych

Przykład określenia funkcji trendu liniowego segmentu dziesiątego korzystając z REGLINP zaprezentowano na Rycinie 24.21.

J17		fx {=REGLINP(I26:I28;A26:A28;PRAWDA;PRAWDA)}					
J	K	L	M	N	O	P	
15	$f_{10(3)}$						
16	α_1	α_0					
17	-23,500	1017,167	parametry				
18	3,753	41,394	błąd standardowy				
19	0,975	5,307	R^2, S_e				
20	39,213	1,000	F, iss				
21	1104,500	28,167	ESS, RSS				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.21. Parametry i statystyka opisowa funkcji trendu segmentu dziesiątego

Mając określone funkcje segmentowe obliczamy wartości teoretyczne dla trzech okresów każdego ze segmentów. Następnie w Excelu wyznaczane są średnie arytmetyczne z uzyskanych wartości teoretycznych dla każdego z dziesięciu segmentów trendu pełzającego (zob. Rycina 24.22).

B15		fx {=946-44*A15}										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
14	t	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	\bar{Y}_t
15	1	902										902
16	2	858	854									856
17	3	814	822	816								817
18	4		790	790	791							790
19	5			764	769	762						765
20	6				747	751	750					749
21	7					741	741	736				739
22	8						731	741	725			732
23	9							745	749	758		751
24	10								773	764	782	773
25	11									771	759	765
26	12										735	735

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.22. Wartości teoretyczne i średnie segmentów trendu pełzającego

Na kolejnej Rycinie 24.23 pokazano efekt obliczania wag harmonicznych.

	M	N	O	P	Q	R
14	y_t (Tran-prac)					
15	902	Różnica	Suma przeliczników	Waga	i	W_i
16	858	-46	0,0909	0,0083	1	-0,38
17	814	-39	0,1000	0,0174	2	-0,67
18	794	-27	0,1111	0,0275	3	-0,74
19	762	-26	0,1250	0,0388	4	-0,99
20	750	-15	0,1429	0,0518	5	-0,80
21	741	-10	0,1667	0,0670	6	-0,68
22	731	-7	0,2000	0,0851	7	-0,58
23	750	18	0,2500	0,1079	8	1,98
24	780	23	0,3333	0,1382	9	3,11
25	763	-8	0,5000	0,1836	10	-1,56
26	733	-30	1,0000	0,2745	11	-8,11
27	\bar{W}	-9,42	Suma wag:	1,0000	Suma:	-9,42

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.23. Obliczenia pomocnicze (różnice, przeliczniki, wagi, wartości średnie dla segmentów)

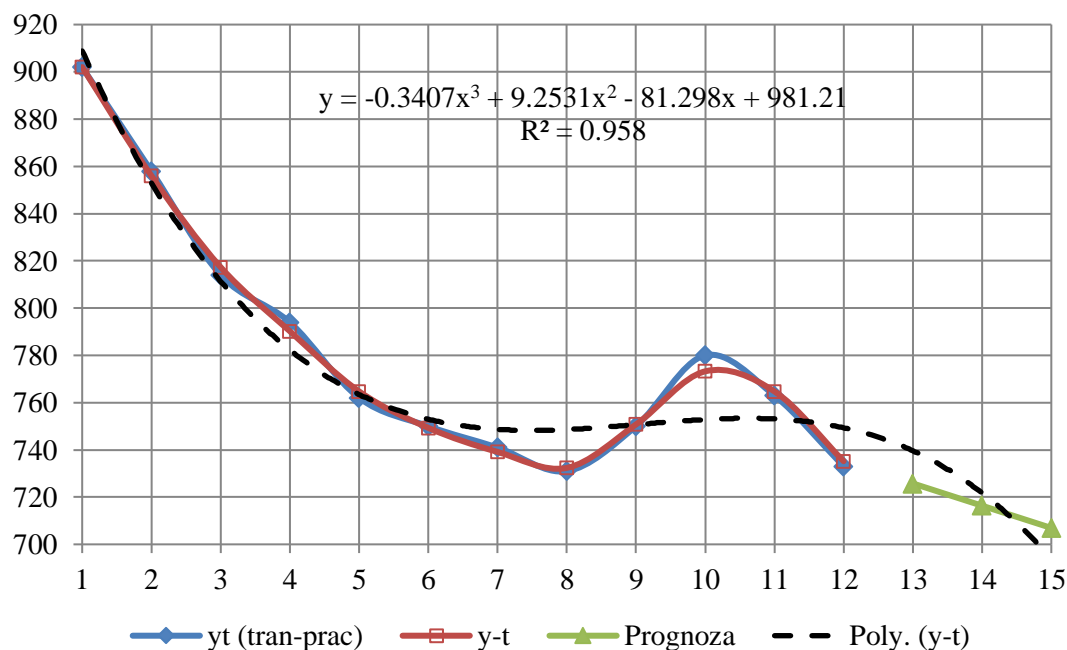
Analogicznie jak w przykładzie wcześniejszym określamy teraz prognozy dla okresów: 13, 14, 15.

	K	L	M	N
27	t	y^*_T	\bar{W}	-9,42
28	13	726		
29	14	716		
30	15	707		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.24. Prognozy z uwzględnieniem wag harmonicznych

Przedstawmy jeszcze wyniki naszej pracy na wykresie obejmującym: dane rzeczywiste, dane modelowe, prognozy na lata (2010-2012), trend wielomianowy – zob. Rycina 24.25.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 24.25. Porównanie danych rzeczywistych z modelowymi

24.4. Zagadnienia

1. Postarzanie informacji
2. Model adaptacyjny
3. Dynamika zmiennej
4. Długość segmentu
5. Ilość stopni swobody
6. Średnia ważona
7. Dobór stopnia wielomianu
8. Okno dialogowe
9. Wartości odchyień ważonych wagami harmonicznymi
10. Błąd standardowy oszacowania parametrów

* * *

Zaprezentowano dwa przykłady zastosowania wag harmonicznych do cech statystycznych. W skrypcie „*Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*” zestawiono podstawowe cechy statystyczne z okresu (1995-2009) prowadzone w ramach roczników statystycznych GUS-u w obszarach:

- podstawowe dynamiki statystyki okresu 1995-2009 (nakłady inwestycyjne, wartość brutto środków trwałych, produkt krajowy brutto);
- dynamiki popytu według sektorów (rachunki narodowe, rolnictwo, przemysł, budownictwo, handel, transport i gospodarka magazynowa oraz łączność);
- dynamika na mieszkańca kraju (rachunki narodowe, handel, inwestycje i środki trwałe, rynek pracy);
- cechy z różnych działów (stopa bezrobocia, wynagrodzenia, budżety gospodarstw domowych, działalność badawcza i rozwojowa, wskaźniki cen, handel zagraniczny);
- finanse (finanse przedsiębiorstw, sytuacja pieniężna, finanse publiczne);
- inwestycje i środki trwałe w sektorach.

Przez analogię do zaprezentowanych dwóch przykładów, gdzie prognoza jest wyznaczana przez liniową ekstrapolację ostatniego wygładzania szeregu czasowego, można zastosować wagi harmoniczne do prognozowania również innych cech statystycznych w sektorach gospodarki narodowej. Na zakończenie porównajmy jeszcze dane rzeczywiste w latach 2010-2012⁵³⁷ z otrzymanymi wcześniej metodą trendu pełzającego z uwzględnieniem starzenia się informacji:

Liczba zatrudnionych w handlu - przeciętne w roku [tys.]	2010	2011	2012
Prognoza	2329	2360	2391
Dane rzeczywiste	2218	2208	2176
<hr/>			
Liczba zatrudnionych w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności – przeciętne w roku [tys.]			
Prognoza	726	716	707
Dane rzeczywiste	730	745	748

W stosunku do pierwszej zmiennej – *Liczba pracujących w handlu*, prognoza na lata 2010-2012 wykazuje trend rosnący, natomiast dane empiryczne wskazują na tendencje odwrotną. Sugeruje to nam przyjęcie dłuższego segmentu trendu pełzającego. Na podstawie Ryciny 24.17 wydaje się za celowe dla uchwycenia potencjalnej zmiany trendu i przyjęcie segmentu 5-okresowego.

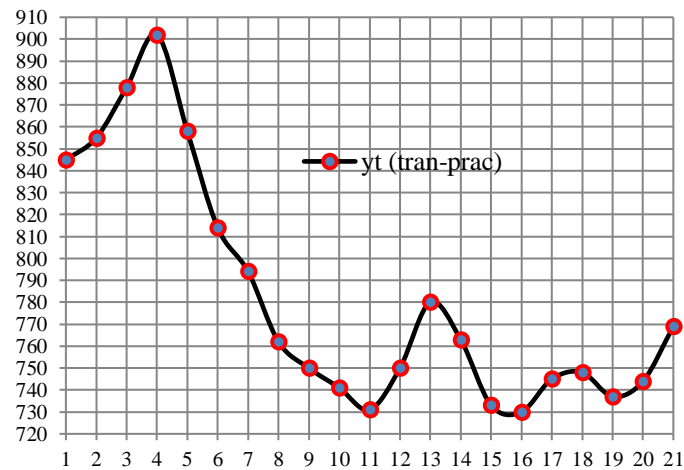
Natomiast dla drugiej zmiennej – *Liczba pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności* prognoza ma trend malejący, a dane rzeczywiste wykazują trend odwrotny. Według Ryciny 24.25 występują trzy zmiany trendów szeregu czasowego. Z ciekawości spójrzmy jednak na dłuższy horyzont obserwacji, tj. lata 1995-2015 (zob. Rycina 24.26).

⁵³⁷ Roczniki statystyczne GUS, lata 2011-2016.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2	Lata	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3	y_t (tran-prac)	845	855	878	902	858	814	794	762	750	741	731	750	780	763	733	730	745	748	737	744	769

Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie roczników statystycznych GUS-u.
 Ryc. 24.26. Dane rzeczywiste zmiennej Liczba pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności (lata 1995-2015)

Kształtowanie się zmiennej w czasookresie 21 lat podpowiada nam, że wskazane było by dla przykładu *Liczby pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności* zastosowanie segmentów np. 4-ro okresowych dla uchwycenia zmieniających się w czasie tendencji trendów.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.
 Ryc. 24.27. Obserwowana zmiana trendu zmiennej Liczba pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności (lata 1995-2015)

25. Potrzeba utworzenia piramidy wskaźników procesów ludnościowych⁵³⁸

25.1. Wstęp

W Polsce, w wielu jej regionach, wystąpiły negatywne tendencje w zakresie ruchu naturalnego oraz przemiany w strukturze demograficznej kraju⁵³⁹. Obserwowane procesy demograficzne charakteryzują się spadkiem liczby urodzeń oraz zawieranych małżeństw. Przesuwa się wiek urodzenia pierwszego dziecka, wzrasta liczba urodzeń i związków nieformalnych. Następuje utrwalanie procesu reprodukcji, znacznie poniżej zastępowalności pokoleń. Zmienia się struktura populacji w wyniku niskiej płodności, wydłużania się długości życia oraz migracji i emigracji ludności. Odczuwalne są już obecnie skutki starzenia się społeczeństwa i pojawia się zagrożenie występowania niewydolności systemu emerytalnego. Zachodzi potrzeba systematycznej aktywizacji zawodowej kobiet oraz zachęcanie do pracy osób w wieku emerytalnym. Zachodzi potrzeba łączenia obowiązków rodzicielskich z pracą zawodową osób w wieku produkcyjnym.

Światowe zmiany, w wyniku procesu globalizacji, korzystanie z technologii wirtualnej oddziałują na gospodarkę naszego kraju. Mają też wpływ na poglądy i postawy mieszkańców określonych regionów, co wpływa na zjawiska demograficzne. Zachodzi potrzeba podjęcia działań w kierunku stopniowego zahamowania zniekształceń struktury populacji. Wyrazem tego są powstałe dokumenty strategiczne, w tym *Średniookresowa Strategia Rozwoju Kraju* oraz strategię horyzontalne do 2020 roku dotyczące *Rozwoju Regionalnego*⁵⁴⁰.

Niniejszy temat nie ma na celu wskazanie prognozy ludności na przyszłe lata, lecz autor chciał by, aby miał charakter dydaktyczny i zachęcił do zebrania w formie piramidy *Du Ponta* wskaźników procesów ludnościowych, zarówno tych podstawowych jak i alternatywnych. W wersji klasycznej piramida ta, zwana również analizą lub modelem, umożliwia w sposób syntetyczny przeprowadzenie oceny zyskowności przedsiębiorstwa przy pomocy wybranych danych finansowych pochodzących z rachunku zysków i strat⁵⁴¹. Przykładem w tym zakresie jest piramidalna analiza rentowności kapitału własnego⁵⁴². Polega ona na rozłożeniu wskaźnika zwrotu z kapitału własnego (ROE) celem poznania wzajemnego oddziaływania, czyli współzależności przyczynowo-skutkowych, występujących pomiędzy elementami struktury składającej się na ten wskaźnik (zob. Rycina 25.1). W demografii występuje też potrzeba sumowania (bilansowania) wartości cech statystycznych i uzyskiwania szeregu wskaźników syntetycznych obrazujących obecne jak i przewidywane zjawisko, stad też podejście do skorzystania z pomysłu *Du Ponta* jest uzasadnione.

Zgodnie z opracowaniem „*Prognoza ludności na lata 2014-2050*”, aby następowała poprawa życia Polaków uwaga Państwa musi być skoncentrowana na celach strategicznych, a mianowicie konkurencyjności, innowacyjności, równoważeniu potencjału rozwojowego regionów Polski oraz efektywności i sprawności zarządzania⁵⁴³. Stad też głównymi wezwaniami rozwojowymi są demografia, nowe technologie, energetyka oraz ochrona środowiska. Potrzebom tym musi sprzyjać również modyfikowany obecnie system edukacji, w tym szkół zawodowych i wyższych, który powinien wychodzić naprzeciw nowoczesnego rynku pracy. Staje się naglące zapewnienie osobom starszym swobodnego dostępu do usług zdrowotnych. Poprawa struktury demograficznej wiąże się także z umożliwieniem napływającym emigrantom asymilacji, aby zapobiec tworzeniu się grup wykluczenia społecznego ze względu na duże różnice kulturowe.

Przy pomocy różnego rodzaju wskaźników monitorowana jest skuteczność realizacji strategicznych celów rozwojowych. Spośród wskaźników demograficznych, które można przez

⁵³⁸ Opracowanie stanowi rozwinięcie skrótu zamieszczonego w monografii: *Współczesne problemy zarządzania: Ekonomia, edukacja, opieka zdrowotna i farmacja*, Conference Proceedings of the 6th International Scientific Conference, October 16 – 19, 2018, Opole 2018, strony: 22-25.

⁵³⁹ *Prognoza ludności na lata 2014-2050*, Studia i analizy statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014.

⁵⁴⁰ Ibidem.

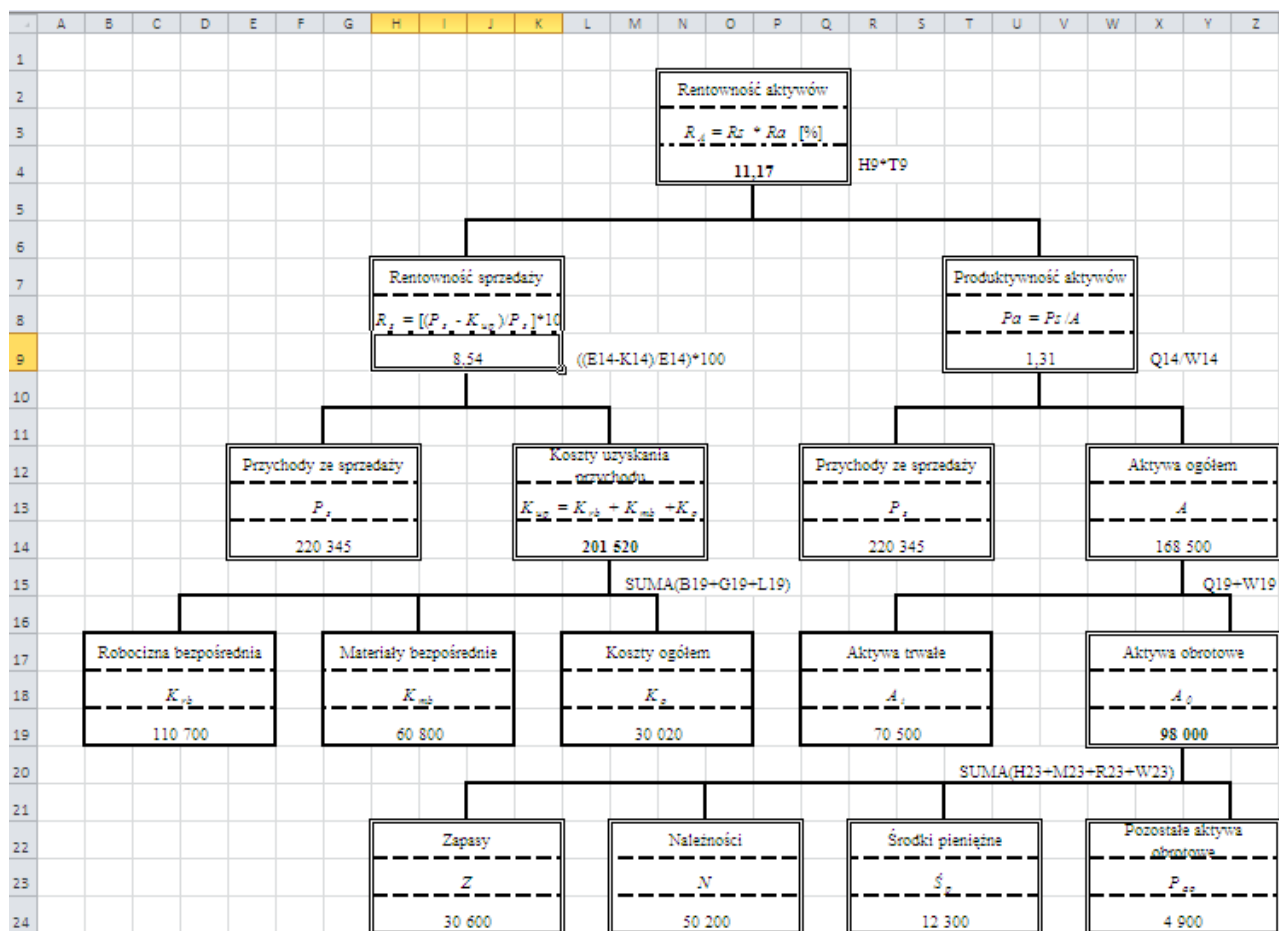
⁵⁴¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Analiza_Du_Ponta, dostęp: 20.05.2018.

⁵⁴² Żwirbła A., *Rozwój metod ilościowych analizy ekonomicznej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2007, rys. 2.3.

⁵⁴³ *Prognoza ludności na lata 2014-2050*, Studia i analizy statystyczne, op.cit., s. 24.

analogie do Ryciny 25.1. przedstawić także w formie piramidy *Du Ponta*, w opracowaniu *Prognoza ludności na lata 2014-2050* występują⁵⁴⁴:

- współczynnik dzietności,
- przeciętny wiek trwania życia mężczyzn oraz kobiet,
- saldo migracji,
- wskaźnik zatrudnienia emigrantów.



Źródło: Duczmal W., *Wspomaganie komputerowe rachunkowości zarządczej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016, ryc. 2.4.1.

Ryc. 25.1. Piramida wskaźników z pokazaniem komórek danych i formuł Excela

Poprawa tych wskaźników wiąże się z wzrostem zatrudnienia we wszystkich grupach wieku produkcyjnego, wzrostem wskaźnika zatrudnienia osób w wieku 65-69 oraz wskaźnikiem zatrudnienia kobiet z najmłodszym dzieckiem. Cennym materiałem pomocnym w poczynaniach strategicznych Państwa są coroczne raporty i rekomendacje *Rządowej Rady Ludnościowej* (RRL).

25.2. Wybrane podstawowe pojęcia⁵⁴⁵

W dziedzinie demografii, opisującej procesy ludnościowe występują różne pojęcia, spośród których dominują wymienione dalej współczynniki.

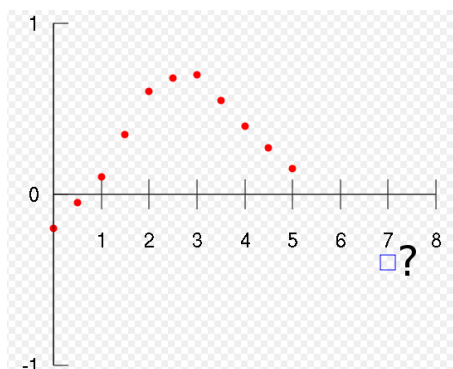
Współczynnik dzietności (TFR). Współczynnik dzietności oznacza przeciętną liczbę dzieci, którą urodziłaby kobieta w ciągu całego okresu rozrodczego (15-49 lat), przy założeniu że w poszczególnych fazach tego okresu rodziłaby z intensywnością obserwowaną wśród kobiet w badanym roku⁵⁴⁶. Dla potrzeb prognozy do 2050 roku opracowano trzy warianty *TFR*, nazwijmy je

⁵⁴⁴ *Prognoza ludności na lata 2014-2050*, Studia i analizy statystyczne, op.cit., s. 26.

⁵⁴⁵ Ta część opracowania bazuje na publikacji wymienionej w przypisie 522.

⁵⁴⁶ *Ludność. Stan i struktura oraz ruch naturalny w przekroju terytorialnym w 2016 r. Stan w dniu 31 XII.*, Informacje i opracowania statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2017,

optymistyczny, średni i pesymistyczny. W wariancie średnim tego współczynnika, dla prognoz po 2025 roku dokonano ekstrapolacji logarytmicznej na podstawie wartości tego współczynnika w latach 2003-2009 z podziałem na miasto i wieś. Dodam tu, że ekstrapolacja to prognozowanie wartości pewnej zmiennej lub funkcji poza zakresem, dla którego mamy dane, przez dopasowanie do istniejących danych pewnej funkcji, następnie wyliczenie jej wartości w szukanym punkcie⁵⁴⁷. Ideę ekstrapolacji przedstawiono na Rycinie 25.2. Na podstawie znanych czerwonych punktów obserwacji, przy dopasowanej w pewnym przedziale funkcji możemy oszacować wartości na przyszłe okresy np. 7.



Źródło: [https://pl.wikipedia.org/wiki/Ekstrapolacja_\(matematyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Ekstrapolacja_(matematyka)).

Ryc. 25.2. Idea interpolacji

Średni wiek rodzenia (MAC) Dla kobiet w Polsce zostających po raz pierwszy matkami MAC wzrósł przez dwie dekady o trzy lata. Przeciętnie kobieta w Polsce decyduje się na dziecko około 27 lat, natomiast kobiety w Unii Europejskiej mają już przeciętnie 28,9 lat, gdy rodzą pierwsze dziecko. Już ponad 40% obywaterek UE pierwszy raz zostaje matką po trzydziestce. W 2013 roku na 5 mln urodzonych dzieci tylko co piąte był tzw. „trzecim dzieckiem”⁵⁴⁸. Tradycyjnie MAC jest wyższe w miastach niż na wsi. W cytowanym już opracowaniu prognozy ludności na lata 2014-2050 założono, że w Polsce w roku 2070 średni wiek rodzenia w miastach wyniesie 32 lata, a na wsi 31,7 lat. Nadmienię, że kobiecy organizm maksymalną płodność osiąga mniej więcej w wieku 25 lat. W kolejnych latach płodność powoli spada, a po 35 roku życia gwałtownie się obniża⁵⁴⁹.

Struktura TFR. Pojęciem tym określa się rozkład cząstkowych współczynników płodności według wieku (ASFR), przy czym elementy struktury sumują się do 1.

Współczynnik płodności (General fertility rate) Współczynnik ten obliczany jest jako stosunek liczby urodzeń żywych w danym okresie np. roku do liczby kobiet będących w wieku rozrodczym (15-49).

Cząstkowy współczynnik płodności (Age specific fertility rate) Jest to stosunek liczby urodzeń żywych w danym okresie, pochodzących z kobiet w danej grupie wieku, do ogólnej liczby kobiet w tej samej grupie wieku. Współczynniki cząstkowe można obliczać dla pojedynczych roczników wieku rozrodczego kobiet lub stosuje się grupowanie urodzeń według 5-letnich grup wieku rozrodczego kobiet tzn. 15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49. Gdy stosowane jest grupowanie to wówczas urodzenia z kobiet poniżej 15 lat włącza się do grupy wieku 15-19 lat, a urodzenia z kobiet w wieku 50 lat i więcej włącza się do grupy 45-49 lat⁵⁵⁰.

W podejściu metodologicznym w opracowaniu prognozy długoterminowej wybrano rozkłady ASFR tych krajów europejskich, dla których średni wiek rodzenia jest najwyższy. Nie wdając się w

https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5468/6/21/1/stan_i_struktura_ludno_oraz_ruch_nat_uralny_w_przekroju_teryt_stan-na-31-12-2016.pdf, dostęp: 20.05.2018.

⁵⁴⁷ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Ekstrapolacja_\(matematyka\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Ekstrapolacja_(matematyka)), dostęp: 20.05.2018.

⁵⁴⁸ <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Kobiety-w-UE-rodza-coraz-pozniej-Imigranci-jedynym-ratunkiem-dla-Europy-7258032.html>, dostęp: 20.05.2018.

⁵⁴⁹ <http://mamu.pl/131539,polki-rodza-coraz-pozniej>, dostęp: 20.05.2018.

⁵⁵⁰ <https://stat.gov.pl/metainformacje/sloownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/3955,pojecie.html>, dostęp: 20.05.2018.

szczegóły metodologiczne, kolejnym krokiem było dokonanie ekstrapolacji struktur *TFR*, w taki sposób, aby uzyskać potencjalne rozkłady o średnim wieku rodzenia równym 32, jaki w prognozie długoterminowej przyjęto dla Polski. Następnie obliczono średnie współczynniki z tych rozkładów w celu uzyskania rozkładu modelowego. W kolejności zaszła potrzeba „wygładzania” empirycznych rozkładów cząstkowych struktury *TFR*, przy czym dla miast był to rozkład normalny a dla wsi rozkład gamma. Wszystkie wygenerowane rozkłady mają *MAC* zbieżne z ich odpowiednikami empirycznymi⁵⁵¹. W opracowaniu prognozy dzietności wykonano jeszcze kilka dalszych kroków przygotowawczych, w tym interpolację logarytmiczną, aby ostatecznie uzyskać wartości współczynników płodności (*ASFR*). Jeśli przemnożymy wyliczone wartości *ASFR* przez liczbę kobiet w. danym wieku to uzyskamy liczbę urodzeń⁵⁵².

Umieralność i trwanie życia (*Mortality projection and life expectancy*) Kierunki zmian obserwowane w rozwiniętych krajach europejskich były wzorcem dla opracowania prognoz umieralności i trwania życia. Na podstawie średnich wartości prawdopodobieństw zgonów dla tych krajów obliczono parametry trwania życia. Pozwoliło to na ustalenie dystansu jaki dzieli Polskę od krajów rozwiniętych Europy. Przyjęto model wykładniczy dający dobre dopasowanie danych empirycznych do teoretycznych. Wzorzec umieralności bazuje na średniej z 20 lat dla krajów europejskich. Założono osłabienie tempa spadku umieralności niemowląt, a ponadto zmniejszanie się różnicy w długości przeciętnego trwania życia mężczyzn mieszkających w miastach i na wsi.

Migracje wewnętrzne – pobyt stały (*Internal migration for permanent residence*) Zauważono, że migracje wewnętrzne (napływ, odpływ) nie mają wpływu na liczbę ludności Polski. Jednak w istotny sposób wpływają na liczbę ludności miejskiej i wiejskiej oraz w poszczególnych województwach. W prognozowaniu wieloletnim, brany jest pod uwagę przez ekspertów, ostrożny wariant średni wielkości migracji wewnętrznych. Intensywność migracji, czyli liczba migrantów na 1000 osób zależna jest od wieku ludności. Przy założeniu intensywności migracji na podstawie okresu minionego można określić migracje w przyszłych okresach poprzez pomnożenie przez liczbę osób w poszczególnych rocznikach.

Migracje zagraniczne – pobyt stały Zagadnienie to dotyczy wielkości imigracji do Polski, emigracji z Polski oraz migracji do / z województw. Ze względu na dynamiczny charakter tego typu migracji do prognozowania przyjęto znowu wariant średni spośród trzech rozpatrywanych. Dla roku 2035 założono migrację zerową (saldo), co oznacza zrównoważenie wielkości emigracji z wielkością imigracji. Natomiast dla okresu 2014-2035 założono regresję liniową rozpatrywanej migracji.

25.3. Wybrane *metadane* do tworzenia piramidy *Du Ponta*⁵⁵³

Metadane to dane o danych, czyli ustrukturalizowane informacje stosowane do opisu zasobów informacji lub obiektów informacji, dostarczające szczegółowych danych, dotyczących atrybutów zasobów lub obiektów informacji, w celu ułatwienia ich znalezienia, identyfikacji, a także zarządzania tymi zasobami⁵⁵⁴. *Metadane* można podzielić według kategorii jako opisowe, strukturalne i administracyjne. *Metadane administracyjne* dostarczają informacji dotyczących zarządzania zasobem informacji lub obiektem, takich jak: data i sposób jego utworzenia, typ dokumentu, informacje dotyczące dostępu do zasobu. Natomiast *metadane opisowe* dostarczają informacji na temat takich danych jak tytuł, streszczenie, autor oraz słowa kluczowe, opisujące zasób informacji lub obiekt.

Skonstruowanie wielopoziomowej piramidy wskaźników dla określonego obszaru wymaga wyodrębnienia danych źródłowych oraz wynikowych obliczanych na ich podstawie. Jak już wspomniałem, zostało to już sformułowane do wskaźników biznesowych, określonego obiektu produkcyjnego przy obliczaniu wskaźnika *Rentowność aktywów*. Dla zagadnienia metodologii

⁵⁵¹ *Prognoza ludności na lata 2014-2050*, Studia i analizy statystyczne, op.cit., s. 29.

⁵⁵² Ibidem.

⁵⁵³ Ta część opracowania bazuje na: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>, dostęp: 20.05.2018.

⁵⁵⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Metadane>, dostęp: 20.05.2018.

opisu procesów ludnościowych, zastosowanie pomysłu przemysłowca chemika Du Ponta, jest moim zdaniem nowym podejściem. Obarczone jest jednak dużymi trudnościami, ze względu na specyficzne gromadzenie i grupowanie danych przez GUS. Z tego względu w celu przybliżenia „metadanych” skorzystano z opisu zawartego w *Bazie Demografia* dostępnego w Internecie poprzez menu:

Baza Demografia/Metadane/Metodologia/.

W ramach tej zakładki występują trzy obszary: *Stan i struktura ludności*, *Ruch naturalny ludności*, *Migracja ludności*⁵⁵⁵. Wywołanie określonego obszaru powoduje wygenerowanie odpowiedniego pliku „wordowego”, zainteresujemy się więc teraz informacjami w tych opisach, w celu wyodrębnienia danych źródłowych lub wynikowych.

Stan i struktura ludności:

- liczba i struktura ludności gminy według płci i wieku na terenie miejskim;
- liczba i struktura ludności gminy według płci i wieku na terenie wiejskim;
- analogiczne dane jak wyżej, opracowywane metodą bilansową, lecz odniesione są do jednostek terytorialnych wyższego szczebla, tj. powiatów oraz województw;
- współczynnik zgonów niemowląt, liczony jest w odniesieniu do urodzeń żywych w tym samym okresie (liczba zgonów niemowląt na 1000 urodzeń żywych).

Dane o ludności dla powiatów, województw oraz Polski ogółem są uzyskiwane poprzez odpowiednie sumowanie wielkości dla gmin i w piramidzie Du Ponta stanowiąc będą wielkości zagregowane. Podstawą wyliczania wszystkich współczynników demograficznych oraz dotyczących migracji (na 1000 ludności) jest średnia liczba ludności zamieszkałej na danym obszarze województwa, powiatu, gminy lub terenu miejsko / wiejskiego.

Ruch naturalny ludności:

- dane o zarejestrowanych małżeństwach,
- dane o zarejestrowanych urodzeniach,
- dane o zgonach,
- dane o orzeczonych separacjach i rozwodach.

Źródłem danych o zgonach jest wykorzystywany wtórnie przez statystykę publiczną, dokument Ministerstwa Zdrowia (podstawowy dla akt stanu cywilnego), czyli „*Karta statystyczna do karty zgonu*”. Dane dotyczące małżeństw, urodzeń i zgonów pochodzą ze sprawozdawczości urzędów stanu cywilnego, a separacji i rozwodów z sprawozdawczości sądów i pobierane są z systemów informatycznych tych jednostek.

Współczynniki reprodukcji ludności:

- *współczynnik dzietności kobiet* (jak już nadmieniałem) oznacza liczbę dzieci, którą urodziłaby przeciętnie kobieta w ciągu całego okresu rozrodczego (15-49 lat), przy założeniu, że w poszczególnych fazach tego okresu rodziłaby z intensywnością obserwowaną w badanym roku, tzn. przy przyjęciu cząstkowych współczynników płodności z tego okresu za niezmiennie;
- *współczynnik reprodukcji brutto* przedstawia liczbę córek urodzonych przeciętnie przez kobietę, przy założeniu, że kobieta będąc w wieku rozrodczym (15-49 lat) rodzić będzie z częstotliwością, jaką charakteryzują się wszystkie kobiety rodzące w roku, dla którego oblicza się współczynnik reprodukcji (niezmiennie współczynniki płodności);
- *współczynnik zgonów niemowląt* liczony jest jako iloraz ogólnej liczby zgonów niemowląt i ogólnej liczby urodzeń żywych zarejestrowanych w danym roku.

W sprawozdawczości zachowano przekrój terytorialny jak dla obszaru „*Stan i struktura ludności*”. *Płodność kobiet* mierzy się współczynnikiem obliczonym jako iloraz liczby urodzeń żywych i liczby kobiet w wieku rozrodczym (15-49 lat). Oprócz ogólnych współczynników płodności podaje się również współczynniki grupowe (cząstkowe), obliczone jako ilorazy liczby urodzeń żywych z kobiet w danej grupie wieku i liczby kobiet w tej samej grupie wieku. Współczynniki dotyczące ruchu naturalnego ludności w podziale terytorialnym zamieszczone w *Bazie Demografia* obliczono jako iloraz liczby faktów określonego rodzaju i liczby ludności.

⁵⁵⁵ Ibidem.

Migracja ludności

W *Bazie Demografia* dane dotyczące migracji ludności opracowano na podstawie informacji pochodzących z dokumentacji prowadzonej przez gminy, a dotyczącej ewidencji ludności o ruchu migracyjnym, a więc w oparciu o druki meldunkowe. Informacje o migracjach wewnętrznych i zagranicznych na pobyt stały podano na podstawie pełnej ewidencji osób migrujących. Dane pobierane są ze zbioru PESEL (*Powszechny Elektroniczny System Ewidencji Ludności*).

Współczynniki dotyczące migracji w podziale terytorialnym obliczono jako iloraz liczby faktów określonego rodzaju i liczby ludności faktycznie zamieszkałej, zameldowanej na pobyt stały.

25.4. Dodatkowe wskaźniki wymienione w *Bazie Demografia*

Opracowanie hierarchicznego układania się danych źródłowych, zagregowanych, obliczonych współczynników jest bardzo pracochłonne i wymaga ustosunkowania się do prawie corocznie zmienianych zasad gromadzenia i prezentacji tabelarycznej wartości danych poszczególnych cech statystycznych. Niemniej jednak wstępnie dla zainicjowania piramidy Du Ponta w trzech wcześniej wymienionych obszarach skorzystałem z wcześniej zgromadzonych danych z *Bazy Demografia* dla roku 2016 i województwa opolskiego (zob. Tabela 25.1)⁵⁵⁶. Zestawione przez autora niniejszego opracowania dane dotyczą specyficznego badania z zastosowaniem modelu ekonometrycznego liniowego wielowymiarowego, wygenerowanego funkcją REGLINP Excela⁵⁵⁷ w postaci:

$$Mio = f(Em, M, R, U, Z).$$

W odniesieniu do ludności, P = 12 powiatów województwa opolskiego, szeregu 15. obserwacji rocznych (2002-2016) poszczególne zmienne oznaczają:

Mio – (Migracja - odpływ) → żonaci/zamężne;

Em – Emigracja (żonaci/zamężne);

M – Małżeństwa → grupa wieku mężczyzny, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34;

R – Rozwody → według grupa wieku mężczyzny w dniu wniesienia powództwa, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34;

U – Urodzenia → według płeć dziecka, chłopiec;

Z – Zgony → według grupa wieku, przedziały: 0 dni; 1-27 dni; 28, 29 dni, 11 miesięcy; 1-4 lata; 5-9 lat; 10-14 lat.

Tab. 25.1. Fragment baza danych panelowych do oceny nieefektywności gospodarowania zasobami ludności powiatów województwa opolskiego (rok 2016)

P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu
1	459	18	325	50	403	5	Brzeski
2	276	9	171	26	198	0	Głubczycki
3	352	74	322	35	395	6	Kędzierzyńsko-kozielski
4	353	7	279	25	306	5	Kluczborski
5	292	38	248	24	273	3	Krapkowicki
6	208	3	159	33	231	1	Namysłowski
7	670	39	512	62	563	6	Nyski
8	370	16	293	30	289	0	Oleski
9	565	70	526	41	558	8	Opolski
10	259	23	200	26	240	2	Prudnicki
11	373	109	306	23	366	4	Strzelecki
12	492	9	362	63	607	10	Opole - miasto na prawach powiatu

Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie *Baza Demografia*.

Obecnie stosowane przekroje statystyk w wymienionych wcześniej trzech obszarach nie są dostosowane do mobilnego zasilania wymarzonej przez autora hierarchicznej piramidy Du Ponta.

⁵⁵⁶ Wornalkiewicz W., *Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludzkimi*, artykuł w ramach monografii wydanej na: *Conference Proceedings of the 7th International Scientific Conference*, April 4-7, 2018, WSZiA Opole.

⁵⁵⁷ Wornalkiewicz W., *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych*, artykuł, Konferencja „Sytuacja demograficzna jako wyzwanie dla polityki społecznej i gospodarczej na przykładzie miasta Nysa oraz powiatu nyskiego stan obecny i perspektywy, Nysa 19-20.04.2018.

Biorąc pod uwagę współczesne możliwości komunikacji informacyjnej, „robot programistyczny” jakim może być w przyszłości struktura wielopoziomowa piramidy, automatycznie może generować na bieżąco poszczególne współczynniki z zakresu monitorowania procesami ludnościowymi. Jej kopie powinny służyć do wielowariantowego symulowania prognoz współczynników na najbliższe lata. Dlatego warto podjąć prace dla skonstruowania chociażby zaczynu tak pomyślanej piramidy współczynników. Ramy tego artykułu nie pozwalają na zakończenie tego tematu. Z tego względu zachęcam Czytelników do kontynuowania pomysłu. Na początek można zabazować na liczbie ludności województwa opolskiego z podziałem na miasto/wieś, która w roku 2016 wynosiła 993036 (zob. Rycina 25.3), a następnie na dalszych tu zamieszczonych rycinach.

Ludność w 2016 (stan w dniu 31 XII), Opolskie.

Krok 5 wybierz cechy

- Grupa wieku - 5 lat
- Miasto/Wieś
- Płeć
- Podregion
- Powiat

Krok 6 Pokaż dane

Ludność w 2016 roku (stan w dniu 31 XII), Opolskie (wg Miasto/Wieś)

Miasto/Wieś	Liczba ludności
Miasto	515006
Wieś	478030
Razem	993036

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bazy Demografia.

Ryc. 25.3. Okno rezultatu po wyborze cechy „Miasto/wieś” uzyskane z Bazy Demografia

Biorąc pod uwagę kryterium „Płeć” to w roku 2016 było 480429 mężczyzn, a kobiet 512607. Kobiety stanowiły zatem 51,6% populacji (zob. Rycina 25.4).

Ludność w 2016 (stan w dniu 31 XII), Opolskie.

Krok 5 wybierz cechy

- Grupa wieku - 5 lat
- Miasto/Wieś
- Płeć
- Podregion
- Powiat

Krok 6 Pokaż dane

Ludność w 2016 roku (stan w dniu 31 XII), Opolskie (wg Płeć)

Płeć	Liczba ludności
Mężczyzna	480429
Kobieta	512607
Razem	993036

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bazy Demografia.

Ryc. 25.4. Okno rezultatu po wyborze cechy „Płeć” uzyskane z Bazy Demografia

Kolejna tabela pokazuje liczby ludności w grupach wiekowych co 5 lat. Dla umownego wyodrębnienia liczby kobiet w wieku rozrodczym (15-49) lat dokonano sumowania tylko tego przedziału na podstawie ryciny 25.5 i przemnożono przez 0,516 co stanowi:

$$476399 \times 0,516 \approx 245822 \text{ kobiet.}$$

Ludność w 2016 roku (stan w dniu 31 XII), Opolskie (wg Grupa wieku - 5 lat)

Grupa wieku - 5 lat	Liczba ludności
0-4 lat	42382
5-9 lat	46178
10-14 lat	42069
15-19 lat	47486
20-24 lat	57672
25-29 lat	72647
30-34 lat	81589
35-39 lat	77923
40-44 lat	72359
45-49 lat	66723
50-54 lat	69537
55-59 lat	75616
60-64 lat	71244
65-69 lat	58811
70 i więcej lat	110800
Razem	993036

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Bazy Demografia*.

Ryc. 25.5. Okno rezultatu po wyborze cechy „Grupa wieku – 5 lat” uzyskane z *Bazy Demografia*

Jeśli podzielimy sumę liczbę urodzeń żywych chłopców przez liczbę kobiet w wieku rozrodczym w roku 2016 dla województwa opolskiego to w odniesieniu tylko do chłopców otrzymamy:

$$4429/245822 = 0,018, \text{ czyli } 1,8\%.$$

P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Suma:
U	403	198	395	306	273	231	563	289	558	240	366	607	4429

25.5. Skorzystanie z generatora raportów dla określenia rodzaju danych

W ramach *Baza Demografia* występuje zakładka generowania raportów o nazwie „Platforma Analityczna SWAiD” (zob. Rycina 25.6).



Baza Demografia

Strona główna Tablice wynikowe Generowanie zestawień Platforma Analityczna SWAiD Metadane Dodatkowe informacje

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Bazy Demografia*.

Ryc. 25.6. Zakładki *Bazy Demografia*

Skorzystajmy z tego generatora i sprawdźmy dla województwa opolskiego czy nasze obliczenie sumy urodzeń chłopców w województwie opolskim jest takie same. W tym celu wybieramy opcję: *Podstawowe wskaźniki i współczynniki demograficzne z zakresu ruchu naturalnego ludności (małżeństwa, rozwody, separacje, urodzenia, zgony, przyrost naturalny)*⁵⁵⁸.

⁵⁵⁸ http://swaid.stat.gov.pl/Demografia_dashboards/Raporty_predefiniowane/RAP_DBD_DEM_4.aspx, dostęp: 20.05.2018.

Wyszczególnienie	2012	2013	2014	2015	2016
Małżeństwa zawarte	5 351	4 740	4 822	4 920	4 828
Małżeństwa zawarte na 1000 ludności	5,3	4,7	4,8	4,9	4,9
Mediana wieku (wiek środkowy) nowożeńców - mężczyźni	28,4	28,8	28,9	29,2	29,4
Mediana wieku (wiek środkowy) nowożeńców - kobiety	26,3	26,6	26,7	26,9	27,1
Mediana wieku (wiek środkowy) mężczyzn zawierających związek małżeński po raz pierwszy	27,8	28,0	28,1	28,3	28,5
Mediana wieku (wiek środkowy) kobiet zawierających związek małżeński po raz pierwszy	25,7	25,9	26,0	26,2	26,3
Rozwody	1 656	1 630	1 676	1 678	1 435
Rozwody na 1000 ludności	1,6	1,6	1,7	1,7	1,4
Separacje orzeczone	34	29	37	28	40
Separacje orzeczone na 100 000 ludności	3,36	2,88	3,69	2,80	4,02
Urodzenia żywe	8 939	8 227	8 593	8 289	8 634
Urodzenia żywe - chłopcy	4 610	4 276	4 413	4 374	4 429
Urodzenia żywe - dziewczynki	4 329	3 951	4 180	3 915	4 205
Urodzenia żywe na 1000 ludności	8,8	8,2	8,6	8,3	8,7
Urodzenia pozamałżeńskie w % urodzeń żywych	23,5	23,3	24,3	24,5	25,7
Współczynnik dzietności ogólnej	1,1464	1,0742	1,1391	1,1240	1,2010
Współczynnik reprodukcji brutto	0,555	0,516	0,554	0,531	0,585
Mediana wieku (wiek środkowy) matek, które urodziły dziecko w danym roku	28,5	28,8	29,1	29,2	29,3
Mediana wieku (wiek środkowy) matek w momencie urodzenia pierwszego dziecka	26,5	26,6	27,1	27,0	27,2
Zgony	10 180	10 267	9 808	10 468	10 006
Zgony mężczyzn	5 250	5 293	4 997	5 428	5 157
Zgony kobiet	4 930	4 974	4 811	5 040	4 849
Zgony na 1000 ludności	10,1	10,2	9,8	10,5	10,1
Zgony niemowląt	55	35	40	34	40
Zgony niemowląt - chłopcy	31	19	21	21	23
Zgony niemowląt - dziewczynki	24	16	19	13	17
Zgony niemowląt na 1000 urodzeń żywych	6,15	4,25	4,65	4,10	4,63
Przyrost naturalny	-1 241	-2 040	-1 215	-2 179	-1 372
Przyrost naturalny mężczyzn	-640	-1 017	-584	-1 054	-728
Przyrost naturalny kobiet	-601	-1 023	-631	-1 125	-644
Przyrost naturalny na 1000 ludności	-1,2	-2,0	-1,2	-2,2	-1,4
Współczynnik dynamiki demograficznej	0,878	0,801	0,876	0,792	0,863

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Bazy Demografia*.

Ryc. 25.7. Raport „Podstawowe wskaźniki i współczynniki demograficzne z zakresu ruchu naturalnego ludności (małżeństwa, rozwody, separacje, urodzenia, zgony, przyrost naturalny)”

Łatwo zauważyć zgodność liczby urodzeń chłopców, gdy zobaczymy na wiersz „Urodzenia żywe – chłopcy” i rok 2016 na Rycinie 25.7. Otrzymany raport pozwala nam na rozgraniczenie danych źródłowych i wynikowych niezbędne w budowaniu piramidy współczynników.

Źródłowe	Wynikowe
Małżeństwa zawarte	Małżeństwa zawarte na 1000 ludności
	Mediana wieku (wiek środkowy) nowożeńców – mężczyźni
	Mediana wieku (wiek środkowy) nowożeńców – mężczyźni
	Mediana wieku (wiek środkowy) nowożeńców – mężczyźni zawierających związek po raz pierwszy
	Mediana wieku (wiek środkowy) nowożeńców – kobiet zawierających związek po raz pierwszy
Rozwody	Rozwody na 1000 ludności
Separacje orzeczone	Separacje orzeczone na 1000 ludności
Urodzenia żywe	Urodzenia żywe na 1000 ludności
Urodzenia żywe – chłopcy	Urodzenia pozamałżeńskie w % urodzeń żywych
Urodzenia żywe – dziewczynki	Współczynnik dzietności ogółem
	Współczynnik reprodukcji brutto
	Mediana wieku (wiek środkowy) matek, które urodziły dziecko w danym roku
	Mediana wieku (wiek środkowy) matek, w momencie urodzenia pierwszego dziecka
Zgony	Zgony na 1000 ludności
Zgony mężczyzn	
Zgony kobiet	
Zgony niemowląt	Zgony niemowląt na 1000 urodzeń żywych
Zgony niemowląt – chłopcy	Przyrost naturalny
Zgony niemowląt – dziewczynki	Przyrost naturalny mężczyzn
	Przyrost naturalny kobiet
	Przyrost naturalny na 1000 ludności
	Współczynnik dynamiki demograficznej

Interesujące jest jeszcze sięgnięcie po raport „Ludność wg płci i grup wieku, mediana wieku, współczynnik obciążenia demograficznego” generowany dla województwa opolskiego z zakładki „Platforma Analityczna SWAiD”⁵⁵⁹. W otrzymanym raporcie w dniu 23.05.2018 występuje też statystyka na 31.XII.2018 r. (zob. Rycina 25.8).

Wyszczególnienie	31 XII 2015	30 VI 2016	31 XII 2016	30 VI 2017	31 XII 2017
Ludność	996 011	994 489	993 036	991 161	990 069
Ludność w wieku 0-4 lata	42 534	42 351	42 382	42 522	42 665
Ludność w wieku 5-9 lat	46 110	46 166	46 178	46 149	46 134
Ludność w wieku 10-14 lat	42 215	42 165	42 069	42 315	42 562
Ludność w wieku 15-19 lat	49 422	48 470	47 486	46 578	45 627
Ludność w wieku 20-24 lata	61 144	59 368	57 672	56 437	55 387
Ludność w wieku 25-29 lat	74 831	73 771	72 647	71 133	69 637
Ludność w wieku 30-34 lata	81 991	81 810	81 589	80 911	80 179
Ludność w wieku 35-39 lat	77 613	77 788	77 923	78 277	78 549
Ludność w wieku 40-44 lata	70 960	71 684	72 359	73 000	73 635
Ludność w wieku 45-49 lat	67 087	66 909	66 723	66 842	66 930
Ludność w wieku 50-54 lata	71 147	70 341	69 537	68 882	68 240
Ludność w wieku 55-59 lat	76 556	76 059	75 616	74 891	74 178
Ludność w wieku 60-64 lata	70 563	70 933	71 244	71 433	71 694
Ludność w wieku 65-69 lat	54 729	56 763	58 811	60 043	61 311
Ludność w wieku 70-74 lata	32 275	32 310	32 354	33 828	35 316
Ludność w wieku 75-79 lat	35 238	34 946	34 748	33 658	32 725
Ludność w wieku 80-84 lata	24 170	24 569	24 955	25 225	25 637
Ludność w wieku 85 lat i więcej	17 426	18 086	18 743	19 037	19 663
Ludność w wieku przedprodukcyjnym	159 393	158 670	158 146	157 960	157 829
Ludność w wieku produkcyjnym	635 551	631 787	627 826	623 931	620 022
Ludność w wieku produkcyjnym mobilnym	387 427	384 903	382 159	379 362	376 546
Ludność w wieku produkcyjnym niemobilnym	248 124	246 884	245 667	244 569	243 476
Ludność w wieku poprodukcyjnym	201 067	204 032	207 064	209 270	212 218
Ludność w wieku 0-14 lat	130 859	130 682	130 629	130 986	131 361
Ludność w wieku 15-64 lat	701 314	697 133	692 796	688 384	684 056
Ludność w wieku 65 lat i więcej	163 838	166 674	169 611	171 791	174 652
Ludność w wieku 0-2 lata	24 860	25 005	25 322	25 627	25 903
Ludność w wieku 3-6 lat	36 514	35 746	34 999	34 697	34 444
Ludność w wieku 7-12 lat	52 250	53 033	53 751	54 215	54 696
Ludność w wieku 13-15 lat	26 450	25 892	25 316	25 033	24 768
Ludność w wieku 16-18 lat	29 620	29 050	28 548	28 021	27 437
Ludność w wieku 19-24 lata	71 731	69 794	67 851	66 408	65 127
Mediana wieku (wiek środkowy)	41,5	X	41,9	X	42,3
Współczynnik obciążenia demograficznego - całkowity	56,7	X	58,2	X	59,7
Współczynnik obciążenia demograficznego ludnością w wieku przedprodukcyjnym	25,1	X	25,2	X	25,5
Współczynnik obciążenia demograficznego ludnością w wieku poprodukcyjnym	31,6	X	33,0	X	34,2

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bazy Demografia.

Ryc. 25.8. Raport „Ludność wg płci i grup wieku, mediana wieku, współczynnik obciążenia demograficznego”

⁵⁵⁹ http://swaid.stat.gov.pl/Demografia_dashboards/Raporty_predefiniowane/RAP_DBD_DEM_3.aspx, dostęp: 20.05.2018.

Pozostaje nam teraz wyłonienie rodzaju danych dla konstrukcji piramidy Du Ponta.

Źródłowe	Wynikowe
Ludność	Ludność w wieku 0-4 lat
	Ludność w wieku 5-9 lat
	Ludność w wieku 10-14 lat
	Ludność w wieku 15-19 lat
	Ludność w wieku 20-24 lat
	Ludność w wieku 25-29 lat
	Ludność w wieku 30-34 lat
	Ludność w wieku 35-39 lat
	Ludność w wieku 40-44 lat
	Ludność w wieku 45-49 lat
	Ludność w wieku 50-54 lat
	Ludność w wieku 65-69 lat
	Ludność w wieku 70-74 lat
	Ludność w wieku 75-79 lat
	Ludność w wieku 80-84 lat
	Ludność w wieku 85 i więcej
	Ludność w wieku przedprodukcyjnym
	Ludność w wieku produkcyjnym
	Ludność w wieku produkcyjnym mobilnym
	Ludność w wieku poprodukcyjnym
	Ludność w wieku 0-14 lat
	Ludność w wieku 15-64 lat
	Ludność w wieku 65 lat i więcej
	Ludność w wieku 0-2 lata
	Ludność w wieku 3-6 lat
	Ludność w wieku 7-12 lat
	Ludność w wieku 13-15 lat
	Ludność w wieku 16-18 lat
	Ludność w wieku 19-24 lat
	Mediana wieku (wiek środkowy)
	Współczynnik obciążenia demograficznego – całkowity
	Współczynnik obciążenia demograficznego ludności przedprodukcyjnej
	Współczynnik obciążenia demograficznego ludności poprodukcyjnej

W podanej specyfikacji założono znalezienie algorytmów w ramach piramidy Du Ponta dla rozróżnień wiekowych.

25.6. Zagadnienia

1. Piramida wskaźników
2. Struktura demograficzna
3. Wskaźnik zwrotu kapitału własnego
4. Asymilacja emigrantów
5. Piramida Du Ponta
6. Współczynnik dzietności
7. Migracje zagraniczne na pobyt stały
8. Metadane
9. Ruch naturalny ludności
10. Generator raportów

* * *

Przedstawiono ogólną ideę utworzenia „*Robota programistycznego*”, którym na początek mogła by być omawiana piramida w zakresie corocznego generowania współczynników z trzech obszarów: *Stan i struktura ludności*, *Ruch naturalny ludności*, *Migracja ludności*.

Założone jest automatyczne, bez pośrednictwa GUS-u, zasilanie bazy danych źródłowych do kreowanej piramidy Du Ponta z bezpośrednich systemów informatycznych jednostek organizacyjnych zobowiązanych do przekazywania danych statystycznych. Warto jednak, aby nad stroną merytoryczną metadanych i wyrażen obliczających dane wynikowe w piramidzie czuwał jakiś zespół specjalistów z zakresu demografii i informatyki.

26. Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności⁵⁶⁰

26.1. Wstęp

Efektywność mierzona jest stosunkiem uzyskanych efektów do poniesionych nakładów. Różne są współczynniki mierzenia efektywności, czy też nieefektywności, której zmienne mogą być w postaci ilościowej, wartościowej z uwzględnieniem cen jednostkowych poniesionych nakładów, czy też różnego rodzaju efektów. Narzędziem, które umożliwia klasyfikowanie obiektów pod względem efektywności jest program DEAP. W wersji 2.1 jest on dostępny w Internecie i pozwala na korzystanie z szeregów czasowych zmiennych, jak też z szeregów czasowo-przestrzennych zwanych panelowymi. Daje też możliwość wprowadzania cen informacyjnych i wyliczania tzw. efektywności ekonomicznej. Gdy szeregi zmiennych są w postaci ilościowej to program DEAP oblicza tzw. efektywność techniczną. W ramach programu DEAP wyodrębnia się również efektywność alokacji związana ze strukturą nakładów.

Jeśli mamy kilka szeregów czasowych reprezentujących wyjście (*output*) oraz kilka szeregów czasowych dotyczących wejścia (*input*), czyli nakładów i chcemy dokonać optymalizacji tak skonstruowanego ilorazu, to przed każdą ze zmiennych stoją parametry. Optymalizację takiego zadania możemy zrealizować z punktu widzenia celu jakim jest zorientowanie się na wyjście lub wejście. Program DEAP sam ustala odpowiednie wielkości parametrów przy optymalizacji licznika we wzorze na efektywność, który w postaci ogólnej możemy zapisać jako:

W ramach programu DEAP mamy do wyboru opcję CRS dotyczącą maksymalizacji funkcji celu licznika, a VRS mianownika we wzorze na obliczaną efektywność (gospodarność) techniczną

$$\text{Efektywność} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r \text{Efekt}}{\sum_{i=1}^m v_i \text{Nakład}}$$

obiektem⁵⁶¹. Wymienione we wzorze parametry μ_r, v_i są to wagi określające ważność odpowiednich efektów / nakładów. Omawiany program dysponuje jeszcze opcją COST wyznaczania efektywności ekonomicznej oraz opcją MALMQUIST do skorzystania z danych panelowych i wyznaczania dystansu danego okresu lub obiektu wobec rozwiązania optymalnego wyobrazonego w postaci krzywej – izokwanty. Program bazuje bowiem na analizie komputerowej odległości miar obserwacji od najlepszych dla teoretycznie ustalonej dla obiektu np. przedsiębiorstwa. Wagi ustalane są po kątem maksymalizacji efektywności każdego obiektu. W standardowym rozwiązaniu problemu optymalizacyjnego następuje wyznaczenie odległości rzeczywistego poziomu efektywności produkcji obiektu od teoretycznie stwierdzonej granicy efektywności.

Program DEAP bazuje na metodzie zwanej DEA, która pozwala na ustalenie krzywej efektywności o wartości 1, na której znajdują się wszystkie najbardziej efektywne lub nieefektywne jednostki badanej zbiorowości. Jeśli obiekty traktowane są jako jednostki decyzyjne (DMU) to znajdują się poza krzywą efektywności, mają wartości różne od 1 i uważane są jako nieefektywne technicznie. Tak więc program DEAP służy do ustalenia efektywności technicznej produkcji mając wykonaną produkcję wyrobów finalnych lub części zamiennych i poniesione nakłady w postaci materiałochłonności, robocizny, energochłonności określonych procesów wytwarzania. Szersze odniesienie to tematyki efektywności ze zorientowaniem na obiekty struktury terytorialnej spotykamy w książce Mariana Duczmała⁵⁶². Pomocnym w niniejszym opracowaniu był też *Przewodnik po DEAP*⁵⁶³. Podstawy teoretyczne modeli DEA znajdujemy w książce Bogusława

⁵⁶⁰ Opracowanie bazuje na rozdziale 21. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁵⁶¹ Becker A., *Analiza efektywności działania województw Polski*, Internet, Katedra Zastosowań Matematyki, Akademia Rolnicza w Szczecinie.

⁵⁶² Duczmał M., *Efektywność działania obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013.

⁵⁶³ Coelli T., *Przewodnik po DEAP wersji 2.1, Analiza związania [enevelopment] danych*, Centrum Analizy Efektywności i Produktowności, [www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm].

Guzika pt. *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*⁵⁶⁴. Zachęcony możliwościami programu DEAP podjąłem próbę innego jego zastosowania niż w sferze produkcji, a mianowicie skoncentrowałem swoją uwagę na zasobach ludności, a zwłaszcza na nieefektywności gospodarowania nimi. Do rozważań przyjęto ogólny model ekonometryczny liniowy wielowymiarowy, jaki wygenerowałem przy zastosowaniu funkcji REGLINP Excela⁵⁶⁵ w postaci:

$$Mio = f(Em, M, R, U, Z)$$

gdzie w odniesieniu do ludności, 12. powiatów województwa opolskiego, szeregu 15. obserwacji rocznych (2002-2016) poszczególne zmienne oznaczają:

Mio – (Migracja – odpływ) → żonaci/zamężne;

Em – Emigracja (żonaci/zamężne);

M – Małżeństwa → grupa wieku mężczyzny, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34;

R – Rozwody → według grupa wieku mężczyzny w dniu wniesienia powództwa, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34;

U – Urodzenia → według płeć dziecka, chłopiec;

Z – Zgony → według grupa wieku, przedziały: 0 dni; 1-27 dni; 28, 29 dni, 11 miesięcy; 1-4 lata; 5-9 lat; 10-14 lat.

Zamierzeniem początkowym było uwzględnienie również w badaniu efektywności gospodarowania ludnością szerszej platformy zmiennych w określeniu efektywności zasobów ludności, a mianowicie liczby zatrudnionych w podstawowych sektorach gospodarki oraz liczby absolwentów różnego poziomu szkół. Po stronie efektów, czyli licznika wzoru na efektywność znalazły się zmienne:

- zatrudnienie-przemysł,
- zatrudnienie-budownictwo,
- bezrobotni,
- migracja-dopływ,
- migracja-odpływ,
- emigracje,
- imigracje.

Natomiast w mianowniku zaproponowano zmienne:

- urodzenia,
- absolwenci (szkoła podstawowa),
- absolwenci (szkoła zawodowa),
- absolwenci (technikum),
- absolwenci (szkoła ogólnokształcąca),
- absolwenci (szkoła policealna),
- dyplomanci (szkoła wyższa),
- małżeństwa,
- separacje orzeczone,
- rozwody,
- zgony.

Ramy niniejszej publikacji nie pozwalają zaprezentować szerszemu ogółowi postępowania związanego z przygotowaniem tak obszernych danych statystycznych wejścia / wyjścia oraz procedury korzystania z programu DEAP. Program ten generuje bowiem wielostronicowe dokładne raporty. Są one pokazane w układzie różnych technik modelowania wyznaczania efektywności i z tego względu jako uproszczone założenia wejściowe przyjęto:

- skorzystanie z Bazy Demografia prowadzonej w Internecie przez GUS,
- jedną zmienną wyjścia tj. migracja (odpływ),
- pięć zmiennych liczbowych wejścia: emigracja, małżeństwa, rozwody, urodzenia, zgony.

⁵⁶⁴ Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.

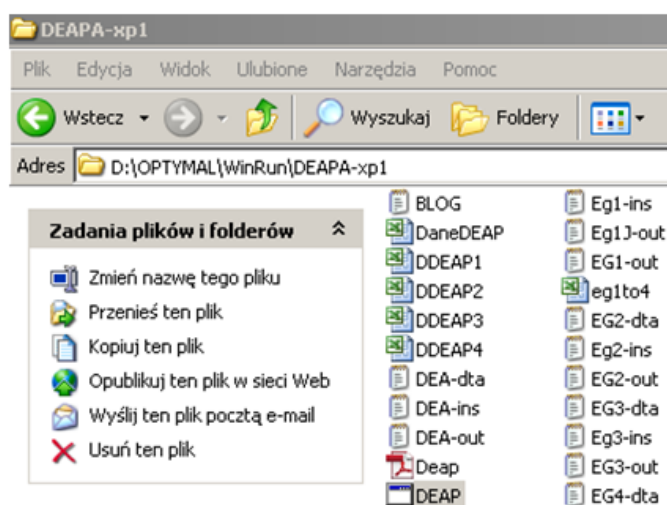
⁵⁶⁵ Wornalkiewicz W., *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznnych*, konferencja „Sytuacja demograficzna jako wyzwanie dla polityki społecznej i gospodarczej na przykładzie miasta Nysa oraz powiatu nyskiego – stan obecny i perspektywy”, Nysa 2018.

Program DEAP wersja 2.1 został napisany w Fortranie, jeszcze pod starym systemem operacyjnym DOS, ale pracuje również pod Windowsem. Wymaga trzech plików tekstowych z kropką dziesiętną dla cyfr wypożyczonych w kolumnach do lewej, a mianowicie pliku danych, pliku sterującego oraz pustego pliku do zapisu raportu, czyli efektu realizacji procedury optymalizacyjnej.

Zaprezentowane w niniejszym materiale rozwiązania jak i sam tytuł mogą prowokować Czytelnika, ale zamierzeniem moim było wskazanie na możliwości implementacji DEAP także do sfery społecznej, a w tym do oceny gospodarowania ludnością określonego powiatu województwa opolskiego w sytuacji wzmożonego procesu migracji i emigracji ludności.

26.2. Dostęp do danych statystycznych

Jak już wspomniałem program DEAP o rozszerzeniu EXE dostępny jest w Internecie i zawiera pliki przykładowe, które można skopiować i przystosować do własnych uwarunkowań zadania decyzyjnego. Zainstalowałem go na ścieżce [D:\OPTYMAL\WinRun\DEAPA-xp1\ (Rycina 26.1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 26.1. Program DEAP i pliki pomocnicze

Widzimy tu omawiany program oraz pliki tekstowe danych np. EG3-dta, instrukcji EG3-ins, plik rezultatu EG3-out o rozszerzeniu txt. Zwróćmy jeszcze uwagę na własności aplikacji programowej DEAP, a mianowicie rozmiar pliku programu (548 kB) i data utworzenia (3.02.2014).

Jak już nadmieniałem DEAP wymaga trzech plików tekstowych, które można utworzyć w także w arkuszu kalkulacyjnym Excel, pamiętając o jego sformatowaniu wyjściowym jako zapisanych wielkości w kolumnach do lewej, użyciu kropki dziesiętnej. Opis programu DEAP występuje w poradniku wydanym przez Uniwersytet w Brisbane w Australii⁵⁶⁶. Opisuje program komputerowy, który został napisany do prowadzenia tzw. analizy zawieraniem DEA dla celów obliczania wydajności produkcji. Coelli zastosował w programie metody opracowane między innymi przez Rolf Fare oraz Shawna Grosskopfa. Jak już wspomniałem program obejmuje dwie opcje odnoszące się do szeregów obserwacji zmiennych wejścia/wyjścia obiektów, z rozróżnieniem bazowania na nakładach czy efektach, a trzecia opcja wykorzystuje dane panelowe, czyli szeregi zmiennych dla obiektów w jednakowych okresach czasowych.

Analiza DEA wiąże się z wykorzystaniem metody programowania liniowego dla określenia efektywności danego obiektu w stosunku do teoretycznego określonego przez program. Uważa się, że metody DEA stanowią nowoczesny sposób pomiaru efektywności, przykładowo zastosowanej określonej technologii w danym przedsiębiorstwie, gdzie możemy wyróżnić wiele oczekiwanych

⁵⁶⁶ Coelli T. J.: *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Papers, Department of Econometrics University of New England, Australia.

efektów oraz występują różne rodzajowo nakłady. Coelli, powołując się na innych autorów zaproponował, aby efektywność firmy składa się z dwóch części:

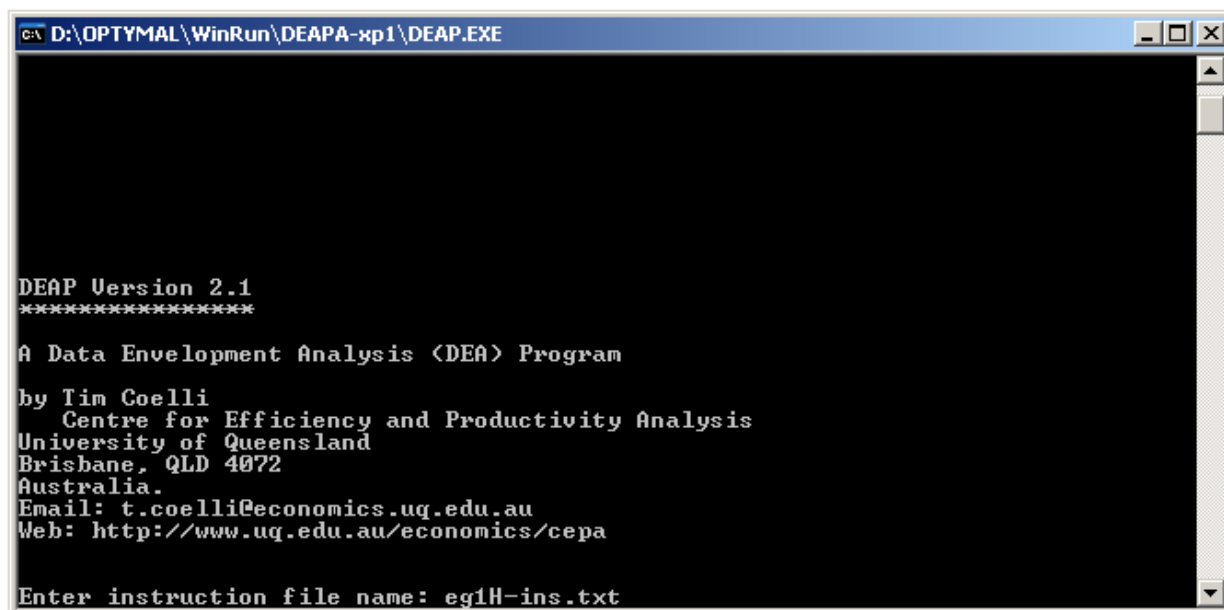
- *sprawności technicznej (skuteczności)*, która jest obrazem zdolności firmy do uzyskania maksymalnego wyjścia z realizacji wymagań podanych w zbiorze danych wejściowych;
- *skuteczności przydziału*, która odzwierciedla zdolność firmy do korzystania z zasobów w optymalnej proporcjach.

Zdaniem autora po uwzględnieniu cen dla zmiennych te dwa sposoby można następnie łączyć w celu uzyskania pomiaru tzw. *wydajności ekonomicznej*.

Po tych rozważaniach, wróćmy do naszego programu. Jak już nadmieniałem, zainstalowałem go z Internetu ze strony: www.une.edu.au/economics/emet//cepa.htm. Najpierw tworzony jest katalog *WinRun* na dysku twardym np. *D:*. Pliki wzorcowe, podręcznik oraz program ściągany jest w postaci skompresowanej z rozszerzeniem *zip* i wymaga następnie „rozpakowania”. Program *DEAP Version 2.1* bazuje on na pliku wsadowym danych wejściowych oraz pliku instrukcji w formacie tekstowym. Uruchomienie programu *DEAP* wymaga jak już wspomniano wcześniejszego rozpakowania (zainstalowania) na dysku następujących zbiorów:

- program *DEAP.EXE*,
- plik startujący *DEAP.000*, który zapamiętuje parametry realizacji programu w celu ich użycia w późniejszym okresie.
- pliki tekstowe danych,
- pliki tekstowe instrukcji,
- pliki wyjściowe.

Uruchomienie programu *DEAP.EXE* następuje poprzez podwójne kliknięcie na jego ikonie, a następnie wpisanie z klawiatury zbioru instrukcji (sterowania) o nazwie użytkownika np. *Eg1H-ins.txt* i naciśnięciu klawisza *ENTER* (zob. Rycina 26.2).



```
C:\D:\OPTYMAL\WinRun\DEAPA-xp1\DEAP.EXE

DEAP Version 2.1
*****

A Data Envelopment Analysis (DEA) Program
by Tim Coelli
  Centre for Efficiency and Productivity Analysis
University of Queensland
Brisbane, QLD 4072
Australia.
Email: t.coelli@economics.uq.edu.au
Web: http://www.uq.edu.au/economics/cepa

Enter instruction file name: eg1H-ins.txt
```

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 26.2. Okno wejściowe program *DEAP*

Jeśli plik danych jest poprawny, a plik wyjścia pusty to generowany jest obszerny raport rezultatu procesu optymalizacji uwzględniający zadany w pliku sterującym model efektywności i wskazane w pliku danych szeregi czasowe lub panelowe zmiennych efektu i nakładów. Zwróćmy uwagę na informacje o autorze programu dotyczącego tzw. analizy zawijania (Data Envelopment Analysis – DEA), czyli wspomnianym już Timie Coelli z Uniwersytetu Queensland w Brisbane w Australii. Dla mimo wszystko pracochłonnego zebrania danych z okresu (2002-2016) skorzystałem z funkcji „Generowanie zestawień” Bazy Demografia dostępnej na stronie: demografia.stat.gov.pl (zob. Rycina 26.3).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 26.3. Okno Bazy Demografia

Postępowanie związane z uzyskaniem szeregów panelowych (czasowo-przestrzennych) dwunastu powiatów województwa opolskiego i piętnastu lat danych statystycznych GUS-u było następujące:

- wybranie zakresu tematycznego (II. RUCH NATURALNY LUDNOŚCI lub III. MIGRACJE LUDNOŚCI);
- wskazanie kolejnego roku np. 2002;
- wybór jednostki terytorialnej, najpierw POLSKA i klikamy na (+) rozwijając listę województw,
- wybieramy opolskie,
- klikamy na jedno z dwunastu powiatów, np. Brzeski.

Wymienione postępowanie obrazują Ryciny 26.4 oraz 26.5.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 26.4. Okno wyboru zakresu tematycznego i roku w Bazie Demografia



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc.26.5. Okno wyboru powiatu w ramach wyboru jednostki terytorialnej Bazy Demografia

26.3. Zamierzenia początkowe i przyjęte założenia

Jak już wspomniałem we wstępie zamierzałem pokazać ustalenie nieefektywności gospodarowania zasobami ludności na szerszej płaszczyźnie zmiennych stanowiących licznik „Efekty” współczynnika efektywności jak i mianownik „Nakłady” w tym samym współczynniku. Zakres danych tego typu wykracza poza Bazę Demografia i część danych musi być pozyskana i zestawiona z roczników statystycznych województwa opolskiego. Można je później zestawić w szeregi panelowe poszczególnych 12. powiatów i okresu czasowego (2002-2016). Było by to aż 15 tablic i taka praca zasługuje na odrębną szerszą publikację. Cechy (zmienne) przyczyn skutku, czyli (*Migracji – odpływ*) przyjęto intuicyjnie i należą do nich: *Emigracja, Małżeństwa, Rozwody, Urodzenia, Zgony*.

Bazując na wcześniejszym moim artykule, dla przejrzystości tego materiału powtórzę, że migracja (odpływ) ludności z określonego powiatu jest funkcją liniową wielowymiarową czynników⁵⁶⁷:

Migracja – odpływ (żonaci/zamężne) = f[*Emigracja* (żonaci/zamężne); *Małżeństwa* (grupa wieku mężczyzny, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34); *Rozwody* (wg grupa wieku mężczyzny w dniu wniesienia powództwa, przedziały: 20-24, 25-29, 30-34); *Urodzenia* (wg płeć dziecka, chłopiec); *Zgony* (wg grupa wieku, przedziały: 0 dni; 1-27 dni; 28, 29 dni, 11 miesięcy; 1-4 lata; 5-9 lat; 10-14 lat)].

Po zastosowaniu funkcji REGLINP Excela dla danych powiatu nyskiego uzyskano model:

$$Mio = 269,4 + 2,079 Em - 0,22 M - 0,37 R + 0,943 U + 0,035 Z$$

przy współczynniku $R^2 \approx 0,7$ wskazującym na w miarę dobre dopasowanie modelu regresji do danych empirycznych.

Zebrane dane panelowe w narastającym układzie lat (2002-2016), a w ramach nich powiatów i występujących dla nich zmiennych (*Mio, Em, M, R, U, Z*) ze względu na obszerność zamieszczono po zakończeniu niniejszego opracowania (zob. Tabela 26.1). Dane panelowe obejmujące (12 x 15 = 180 wierszy zapisano w pliku Dane-DEAP.xls w podkatalogu D:\Artykuł-deap\. Procedura postępowania związana z importem pliku z Excela do podkatalogu (D:\OPTYMAL\WinRun\DEAPA-xp1\) środowiska instalacyjnego programu DEAP.EXE jest następująca⁵⁶⁸:

- skopiowanie skoroszytu;
- pozostawienie w ramach skoroszytu tylko jednego arkusza z danymi;
- usunięcie wiersza nagłówka i formatowania liniami kolumn oraz wierszy;
- zamiana wartości numerycznych na tekstowe poprzez zaznaczenie danych i wywołanie menu *Format/komórka/tekstowe*;
- automatyczna zamiana przecinka w wartościach danych zmiennych na kropkę dziesiętną korzystając z menu *Edycja/zamień*;
- usunięcie kolumn: okresy P, nazwa powiatu, rok;
- przemieszczenie kolumn zmiennych w kolejności najpierw dotyczące efektów później nakładów;
- zapisanie tak przygotowanego zbioru jako kopii z rozszerzeniem *xls*;
- zapisanie zbioru jako tekstowego DOS-a z rozszerzeniem *txt* w wymienionym wcześniej podkatalogu programu DEAP nadając mu nazwę typu eg7-dta.txt.

26.4. Modelowanie ekonometryczne cechy złożonej *Mio*

Nadmieniłem już o opracowaniu w moim wcześniejszym artykule modelu liniowego wielowymiarowego dla powiatu nyskiego, podając tylko jego postać końcowa po estymacji funkcją REGLINP Excela. Jednak mając zgromadzone dane proponuję prześledzić procedurę w tym zakresie na danych statystycznych demograficznych powiatu „Opole – miasto na prawach powiatu” (zob. Tabela 26.2). W tabeli tej skorzystano też z funkcji [=MAX(...)] Excela dla wskazania wartości maksymalnej w danym wierszu (zob. czcionka pogrubiona). Jednak do potrzeb REGLINP wygodniej jest dokonać transpozycji macierzy danych, tak aby szeregi czasowe zmiennych (*Mio, Em, M, R, U, Z*) były ułożone kolumnami.

⁵⁶⁷ Wornalkiewicz W., *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych*, op.cit.

⁵⁶⁸ W opracowaniu zabazowano na niektórych procedurach zamieszczonych w książce: Duczmal M., *Efektywność działania obiektów struktury terytorialnej*, op.cit.

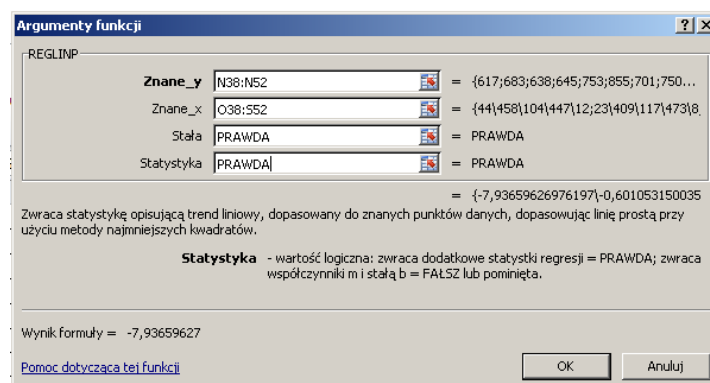
Tab.26.2. Dane demograficzne powiatu „Opole – miasto na prawach powiatu”

Powiat	Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Max
Opole – miasto na prawach powiatu	Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Migracja-odpływ	<i>Mio</i>	617	683	638	645	753	855	701	750	697	686	702	708	549	497	492	855
Emigracja	<i>Em</i>	44	23	26	74	125	81	97	55	37	49	68	80	69	0	9	125
Małżeństwa	<i>M</i>	458	409	439	414	523	537	562	571	500	433	440	428	372	394	362	571
Rozwody	<i>R</i>	104	117	130	135	135	117	103	102	75	74	73	83	89	79	63	135
Urodzenia	<i>U</i>	447	473	496	495	533	492	542	586	612	524	549	515	542	574	607	612
Zgony	<i>Z</i>	12	8	8	11	9	6	10	7	8	4	13	4	6	9	10	13

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych statystycznych w Baza Demografia.

Zaznaczono również pogrubieniem cyfr kolumny okresów (5-8) z dominującą przeważnie wartością danej cechy. Po tej operacji i wywołaniu funkcji REGLINP w oknie dialogowym (Rycina 26.6) wpisujemy przedziały adresów dla:

- zmiennej objaśnianej *Mio*, traktowanej jako *y*;
- macierzy zmiennych objaśniających [*Em M R U Z*];
- deklaracji występowania stałej w modelu ekonometrycznym, poprzez wpisanie „PRAWDA”;
- żądania wygenerowania podstawowej statystyki opisowej, wpisując „PRAWDA”.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 26.6. Okno wskazania argumentów funkcji REGLINP

Omawiana funkcja generuje na wyjściu tabelę 26.3 zawierającą:

- parametry ($a_0 - a_5$), stojące przy poszczególnych zmiennych (*Em - Z*);
- błędy standardowe oszacowania parametrów;
- współczynnik determinacji $R^2 = 0,7728$, jako ocena dobroci dopasowania modelu do danych statystycznych;
- odchylenie standardowe reszt S_e , między wartościami modelowymi a rzeczywistymi;
- statystykę Fishera (*F*), oceniająca na podstawie rozkładu F całość modelu;
- ilość stopni swobody ($iss = n - m - 1 = 15 - 5 - 1 = 9$), gdzie *m* – liczba zmiennych objaśniających;
- ESS – estymowana suma kwadratów,
- RSS – resztowa suma kwadratów;
- #N/D – nie występowanie danych dla danego modelu w tabeli standardowej.

Tab. 26.3. Tabela wygenerowana przez funkcję REGLINP

a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0	Opis
-7,937	-0,601	-0,302	1,0003	0,6216	589,9	parametry
5,8886	0,434	0,9327	0,2966	0,5732	274,04	błąd standardowy
0,7728	57,818	#N/D!	#N/D!	#N/D!	#N/D!	R^2, S_e
6,1219	9	#N/D!	#N/D!	#N/D!	#N/D!	<i>F, iss</i>
102327	30087	#N/D!	#N/D!	#N/D!	#N/D!	ESS, RSS

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Zatem model w postaci ogólnej jest następujący:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5,$$

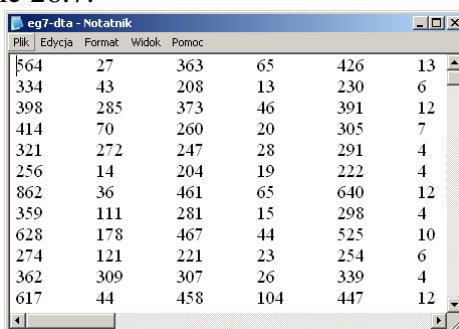
czemu odpowiada:

$$Mio = 589,9 + 0,6216 Em + 1,0003 M - 0,302 R - 0,601 U - 7,9337 Z.$$

Tak więc w powiecie „Opole – miasto na prawach powiatu” na odpływ ludności poza teren mają dodatni wpływ sprzyjające warunki dla udających się na emigrację i liczba zawieranych małżeństw, a ujemny zmienne R , U oraz Z . Oczywiście cecha złożona Mio w sensie nieefektywności technicznej to marnotrawstwo najcenniejszego zasobu aktualnej i potencjalnej siły wytwórczej rozpatrywanego powiatu. W analogiczny sposób możemy określić modele ekonometryczne dla pozostałych powiatów województwa opolskiego.

26.5. Zastosowanie opcji Malmquist

Program DEAP umożliwia przetwarzanie danych statystycznych ułożonych dla zestawu cech (zmiennych) wejścia / wyjścia narastająco według okresów (lat), a następnie narastająco według obiektów zwanych DMU, a w naszym przykładzie reprezentowanych przez powiaty. Plik danych wejściowych panelowych nazwano (eg7-dta.txt), danych sterujących (eg7-ins.txt), a plik pusty oczekujący na rezultaty z optymalizacji ma nazwę użytkownika (eg7-out.txt). Wszystkie te pliki zapisane zostały w środowisku programu DEAP.EXE, a więc na ścieżce: D:\OPTYMAL\WinRun\DEAP-xp1\. Fragment początkowy pliku tekstowego danych wejściowych panelowych pokazano na Rycinie 26.7.



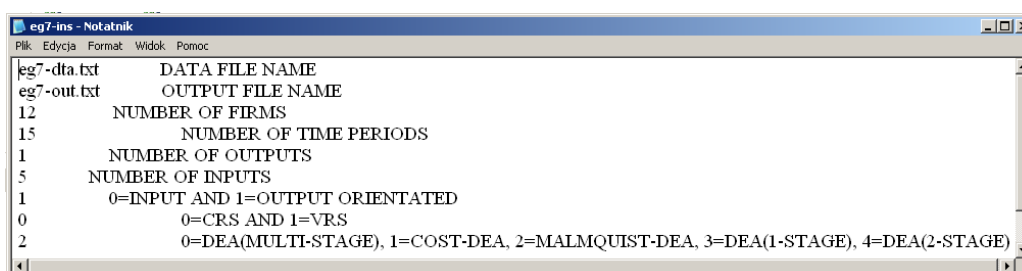
Mio	Em	M	R	U	Z
564	27	363	65	426	13
334	43	208	13	230	6
398	285	373	46	391	12
414	70	260	20	305	7
321	272	247	28	291	4
256	14	204	19	222	4
862	36	461	65	640	12
359	111	281	15	298	4
628	178	467	44	525	10
274	121	221	23	254	6
362	309	307	26	339	4
617	44	458	104	447	12

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 26.7. Dane okresu 1. w ramach pliku (eg7-dta.txt)

W pierwszej kolumnie cyfr jest zmienna Mio , a w kolejnych pięć zmiennych Em , M , R , U , Z . Plik danych sterujących (eg7-ins.txt) zawiera on następujące parametry dla programu DEAP.EXE (zob. Rycina 26.8):

- nazwę pliku wejściowego (DATA FILE NAME);
- nazwę pliku wyjściowego (OUTPUT FILE NAME);
- liczbę powiatów (NUMBER OF FIRM);
- liczbę okresów czasowych – lat (NUMBER OF OUTPUTS);
- liczbę zmiennych wejściowych w mianowniku wzoru na nieefektywność Mio (NUMBER OF INPUTS);
- orientację na wyjście, czyli zmienną Mio ;
- wskazanie na uproszczoną metodę przeprowadzania obliczeń;
- wskazanie sposobu zgromadzonych danych tj. panelowe i realizacja opcją (MALMQUIST-DEA).



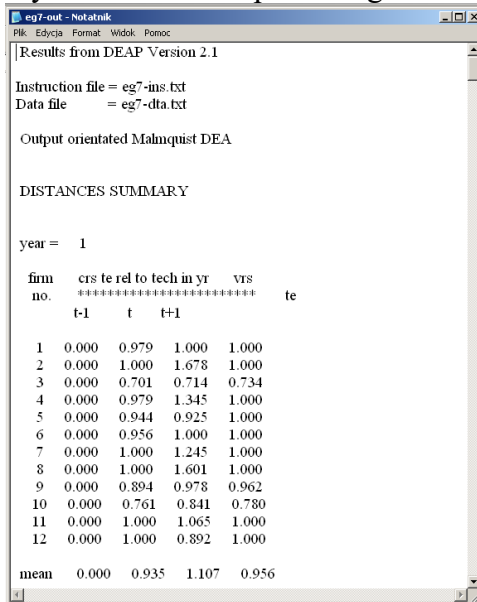
```

eg7-dta.txt      DATA FILE NAME
eg7-out.txt     OUTPUT FILE NAME
12             NUMBER OF FIRMS
15             NUMBER OF TIME PERIODS
1              NUMBER OF OUTPUTS
5              NUMBER OF INPUTS
1              0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED
0              0=CRS AND 1=VRS
2              0=DEA(MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MALMQUIST-DEA, 3=DEA(1-STAGE), 4=DEA(2-STAGE)
    
```

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 26.8. Plik sterujący (eg7-ins.txt)

Po naciśnięciu klawisza „ENTER” zaglądamy do pustego wcześniej pliku rezultatu (eg7-out.txt) i znajdujemy rozwiązanie, którego początek dla roku 1., czyli 2002 pokazano na Rycinie 26.9. Widzimy tu określenie sumarycznych odległości (DISTANCES SUMMARY) poszczególnych efektywności technicznych (TE) powiatów obliczone według metody CRS TE i VRS TE, względem teoretycznie określonej izokwenty jako rozwiązania optymalnego. Dla CRS TE (komputerowo zaznaczonego małymi literami)) występuje oprócz t odniesienie do roku poprzedniego ($t - 1$) oraz następnego ($t + 1$). Na zakończenie fragmentu listy (zob. Rycina 26.9) program wylicza średnie geometryczne dla okresu pierwszego i dwunastu powiatów.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc.26.9. Fragment pliku wyjściowego (eg7-out.txt) dla okresu - roku 1 (2002)

Długa jest lista z wyszczególnieniem (DISTANCES SUMMARY) bo obejmuje specyfikację dla 15. okresów - lat (2002-2016) i z tego powodu pominiemy okresy 2-14 i zobaczymy jeszcze okres 15, czyli rok 2016 i to tylko metodę CRS TE oraz okres bieżący t .

Powiat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Średnia
CRS TE	0,875	1,000	0,786	1,000	0,907	1,000	0,919	1,000	0,932	0,864	1,000	1,000	0,940

W ramach raportu rezultatu z wyszczególnieniem DISTANCE SUMMARY program DEAP.EXE generuje jeszcze:

- zestawienie porównawcze kolejnych lat (2002-2016) w stosunku do roku wcześniejszego nazwane (MALMQUIST INDEX SUMMARY) dla 12. powiatów z rozróżnieniem metod (EFFCH, TECHCH, PECH, SECH, TFPCH), przy czym przedstawienie każdej z tych metod obliczania nieefektywności może stanowić przedmiot odrębnej publikacji;

- zestawienie porównawcze kolejnych lat (2-15) o nazwie (MALMQUIST INDEX SUMMARY OF ANNUAL MEANS) z określeniem na zakończenie listy średniej geometrycznej dla lat i całego okresu, również z rozróżnieniem metod obliczeniowych (EFFCH, TECHCH, PECH, SECH, TFPCH);

- zestawienie sumaryczne oceniające poszczególne powiaty (1-12) nazwane (MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM), dla którego dane odniesione do obliczeń metodą EFFCH są następujące:

Powiat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Średnia geom.
EFFCH	0,992	1,000	1,008	1,002	0,997	1,003	0,994	1,000	1,003	1,009	1,000	1,000	1,001

Na zakończenie tego zestawienia program oblicza również średnie geometryczne wyników dla poszczególnych metod, w tym dla EFFCH. Warto w tym miejscu nadmienić, że dla szeregu szczegółowego średnia geometryczna jest pierwiastkiem n -tego stopnia z iloczynu n wyrazów obserwacji zmiennej X^{569} :

⁵⁶⁹ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Część I, *Środowiska programowe statystyki opisowej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

$$G_x = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

Sprawdźmy to na przykładzie średniej geometrycznej obliczonej dla indeksu Malmquist dla 12. powiatów województwa opolskiego stosując funkcję potęgi ($1/n = 1/12$):

$$= \text{POTĘGA}(1,007893167; 1/12) \approx 1,001$$

przy czym na podstawie (MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS) - zob. wcześniejsze wyszczególnienie: $1,007893167 = 0,992 \cdot 1 \cdot 1,008 \cdot 1,002 \cdot 0,997 \cdot 1,003 \cdot 0,994 \cdot 1 \cdot 1,003 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$

Korzystając z wygenerowanego pliku rezultatu (ef7-out.txt) w Tabeli 26.4. wyszczególniono posortowane malejąco współczynniki efektywności technicznej według metody EFFCH bieżącego okresu do współczynników okresu wcześniejszego (rozpoczynające od okresu drugiego). Jak już wspomniałem pełny raport rezultatu oprócz EFFCH obejmuje także inne współczynniki, a mianowicie: TECHCH, PECH, SECH, TFPCH, jak już nadmieniałem zwane też modelami lub sposobami wyznaczania efektywności.

Tab. 26.4. Średnie geometryczne roczne dla powiatów
(MALMQUIST INDEX SUMMARY OF ANNUAL MEANS)

Rok	11	15	7	14	5	3	9	6	12	4	2	8	13	10
Oznaczenie	2012	2016	2008	2015	2006	2004	2010	2007	2013	2005	2003	2009	2014	2011
EFFCH	1,130	1,081	1,060	1,057	1,050	1,038	0,996	0,987	0,982	0,956	0,954	0,953	0,913	0,880

Źródło: Opracowanie własne w programie DEAP.

Raport w układzie poszczególnych powiatów obejmuje współczynniki nieefektywności (EFFCH, TECHCH, PECH, SECH, TFPCH). W załączonej Tabeli 26.5 pokazano tylko EFFCH, będące współczynnikami nieefektywności technicznej, posortowane malejąco jako średnie geometryczne dla poszczególnych 12. powiatów.

Tab.26.5. Średnie geometryczne dla powiatów
(MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS)

Powiat	Nazwa	EFFCH
10	Prudnicki	1,009
3	Kędzierzyńsko-kozielski	1,008
6	Namysłowski	1,003
9	Opolski	1,003
4	Kluczborski	1,002
2	Głubczycki	1,000
8	Oleski	1,000
11	Strzelecki	1,000
12	Opole - miasto na prawach powiatu	1,000
5	Krapkowicki	0,997
7	Nyski	0,994
1	Brzeski	0,992

Źródło: Opracowanie własne w programie DEAP.

W raporcie rezultatu znajdujemy też w ramach roku 15. (2016) współczynniki nieefektywności odniesione do bieżących okresów t według modeli CRS TE oraz VRS TE. Pełny raport obejmuje ponadto dla modelu CRS TE również okresy $(t - 1)$ oraz $(t + 1)$.

Powiat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Średnia
CRS TE	0,875	1,000	0,786	1,000	0,907	1,000	0,919	1,000	0,932	0,864	1,000	1,000	0,940
VRS TE	1,000	1,000	0,825	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,867	1,000	1,000	0,974

Wygenerowany raport rezultatu w obszarze dystansu odległości (DISTANCE SUMMARY) umożliwił zestawienie – zwane indeksem dla okresu t w układzie rosnącym współczynników CRS TE oraz VRS TE dla roku 2016:

Powiat	3	10	1	5	7	9	2	4	6	8	11	12
CRS TE	0,786	0,864	0,875	0,907	0,919	0,932	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Powiat	3	10	1	2	4	5	6	7	8	9	11	12
VRS TE	0,825	0,867	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Warto w tym miejscu skupić uwagę na interpretacje graficzną współczynników ogólnie nazwanych CRS DEA i VRS DEA. W tym celu dla okresu 15. (2016) najpierw obliczymy współczynniki korelacji (R) między zmienną objaśnianą Mio , a zmiennymi objaśniającymi (Em , M , R , U , Z), korzystając z funkcji Excela: =WSP.KORELACJI(\$C\$2:\$C\$13;D2:D13).

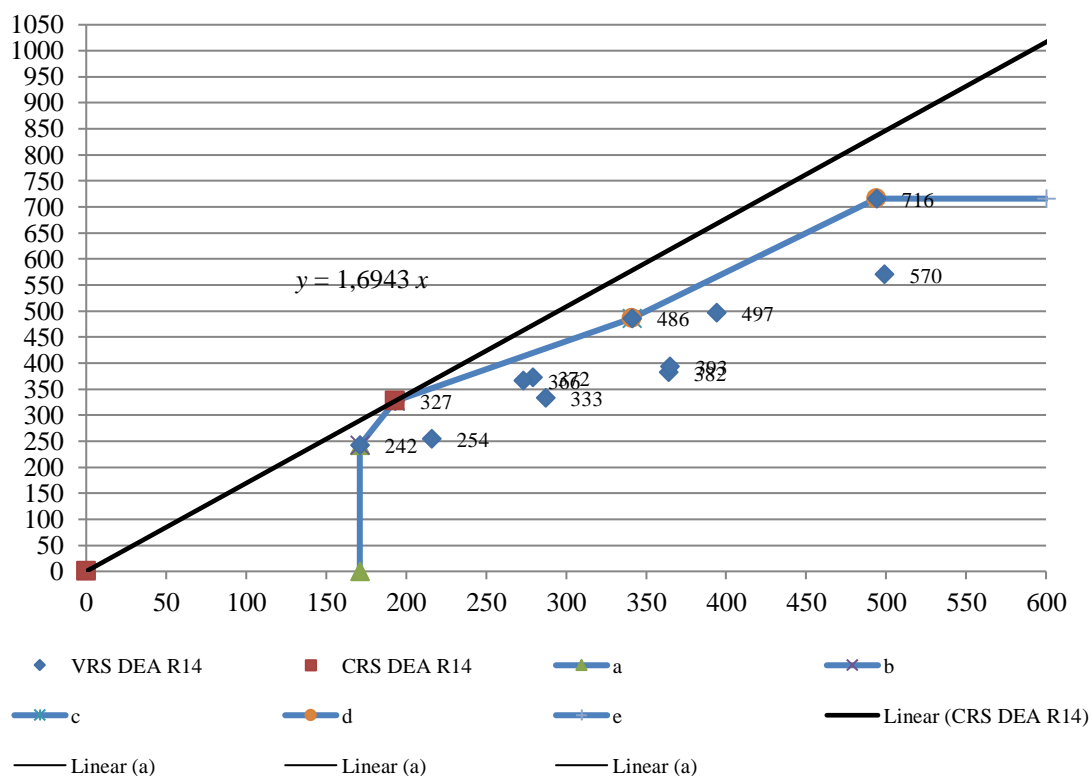
K	L	M	N	O	P
	Em	M	R	U	Z
Mio	0,29	0,88	0,82	0,87	0,77

Widzimy, że najwyższy $R = 0,88$ ma relacja ($Mio \rightarrow M$). W kolejności naszego działania, w wyniku testowania przykładowych okresów 13, 14, 15 okazało się, że najlepsze zobrazowanie graficzne uproszczonych izokwant zwanych według metod CRS DEA i VRS DEA występuje dla okresu 14 (zob. Rycina 26.10).

Na osi odciętej jako x występuje zmienna M , a na osi rzędnej jako y wartości Mio . Linia łamana odcinkowa obrazująca kształtowanie się współczynnika według VSE DEA łączy skrajne punkty wyznaczone przez współrzędne (x , y). Linie pomocnicze (a-e) wyznaczono korzystając z wartości:

x	171	171	193	341	494	600
y	0	242	327	486	716	716

Linie regresji $y = 1,6943 x$ wyznaczono w Excelu jako łącząca punkty: (0, 0); (327 193).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc.26.10. Interpretacja graficzna budowy uproszczonych izokwant metod CRS DEA i VRS DEA dla okresu 14.

26.6. Sugestia wyznaczenia wag znaczeń społecznych

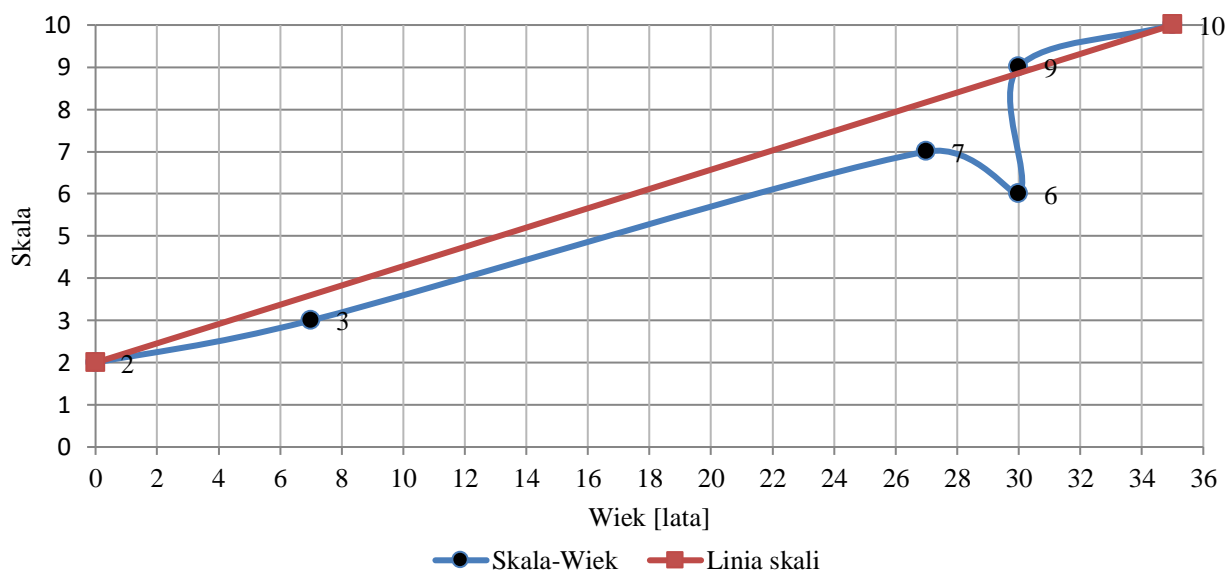
Przyjmijmy „znaczenie społeczne” cech w skali (1:10). Przyjęcie dla wszystkich obiektów – powiatów jednakowych wartości znaczeń (wag, które mogą być cenami jednostkowych) nie wpływa na zmianę ustawienia indeksu np. EFFCH (MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS). Zachodzi zatem potrzeba ich rozróżnienia dla poszczególnych powiatów zapisując je po zmiennych oraz stosując model (COST – CRS DEA), czyli standardowo zwany efektywność kosztów:

Cecha	U	Z	M	R	Em	Ems
y	2	3	7	6	9	10
x	0	7	27	30	30	35

gdzie:

y – skala [1-10], x – wiek [lata], Ems – emigracja na stałe (założenie teoretyczne).

Podane założenie możemy przedstawić ogólnie na wykresie (zob. Rycina 26.11) w zależności od przyjętego intuicyjnie wieku osoby w ramach danej cechy pobranej ze zbioru danych statystycznych *Baza Demografia*. Dla urodzeń chłopców wiek jest zero, a waga 2, zgony dotyczą chłopców w wieku (0-14), przyjęto wiec 7 z wagą 3. Wiek zawieranych małżeństw (przedział: 20-34) dla celów testowania opcji (COST – CRS DEA) programu DEAP przyjęto 27. Natomiast wiek rozwiedzionych (zamężnych/zamężne) oraz wyjeżdżających na emigrację około 30. Skalę 10 zarezerwowano dla tych, którzy wyjeżdżają na stałe na emigrację przy około 30 latach.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc.26.11. Zobrazowanie graficzne skali od wieku dla zmiennych: U, Z, M, R, Em i Ems

Dla rozróżnienia poszczególnych powiatów rozpatrzmy przykład dla roku 2016 przy dwunastu powiatach, zmiennych (Mio , Em , M , R , U , Z) i rozwiązując zagadnienie klasyfikacji opcją (COST – CRS DEA). Dla celu niniejszego opracowania wprowadźmy pojęcie „znaczenie informacyjne”, dające analogie do standardowej w DEAP „ceny informacyjnej” dla cech (zmiennych), dążąc do wyznaczenia wag:

$$w = \text{skala} \times (\text{wartość cechy} / \text{suma cechy dla okresu}).$$

Przykładowo dla powiatu brzeskiego, zmiennej Em i skali 9, obliczone znaczenie społeczne będzie następujące (zob. komórka H3 na Rycinie 26.12):

$$w_b = \text{skala} \times (Em / \text{Suma } Em) = 9 \times (18 / 415) = 0,39.$$

Pełny efekt naszej pracy w Excelu dla poszczególnych powiatów województwa opolskiego i roku 2016 przedstawiono na Rycinie 26.12.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		Cecha	Em	M	R	U	Z					
2	Nazwa powiatu	Skala (S)	9	7	6	2	3	S (Em/Suma)	S (M/Su)	S (R/Su)	S (U/Su)	S (Z/Su)
3	Brzeski	1	18	325	50	403	5	0,39	0,61	0,68	0,18	0,30
4	Głubczycki	2	9	171	26	198	0	0,20	0,32	0,36	0,09	0,00
5	Kędzierzynsko-kozielski	3	74	322	35	395	6	1,60	0,61	0,48	0,18	0,36
6	Kluczborski	4	7	279	25	306	5	0,15	0,53	0,34	0,14	0,30
7	Krapkowicki	5	38	248	24	273	3	0,82	0,47	0,33	0,12	0,18
8	Namysłowski	6	3	159	33	231	1	0,07	0,30	0,45	0,10	0,06
9	Nyski	7	39	512	62	563	6	0,85	0,97	0,85	0,25	0,36
10	Oleski	8	16	293	30	289	0	0,35	0,55	0,41	0,13	0,00
11	Opolski	9	70	526	41	558	8	1,52	0,99	0,56	0,25	0,48
12	Prudnicki	10	23	200	26	240	2	0,50	0,38	0,36	0,11	0,12
13	Strzelecki	11	109	306	23	366	4	2,36	0,58	0,32	0,17	0,24
14	Opole - miasto na prawach powiatu	12	9	362	63	607	10	0,20	0,68	0,86	0,27	0,60
15		Suma (Su)	415	3703	438	4429	50	9,00	7,00	6,00	2,00	3,00

Źródło: Opracowanie własne w Excelu..

Ryc. 26.12. Obliczenie wag (znień społecznych) dla zmiennych objaśniających

Przystępujemy teraz do przygotowania plików tekstowych do realizacji opcji (COST – CRS DEA). W tym celu rozszerzamy plik (eg7-dta.txt) o „ceny informacyjne”, czyli nasze znaczenia społeczne, zapisane odpowiednio w kolumnach obok szeregów cech (*Mio*, *Em*, *M*, *R*, *U*, *Z*) i nadajemy plikowi nazwę (eg8-dta.txt) – zob. Rycina 26.13.

459	18	325	50	403	5	0.39	0.61	0.68	0.18	0.30
276	9	171	26	198	0	0.20	0.32	0.36	0.09	0.00
352	74	322	35	395	6	1.60	0.61	0.48	0.18	0.36
353	7	279	25	306	5	0.15	0.53	0.34	0.14	0.30
292	38	248	24	273	3	0.82	0.47	0.33	0.12	0.18
208	3	159	33	231	1	0.07	0.30	0.45	0.10	0.06
670	39	512	62	563	6	0.85	0.97	0.85	0.25	0.36
370	16	293	30	289	0	0.35	0.55	0.41	0.13	0.00
565	70	526	41	558	8	1.52	0.99	0.56	0.25	0.48
259	23	200	26	240	2	0.50	0.38	0.36	0.11	0.12
373	109	306	23	366	4	2.36	0.58	0.32	0.17	0.24
492	9	362	63	607	10	0.20	0.68	0.86	0.27	0.60

Źródło: Opracowanie własne w Excelu..

Ryc.26.13. Plik wejściowy tekstowy z kropką dziesiętną do realizacji opcją (COST – CRS DEA)

W kolejności tworzymy plik sterujący (eg8-ins.txt) – zob. Rycina 26.14 oraz inicjujemy jako pusty plik wyjściowy, czyli rezultatu (eg8-out.txt).

```

eg8-dta.txt      DATA FILE NAME
eg8-out.txt     OUTPUT FILE NAME
12              NUMBER OF FIRMS
1               NUMBER OF TIME PERIODS
1               NUMBER OF OUTPUTS
5               NUMBER OF INPUTS
1               0=INPUT AND 1=OUTPUT ORIENTATED
0               0=CRS AND 1=VRS
1               0=DEA(MULTI-STAGE), 1=COST-DEA, 2=MAJ

```

Źródło: Opracowanie własne w Excelu..

Ryc. 36.14. Plik sterujący do opcji (COST – CRS DEA)

Po naciśnięciu klawisza „ENTER” w pliku wyjściowym pojawia się bardzo obszerne wyszczególnienie obliczenia współczynników nieefektywności, z którego zademonstrowano tylko

fragment w układzie sumarycznym, dotyczącym poszczególnych powiatów województwa opolskiego. Program DEAP zestawia tu trzy typy nieefektywności (zob. Rycina 26.15):

- CRS TE – nieefektywność techniczna według modelu CRS,
- CRS AE – nieefektywność alokacji (CRS CE/CRS TE),
- CRS CE – nieefektywność według skali – ceny informacyjnej (kosztowej).

Przykładowo dla powiatu 1. $CRS AE = 0,855/0,875 = 0,977$.

Tab. 26.6. Fragment pliku (eg8-out.txt) nieefektywność gospodarowania zasobami ludności w powiatach województwa opolskiego

Powiat	CRS TE	CRS AE	CRS CE
1	0.875	0.977	0.855
2	1.000	1.000	1.000
3	0.786	0.669	0.526
4	1.000	0.815	0.815
5	0.907	0.741	0.672
6	1.000	0.732	0.732
7	0.919	0.893	0.820
8	1.000	0.000	0.000
9	0.932	0.684	0.637
10	0.864	0.885	0.765
11	1.000	0.434	0.434
12	1.000	0.732	0.732
Średnia:	0.940	0.714	0.666

Źródło: Opracowanie własne w programie DEAP.

26.7. Zagadnienia

1. Nieefektywność gospodarowania
2. Program DEAP
3. Opcja CRS
4. Opcja VRS
5. Opcja COST
6. Opcja MALMQUIST
7. Metoda DEA
8. Jednostki decyzyjne
9. Jednostki terytorialne
10. Modelowanie ekonometryczne cechy *Migracja*

* * *

Posługiwanie się programem DEAP w wersji 2.1 wymaga znajomości metod modelowania obliczeń różnych współczynników oraz przyjętych uproszczeń w wyznaczaniu rozwiązań zbliżonych do teoretycznie optymalnych. Zamierzeniem moim było zachęcenie Czytelnika do głębszego spenetrowania opcji tego programu.

Ponadto zachęcam do coraz szerszego stosowania DEAP do nowych obszarów branżowych klasyfikowania obiektów, przy dążeniu do określenia efektywności, czy też nieefektywności ich działania w przedziale czasowym. W przedstawionym opracowaniu celowo nie podjęto się interpretacji zamieszczonych współczynników, aby zachęcić do tego innych badaczy.

Tab. 26.1. Baza danych panelowych do oceny nieefektywności gospodarowania zasobami ludności powiatów województwa opolskiego

Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
1	1	564	27	363	65	426	13	Brzeski	2002
1	2	334	43	208	13	230	6	Głubczycki	2002
1	3	398	285	373	46	391	12	Kędzierzyńsko-kozielski	2002

1	4	414	70	260	20	305	7	Kluczborski	2002
1	5	321	272	247	28	291	4	Krapkowicki	2002
1	6	256	14	204	19	222	4	Namysłowski	2002
1	7	862	36	461	65	640	12	Nyski	2002
1	8	359	111	281	15	298	4	Oleski	2002
1	9	628	178	467	44	525	10	Opolski	2002
1	10	274	121	221	23	254	6	Prudnicki	2002
1	11	362	309	307	26	339	4	Strzelecki	2002
1	12	617	44	458	104	447	12	Opole - miasto na prawach powiatu	2002
2	1	500	17	379	66	448	3	Brzeski	2003
2	2	255	75	220	19	201	4	Głubczycki	2003
2	3	427	230	378	72	409	11	Kędzierzyńsko-kozielski	2003
2	4	321	54	251	31	302	5	Kluczborski	2003
2	5	311	207	263	29	296	2	Krapkowicki	2003
2	6	287	17	195	20	182	4	Namysłowski	2003
2	7	786	24	601	77	608	6	Nyski	2003
2	8	323	109	273	20	269	8	Oleski	2003
2	9	552	291	507	49	482	9	Opolski	2003
2	10	233	155	243	38	237	5	Prudnicki	2003
2	11	349	244	332	30	315	7	Strzelecki	2003
2	12	683	23	409	117	473	8	Opole - miasto na prawach powiatu	2003
3	1	475	9	371	65	457	6	Brzeski	2004
3	2	326	34	197	25	239	4	Głubczycki	2004
3	3	418	201	373	80	405	5	Kędzierzyńsko-kozielski	2004
3	4	354	45	306	42	299	4	Kluczborski	2004
3	5	322	150	245	43	275	5	Krapkowicki	2004
3	6	260	13	218	25	201	1	Namysłowski	2004
3	7	768	13	564	95	628	11	Nyski	2004
3	8	323	91	256	25	244	4	Oleski	2004
3	9	636	308	451	48	484	3	Opolski	2004
3	10	319	102	220	30	270	5	Prudnicki	2004
3	11	326	257	312	46	325	5	Strzelecki	2004
3	12	638	26	439	130	496	8	Opole - miasto na prawach powiatu	2004
4	1	519	14	382	74	454	7	Brzeski	2005
Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
4	2	324	29	233	22	217	6	Głubczycki	2005
4	3	367	262	421	88	430	10	Kędzierzyńsko-kozielski	2005
4	4	372	67	289	39	283	2	Kluczborski	2005
4	5	316	211	302	50	296	5	Krapkowicki	2005
4	6	244	11	226	37	215	1	Namysłowski	2005
4	7	702	30	590	122	605	8	Nyski	2005
4	8	320	156	312	34	284	5	Oleski	2005
4	9	581	264	537	66	489	16	Opolski	2005
4	10	250	110	245	31	248	4	Prudnicki	2005
4	11	365	215	325	40	312	1	Strzelecki	2005

4	12	645	74	414	135	495	11	Opole - miasto na prawach powiatu	2005
5	1	654	79	451	78	476	13	Brzeski	2006
5	2	333	34	268	28	225	3	Głubczycki	2006
5	3	399	213	469	93	419	7	Kędzierzyńsko-kozielski	2006
5	4	431	91	363	57	302	5	Kluczborski	2006
5	5	355	128	264	65	284	7	Krapkowicki	2006
5	6	296	30	239	26	221	1	Namysłowski	2006
5	7	963	131	695	144	613	12	Nyski	2006
5	8	403	136	317	35	277	3	Oleski	2006
5	9	648	299	540	86	515	7	Opolski	2006
5	10	322	147	271	43	256	1	Prudnicki	2006
5	11	369	301	355	39	325	4	Strzelecki	2006
5	12	753	125	523	135	533	9	Opole - miasto na prawach powiatu	2006
6	1	683	44	516	80	479	11	Brzeski	2007
6	2	377	29	280	26	200	6	Głubczycki	2007
6	3	477	231	451	80	411	6	Kędzierzyńsko-kozielski	2007
6	4	496	78	289	41	320	4	Kluczborski	2007
6	5	408	155	308	42	262	6	Krapkowicki	2007
6	6	323	26	244	22	204	5	Namysłowski	2007
6	7	882	104	755	101	635	10	Nyski	2007
6	8	441	441	339	35	298	3	Oleski	2007
6	9	702	295	521	57	503	3	Opolski	2007
6	10	329	169	253	41	264	3	Prudnicki	2007
6	11	435	287	388	41	332	6	Strzelecki	2007
6	12	855	81	537	117	492	6	Opole - miasto na prawach powiatu	2007
7	1	587	33	578	54	546	7	Brzeski	2008
7	2	315	43	278	26	263	4	Głubczycki	2008
7	3	406	178	469	60	457	3	Kędzierzyńsko-kozielski	2008
7	4	377	135	356	43	275	6	Kluczborski	2008
Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
7	5	308	123	324	46	273	9	Krapkowicki	2008
7	6	269	14	317	28	249	4	Namysłowski	2008
7	7	867	100	801	81	666	19	Nyski	2008
7	8	373	101	324	27	283	4	Oleski	2008
7	9	632	238	606	67	582	12	Opolski	2008
7	10	280	111	287	32	261	3	Prudnicki	2008
7	11	377	253	365	39	293	4	Strzelecki	2008
7	12	701	97	562	103	542	10	Opole - miasto na prawach powiatu	2008
8	1	575	28	442	65	528	5	Brzeski	2009
8	2	350	25	293	21	235	6	Głubczycki	2009
8	3	428	111	462	65	440	6	Kędzierzyńsko-kozielski	2009
8	4	423	60	347	41	332	1	Kluczborski	2009
8	5	357	66	333	45	291	9	Krapkowicki	2009
8	6	300	20	247	33	241	3	Namysłowski	2009
8	7	812	41	758	68	689	17	Nyski	2009
8	8	370	61	332	26	399	6	Oleski	2009

8	9	640	141	606	68	558	3	Opolski	2009
8	10	308	79	277	29	284	5	Prudnicki	2009
8	11	370	147	365	36	340	9	Strzelecki	2009
8	12	750	55	571	102	586	7	Opole - miasto na prawach powiatu	2009
9	1	596	30	440	66	479	6	Brzeski	2010
9	2	349	22	264	29	240	2	Głubczycki	2010
9	3	401	104	403	62	422	8	Kędzierzyńsko-kozielski	2010
9	4	391	33	310	40	359	2	Kluczborski	2010
9	5	388	69	308	40	277	4	Krapkowicki	2010
9	6	296	16	215	17	226	1	Namysłowski	2010
9	7	881	48	679	67	668	10	Nyski	2010
9	8	422	48	348	26	513	6	Oleski	2010
9	9	691	98	621	56	597	2	Opolski	2010
9	10	283	68	284	28	270	8	Prudnicki	2010
9	11	409	144	377	36	356	5	Strzelecki	2010
9	12	697	37	500	75	612	8	Opole - miasto na prawach powiatu	2010
10	1	606	25	388	58	465	7	Brzeski	2011
10	2	383	28	222	21	200	1	Głubczycki	2011
10	3	427	134	386	62	376	4	Kędzierzyńsko-kozielski	2011
10	4	394	48	287	32	277	2	Kluczborski	2011
10	5	319	108	290	31	287	3	Krapkowicki	2011
10	6	291	12	201	32	216	2	Namysłowski	2011
10	7	764	65	610	101	652	9	Nyski	2011
Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
10	8	390	60	341	29	283	1	Oleski	2011
10	9	638	163	575	85	568	5	Opolski	2011
10	10	283	89	267	21	272	3	Prudnicki	2011
10	11	416	155	347	45	296	3	Strzelecki	2011
10	12	686	49	433	74	524	4	Opole - miasto na prawach powiatu	2011
11	1	514	35	399	68	472	6	Brzeski	2012
11	2	327	22	239	22	211	3	Głubczycki	2012
11	3	442	114	416	55	431	5	Kędzierzyńsko-kozielski	2012
11	4	383	74	324	43	307	7	Kluczborski	2012
11	5	355	102	293	37	274	2	Krapkowicki	2012
11	6	263	14	186	23	221	3	Namysłowski	2012
11	7	770	49	622	85	617	6	Nyski	2012
11	8	380	70	319	16	316	3	Oleski	2012
11	9	611	170	533	60	599	8	Opolski	2012
11	10	305	43	232	25	266	3	Prudnicki	2012
11	11	385	130	370	44	366	8	Strzelecki	2012
11	12	702	68	440	73	549	13	Opole - miasto na prawach powiatu	2012
12	1	589	57	316	61	416	6	Brzeski	2013
12	2	366	41	191	33	219	2	Głubczycki	2013
12	3	447	132	367	65	381	1	Kędzierzyńsko-kozielski	2013
12	4	357	75	264	43	287	6	Kluczborski	2013
12	5	319	95	258	36	294	8	Krapkowicki	2013

12	6	322	19	177	35	188	3	Namysłowski	2013
12	7	855	93	541	69	527	5	Nyski	2013
12	8	417	81	280	22	294	3	Oleski	2013
12	9	652	240	481	57	581	6	Opolski	2013
12	10	309	68	203	32	234	2	Prudnicki	2013
12	11	411	202	307	38	366	8	Strzelecki	2013
12	12	708	80	428	83	515	4	Opole - miasto na prawach powiatu	2013
13	1	500	54	338	68	410	8	Brzeski	2014
13	2	354	28	220	27	189	2	Głubczycki	2014
13	3	378	123	356	44	430	5	Kędzierzyńsko-kozielski	2014
13	4	361	43	269	43	306	5	Kluczborski	2014
13	5	332	74	255	30	285	2	Krapkowicki	2014
13	6	295	33	156	23	184	3	Namysłowski	2014
13	7	797	69	515	83	585	9	Nyski	2014
13	8	412	62	284	22	318	2	Oleski	2014
13	9	596	183	515	52	558	7	Opolski	2014
13	10	268	42	225	29	272	5	Prudnicki	2014
Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
13	11	358	140	343	37	355	3	Strzelecki	2014
13	12	549	69	372	89	542	6	Opole - miasto na prawach powiatu	2014
14	1	486	0	341	69	429	3	Brzeski	2015
14	2	327	0	193	27	189	2	Głubczycki	2015
14	3	382	0	364	52	425	6	Kędzierzyńsko-kozielski	2015
14	4	372	0	279	37	296	5	Kluczborski	2015
14	5	333	0	287	30	273	2	Krapkowicki	2015
14	6	242	0	171	32	192	3	Namysłowski	2015
14	7	716	54	494	69	493	5	Nyski	2015
14	8	366	0	273	31	288	4	Oleski	2015
14	9	570	0	499	61	600	8	Opolski	2015
14	10	254	0	216	19	249	3	Prudnicki	2015
14	11	393	0	365	43	366	2	Strzelecki	2015
14	12	497	0	394	79	574	9	Opole - miasto na prawach powiatu	2015
15	1	459	18	325	50	403	5	Brzeski	2016
15	2	276	9	171	26	198	0	Głubczycki	2016
15	3	352	74	322	35	395	6	Kędzierzyńsko-kozielski	2016
15	4	353	7	279	25	306	5	Kluczborski	2016
15	5	292	38	248	24	273	3	Krapkowicki	2016
15	6	208	3	159	33	231	1	Namysłowski	2016
15	7	670	39	512	62	563	6	Nyski	2016
15	8	370	16	293	30	289	0	Oleski	2016
15	9	565	70	526	41	558	8	Opolski	2016
15	10	259	23	200	26	240	2	Prudnicki	2016
15	11	373	109	306	23	366	4	Strzelecki	2016
15	12	492	9	362	63	607	10	Opole - miasto na prawach powiatu	2016

Zródło: Opracowanie własne w Excelu.

27. Zastosowanie taksonomii wrocławskiej

27.1. Wstęp

Zagadnienie podziału określonej zbiorowości na grupy według podobieństwa kilku cech (zmiennych) jest tematem wielu publikacji. Jednakże dla celów dydaktycznych stanowią one skróty pewnych badań i z tego względu zawierają dość dużo niedomówień. Z tego powodu w niniejszym materiale podjęto się szczegółowego przedstawienia zastosowania taksonomii wrocławskiej z użyciem to tego funkcjonalności arkusza kalkulacyjnego Excel.

Zabazowano na danych statystycznych zebranych na etapie modelowania ekonometrycznego liniowego produktu krajowego brutto 45 podregionów Polski⁵⁷⁰. Są to dane panelowe, czyli czasowo-przekrojowe, gdyż obejmują lata 2000-2006, a w ramach tych lat rozpatrywanych jest 11 następujących cech statystycznych.

- X_1 – ludność na 1 km² powierzchni ogólnej,
- X_2 – przyrost naturalny na 1000 ludności,
- X_3 – saldo migracji wewnętrznych i zagranicznych na pobyt stały (na 1000 ludności),
- X_4 – przestępstwa stwierdzone na 1000 ludności,
- X_5 – pracujący w tys. (rolnictwo, łowiectwo i leśnictwo, rybactwo),
- X_6 – pracujący w tys. (przemysł i budownictwo),
- X_7 – pracujący w tys. (usługi rynkowe i nierynkowe),
- X_8 – bezrobotni zarejestrowani ogółem w tys.,
- X_9 – mieszkania oddane do użytkowania na 1000 ludności,
- X_{10} – miejsca noclegowe w turystycznych obiektach zbiorowego zakwaterowania w tys.,
- X_{11} – użycie rolne w tys. ha w roku poprzednim.

Stanowią one zmienne objaśniające zmiennej objaśnianej Y (produktu krajowego brutto na 1 mieszkańca w cenach bieżących w roku poprzednim w zł.). Produkt krajowy brutto jest końcowym rezultatem wszystkich podmiotów gospodarki narodowej i równa się sumie wartości dodanej brutto wszystkich sektorów własności oraz sektorów instytucjonalnych powiększonej o podatki od przedmiotów i pomniejszonej o dotacje do produktów⁵⁷¹. Produkt krajowy zarówno brutto jak i netto liczony jest w cenach rynkowych (bieżących). Obecnie dla celów sprawozdawczych występuje 6 regionów grupujących określone województwa oraz 45 podregionów obejmujących jednostki szczebla powiatowego. Nomenklatura jednostek terytorialnych dla celów statystycznych odpowiada nomenklaturze w Unii Europejskiej. W przykładowym zestawieniu statystycznym *Podstawowe dane o regionach w roku* występują 22 kolumny z informacjami charakteryzującymi nie tylko poszczególne regiony, lecz również w ramach nich podregiony. Spośród tych informacji wybrano takie które tworzą szeregi o długości siedmiu okresów (lata 2000-2006) zmiennych egzogenicznych (objaśniających). Dane czasowo-przekrojowe dotyczące podregionów dostępne są w rocznikach statystycznych lat 2000-2007.

27.2. Przygotowanie danych testowych

Szeregi panelowe zmiennych X_1 - X_{11} w latach 2000-2006 (zapisane w pliku *Dane.xls* na dysku D:) były podstawą opracowania liniowego produktu krajowego brutto. Pobrano je z następujących tabel roczników statystycznych:

- wybrane dane o podregionach (lata 2000-2003),
- podstawowe dane o regionach (lata 2004-2007).

Dla celu przedstawienia procedury taksonomii wrocławskiej wystarczyło wybrać tylko jeden rok i dlatego przykładowo przyjęto rok 2006, zapisując go w skoroszycie wieloarkuszowym – pliku *Tabele pomocnicze-1.xls*. Poszczególne podregiony i wartości zmiennych pokazano w Tabeli 27.1.

⁵⁷⁰ Wornalkiewicz W., *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013, rozdział 7. *Etapy i procedury budowy modelu produktu brutto podregionów*.

⁵⁷¹ Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2007. Dział: Rachunki narodowe.

Tab. 27.1. Zmienne objaśniające (rok 2006)

Lp.	Podregion	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
1	łódzki	107,0	-2,5	0,5	256,0	93,5	76,5	82,5	65,3	1,8	4,7	552,7
2	piotrkowsko-skierniewicki	94,7	-0,8	-1,8	257,0	96,2	73,7	82,9	56,7	2,3	7,5	514,2
3	miasto Łódź	2593,0	-6,5	-2,4	434,0	2,1	60,9	147,9	38,7	1,6	3,6	19,2
4	ciechanowsko-płocki	80,5	0,1	-1,9	273,0	65,9	46,5	64,4	51,9	2,8	3,0	507,4
5	ostrołęcko-siedlecki	62,0	0,5	-2,8	300,0	103,6	37,2	67,0	53,2	1,9	4,9	714,3
6	warszawski	168,0	0,8	9,2	352,0	66,9	90,5	141,7	57,1	6,4	5,0	420,8
7	radomski	104,0	0,2	-2,6	309,0	79,3	39,5	64,5	73,9	2,2	2,9	375,7
8	miasto Warszawa	3291,0	-0,6	4,8	466,0	4,4	143,6	630,1	49,4	8,1	21,0	117,5
9	krakowsko-tarnowski	190,0	0,4	0,9	277,0	105,0	91,3	119,7	63,3	2,4	5,9	383,7
10	nowosądecki	149,0	3,3	-0,7	241,0	76,1	59,0	100,1	61,7	2,2	39,8	303,9
11	miasto Kraków	2314,0	-0,4	1,1	530,0	2,4	67,7	192,4	20,3	8,7	17,0	21,6
12	częstochowski (północnośląski)	175,0	-2,5	-1,0	299,0	22,8	53,8	59,0	32,7	2,4	3,6	141,4
13	bielsko-bialski (południowośląski)	276,0	1,0	1,0	310,0	12,2	64,0	78,2	25,0	3,3	19,1	74,8
14	centralny śląski	510,0	-1,5	-3,3	440,0	26,4	318,2	411,6	146,0	1,4	10,8	204,8
15	rybnicko-jastrzębski	472,0	1,7	-4,6	344,0	8,2	67,3	68,7	26,1	1,6	1,7	64,9
16	białkopodlaski	51,8	-0,2	-4,3	266,0	42,9	12,7	30,5	21,5	1,6	5,4	309,1
17	chełmsko-zamojski	70,4	-1,8	-3,9	230,0	103,8	27,7	58,8	49,7	1,5	5,2	542,7
18	lubelski	123,0	0,1	-2,2	281,0	131,2	69,3	149,0	70,6	2,7	8,5	642,5
19	rzeszowsko-tarnobrzesci	154,0	1,6	-1,4	207,0	81,1	101,1	132,8	72,2	2,6	6,7	366,8
20	krośnieńsko-przemyski	90,9	1,0	-2,5	185,0	76,4	58,5	96,1	73,0	1,7	13,5	386,1
21	białostocko-suwalski	59,7	-1,0	-1,4	242,0	90,2	48,7	104,9	43,3	2,8	10,1	745,5
22	łomżyński	58,0	0,3	-5,0	201,0	48,1	11,8	25,4	18,5	1,7	1,6	352,0
23	świętokrzyski	109,0	-1,9	-2,7	320,0	143,5	81,4	133,9	99,4	1,3	7,9	556,5
24	gorzowski	62,4	1,3	-1,3	383,0	10,9	34,2	46,6	24,3	3,1	7,9	196,8
25	zielonogórski	79,6	1,0	-1,7	385,0	15,4	47,9	74,7	48,5	2,8	11,6	283,3
26	pilski	62,9	2,3	-2,4	313,0	23,7	37,8	39,0	25,5	2,0	3,7	289,1
27	poznański	102,0	2,7	4,9	253,0	67,0	123,1	121,6	50,3	3,6	15,8	674,4
28	kaliski	112,0	1,2	-1,3	263,0	73,4	80,0	76,0	43,9	2,1	3,6	479,7
29	koniński	98,1	1,1	-1,8	263,0	42,6	36,4	39,4	33,6	2,2	5,8	283,6
30	miasto Poznań	2158,0	0,0	-4,4	522,0	1,8	61,6	163,6	15,8	5,0	7,7	33,9
31	szczeciński	88,1	0,3	-0,3	369,0	24,9	71,5	139,6	81,1	2,7	56,2	614,1
32	koszaliński	57,0	0,8	-2,4	339,0	17,5	36,2	62,2	57,7	3,6	52,5	379,3
33	jeleniogórsko-wałbrzyski	126,0	-2,2	-3,2	390,0	33,9	99,3	130,1	108,1	1,5	32,4	457,2
34	legnicki	120,0	1,4	-3,4	431,0	14,7	53,9	62,4	30,5	2,2	2,5	185,6
35	wrocławski	86,1	1,3	5,8	269,0	23,2	42,6	35,1	23,6	4,1	2,8	263,7
36	miasto Wrocław	2167,0	-1,5	-0,5	553,0	1,4	49,3	150,3	23,3	6,9	7,3	70,1
37	opolski	111,0	-0,9	-4,6	312,0	49,7	74,5	111,2	60,1	1,3	7,5	553,9
38	bydgoski	114,0	0,6	-1,4	328,0	44,3	87,1	129,1	72,7	2,0	13,1	467,6
39	toruńsko-włocławski	116,0	0,8	-2,0	326,0	72,7	78,0	115,5	87,3	2,8	12,4	578,4
40	słupski	58,4	2,8	-3,4	424,0	17,1	38,9	52,5	45,4	2,5	30,7	282,9
41	gdański	101,0	4,5	2,7	359,0	40,7	71,2	81,3	61,7	4,1	37,2	462,8
42	Gdańsk-Gdynia-Sopot	1790,0	-0,3	-2,6	466,0	2,2	59,0	156,1	18,8	6,4	16,0	33,1
43	elbląski	70,8	1,8	-3,9	316,0	25,8	42,7	51,7	47,6	2,0	8,2	348,0
44	olsztyński	59,3	1,7	-3,1	353,0	24,2	44,2	81,0	49,5	3,9	20,7	426,1
45	elcki	44,7	1,8	-3,8	370,0	15,8	15,8	26,4	30,5	3,5	9,4	224,6

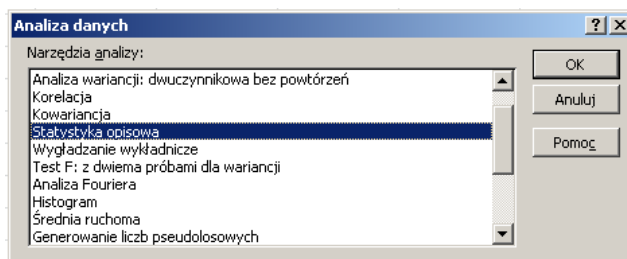
Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli A.2.1. „Dane czasowo-przekrojowe panelu podregionów” w zakresie tylko roku 2006⁵⁷².

Dalsze prace rozpoczniemy od statystyki opisowej dla naszego zestawu zmiennych, zapisanych dla wygody w Excelu jako X₁-X₁₁. Skorzystajmy więc z zakładki „Analiza danych” w menu głównym Excela (zob. Rycina 27.1).

Po „OK” pojawia się nam okno dialogowe w którym określamy:

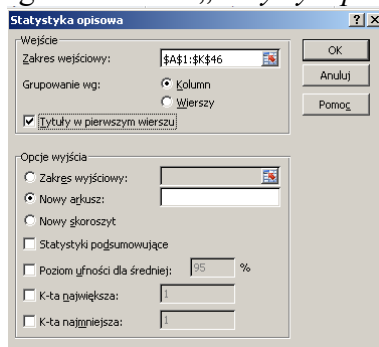
- zakres wejściowy zmiennych (X₁-X₁₁) zapisany w postaci adresowania bezwzględnego tj. \$A\$1:\$K\$46,
- zaznaczenie „Tytuły w pierwszym wierszu”,
- zaznaczenie opcji wyjścia „Nowy arkusz”.

⁵⁷² Wornalkiewicz W., *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013, op.cit.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.
Ryc. 27.1. Zakładka „Analiza danych”

Ponadto program Excel wymaga wskazania „Statystyki podsumowujące” (zob. Rycina 27.2).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.
Ryc. 27.2. Okno dialogowe „Statystyka opisowa”

Otrzymany raport statystyki opisowej w Excelu na nowym arkuszu, w ramach tego samego skoroszytu „Tabele pomocnicze-1.xls”, wymagał ujednoczonego sformatowania liczb oraz szerokości kolumn (zob. Rycina 27.3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Cecha	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
2	Średnia	424,2	0,3	-1,4	333,5	47,2	66,4	110,8	51,3	3,0	12,8	353,5
3	Błąd standardowy	119,6	0,3	0,4	13,2	5,7	7,0	15,1	4,0	0,3	1,9	29,7
4	Mediana	107,0	0,5	-2,0	316,0	40,7	59,0	82,5	49,5	2,4	7,9	366,8
5	Tryb	=N/D!	0,8	-2,4	466,0	=N/D!	59,0	=N/D!	61,7	2,8	3,6	=N/D!
6	Odchylenie standardowe	802,3	1,8	2,9	88,4	38,0	46,9	101,5	26,6	1,8	12,9	199,5
7	Wariancja próbek	643622,2	3,4	8,7	7812,6	1446,8	2198,9	10295,4	706,0	3,1	166,8	39808,3
8	Kurtozą	4,6	3,2	3,4	0,0	-0,4	18,9	16,8	2,5	2,9	3,6	-0,8
9	Skośność	2,4	-1,0	1,7	0,7	0,7	3,7	3,7	1,2	1,8	2,0	0,0
10	Zakres	3246,3	11,0	14,2	368,0	142,1	306,4	604,7	130,2	7,4	54,6	726,3
11	Minimum	44,7	-6,5	-5,0	185,0	1,4	11,8	25,4	15,8	1,3	1,6	19,2
12	Maksimum	3291,0	4,5	9,2	553,0	143,5	318,2	630,1	146,0	8,7	56,2	745,5
13	Suma	19087,4	13,8	-61,1	15007,0	2125,1	2986,1	4987,5	2309,3	135,3	574,4	15906,3
14	Licznik	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.
Ryc. 27.3. Statystyka opisowa zmiennych X₁-X₁₁

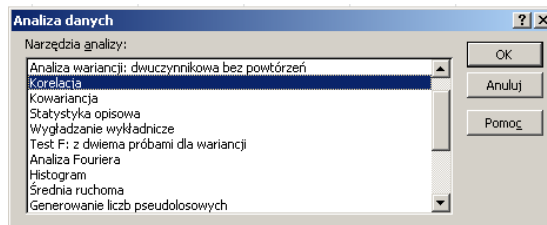
W celu wyłonienia niezbędnych zmiennych objaśniających sprawdzimy współczynnik zmienności będący modulem stosunku odchylenia standardowego do średniej danej zmiennej. Wyznaczenie na podstawie ryciny 27.3 wartości współczynnika zmienności V_j stanowi wstępny

$$V_j = \left| \frac{S_j}{\bar{x}_j} \right|$$

krok zbadania wystarczającego zróżnicowania danej j -tej zmiennej objaśniającej, który odpowiednio dla zmiennych X_1 - X_{11} jest w przybliżeniu następujący:

$$V_j \mid 0,5 \mid 0,2 \mid 0,5 \mid 3,8 \mid 1,2 \mid 1,4 \mid 1,1 \mid 1,9 \mid 1,7 \mid 1,0 \mid 1,8 \mid$$

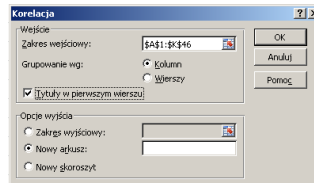
Zatem wszystkie zmienne spełniają warunek: $V^* > 0,1$, tak więc obiekty (podregiony) uczestniczące w badaniu wykazują istotne zróżnicowane pod względem 11 cech, zwanych tu zmiennymi. Zmienne do taksonomii wrocławskiej powinny wykazywać słabe skorelowanie względem siebie, sprawdzmy więc skorelowanie korzystając z funkcji „Korelacja” w ramach zakładki „Analiza danych” (zob. Rycina 27.4).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.4. Wskazanie funkcji „Korelacja”

W kolejnym kroku pojawia się nam okno dialogowe „Korelacja” w którym podajemy: zakres wejściowy danych, zaznaczenie tytułów w pierwszym wierszu oraz opcję wyjścia „Nowy arkusz” (zob. Rycina 27.5).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.5. Okno dialogowe „Korelacja”

W odpowiedzi uzyskujemy zestawienie symetryczne współczynników korelacji pomiędzy zmiennymi X_1 - X_{11} (zob. Rycina 27.6). Czcionką pogrubioną zaznaczono relacje zmiennych, dla których współczynniki korelacji są zbyt duże i dlatego te zmienne stopniowo wyeliminujemy z dalszych badań.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_1	1,000										
X_2	-0,418	1,000									
X_3	0,153	0,160	1,000								
X_4	0,709	-0,187	0,021	1,000							
X_5	-0,468	-0,056	0,019	-0,669	1,000						
X_6	0,185	-0,163	0,220	0,208	0,024	1,000					
X_7	0,650	-0,263	0,296	0,441	-0,144	0,724	1,000				
X_8	-0,273	-0,149	-0,021	-0,138	0,448	0,671	0,348	1,000			
X_9	0,676	0,080	0,553	0,609	-0,414	0,041	0,457	-0,358	1,000		
X_{10}	-0,019	0,272	0,114	0,173	-0,206	0,069	0,139	0,274	0,159	1,000	
X_{11}	-0,616	0,104	0,042	-0,607	0,766	-0,014	-0,206	0,475	-0,413	0,107	1,000

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.6. Współczynniki korelacji między zmiennymi X_1 - X_{11}

Widzimy, że dużą korelację względem siebie wykazują: X_1 - X_4 (0,709); X_5 - X_{11} (0,766); X_6 - X_7 (0,724). W tej sytuacji spróbujmy teraz pominąć zmienną X_1 (zob. Rycina 27.7).

	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_2	1,000									
X_3	0,160	1,000								
X_4	-0,187	0,021	1,000							
X_5	-0,056	0,019	-0,669	1,000						
X_6	-0,163	0,220	0,208	0,024	1,000					
X_7	-0,263	0,296	0,441	-0,144	0,724	1,000				
X_8	-0,149	-0,021	-0,138	0,448	0,671	0,348	1,000			
X_9	0,080	0,553	0,609	-0,414	0,041	0,457	-0,358	1,000		
X_{10}	0,272	0,114	0,173	-0,206	0,069	0,139	0,274	0,159	1,000	
X_{11}	0,104	0,042	-0,607	0,766	-0,014	-0,206	0,475	-0,413	0,107	1,000

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.7. Współczynniki korelacji po pominięciu X_1

Teraz zbyt dużą korelację wykazują nadal: X_5 - X_{11} (0,766), X_6 - X_7 (0,724), tak więc pozostaje nam pominięcie tych relacji i obliczamy ponownie korelację wzajemną zmiennych. Oczywiście mogliśmy to uczynić w jednym etapie.

	X_2	X_3	X_4	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
X_2	1,000							
X_3	0,160	1,000						
X_4	-0,187	0,021	1,000					
X_7	-0,263	0,296	0,441	1,000				
X_8	-0,149	-0,021	-0,138	0,348	1,000			
X_9	0,080	0,553	0,609	0,457	-0,358	1,000		
X_{10}	0,272	0,114	0,173	0,139	0,274	0,159	1,000	
X_{11}	0,104	0,042	-0,607	-0,206	0,475	-0,413	0,107	1,000

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.8. Współczynniki korelacji po pominięciu X_1 , X_5 , X_6

Po tych zmianach dobrane zmienne wykazują raczej słabą korelację, bo poniżej 0,7. Przyjęte zmienne X_2 - X_4 , X_7 - X_{11} wykazują znaczne zróżnicowanie pod względem wartości i dlatego potrzebne jest przeprowadzenie ich standaryzacji poprzez odjęcie od wartości danej zmiennej jej średniej i podzielenie przez odchylenie standardowe. Wymaga to jednak, dla nowego zestawu zmiennych zapisanej w dogodnej notacji Excela, ponownego określenia statystyki opisowej. Na Rycinie 27.9, dla zaoszczędzenia miejsca zamieszczono tylko średnią i odchylenie standardowe.

Cecha	X_2	X_3	X_4	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
Średnia	0,3	-1,4	333,5	110,8	51,3	3,0	12,8	353,5
Odchylenie standardowe	1,8	2,9	88,4	101,5	26,6	1,8	12,9	199,5

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.9. Średnie i odchylenia standardowe zmiennych X_2 - X_4 , X_7 - X_{11}

Macierz wartości zmiennych zestandaryzowanych zapisanych jako Z_2 - Z_4 , Z_7 - Z_{11} pokazana została na Rycinie 27.10.

14 fx =(A4-\$I\$1)/\$I\$2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2									1,8	2,9	88,4	101,5	26,6	1,8	12,9	199,5
3	X_2	X_3	X_4	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	Z_2	Z_3	Z_4	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}
4	-2,5	0,5	256,0	82,5	65,3	1,8	4,7	552,7	-1,5	0,6	-0,9	-0,3	0,5	-0,7	-0,6	1,0
5	-0,8	-1,3	257,0	82,9	56,7	2,3	7,5	514,2	-0,3	-0,2	-0,9	-0,3	0,2	-0,4	-0,4	0,8
6	-6,5	-2,4	434,0	147,9	38,7	1,6	3,6	19,2	-3,7	-0,4	1,1	0,4	-0,5	-0,8	-0,7	-1,7
7	0,1	-1,9	273,0	64,4	51,9	2,8	3,0	507,4	-0,1	-0,2	-0,7	-0,5	0,0	-0,1	-0,3	0,8
8	0,5	-2,8	300,0	67,0	53,2	1,9	4,9	714,3	0,1	-0,5	-0,4	-0,4	0,1	-0,6	-0,6	1,8
9	0,8	9,2	352,0	141,7	57,1	6,4	5,0	420,8	0,3	3,6	0,2	0,3	0,2	1,9	-0,6	0,3
10	0,2	-2,6	309,0	64,5	73,9	2,2	2,9	375,7	-0,1	-0,4	-0,3	-0,5	0,8	-0,5	-0,3	0,1
11	-0,6	4,8	466,0	630,1	49,4	8,1	21,0	117,5	-0,5	2,1	1,5	5,1	-0,1	2,9	0,6	-1,2
12	0,4	0,9	277,0	119,7	63,3	2,4	5,9	383,7	0,1	0,8	-0,6	0,1	0,5	-0,3	-0,5	0,2
13	3,3	-0,7	241,0	100,1	61,7	2,2	39,8	303,9	1,6	0,2	-1,0	-0,1	0,4	-0,5	2,1	-0,2
14	-0,4	1,1	530,0	192,4	20,3	8,7	17,0	21,6	-0,4	0,8	2,2	0,8	-1,2	3,2	0,3	-1,7
15	-2,5	-1,0	299,0	59,0	32,7	2,4	3,6	141,4	-1,5	0,1	-0,4	-0,5	-0,7	-0,3	-0,7	-1,1
16	1,0	1,0	310,0	78,2	25,0	3,3	19,1	74,8	0,4	0,8	-0,3	-0,3	-1,0	0,2	0,5	-1,4
17	-1,5	-3,3	440,0	411,6	146,0	1,4	10,8	204,8	-1,0	-0,7	1,2	3,0	3,6	-0,9	-0,2	-0,7
18	1,7	-4,6	344,0	68,7	26,1	1,6	1,7	64,9	0,8	-1,1	0,1	-0,4	-0,9	-0,8	-0,9	-1,4
19	-0,2	-4,3	266,0	30,5	21,5	1,6	5,4	309,1	-0,3	-1,0	-0,8	-0,8	-1,1	-0,8	-0,6	-0,2
20	-1,8	-3,9	230,0	58,8	49,7	1,5	5,2	542,7	-1,1	-0,9	-1,2	-0,5	-0,1	-0,9	-0,6	0,9
21	0,1	-2,2	281,0	149,0	70,6	2,7	8,5	642,5	-0,1	-0,3	-0,6	0,4	0,7	-0,2	-0,3	1,4
22	1,6	-1,4	207,0	132,8	72,2	2,6	6,7	366,8	0,7	0,0	-1,4	0,2	0,8	-0,2	-0,5	0,1
23	1,0	-2,5	185,0	96,1	73,0	1,7	13,5	386,1	0,4	-0,4	-1,7	-0,1	0,8	-0,7	0,1	0,2
24	-1,0	-1,4	242,0	104,9	43,3	2,8	10,1	745,5	-0,7	0,0	-1,0	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	2,0
25	0,3	-5,0	201,0	25,4	18,5	1,7	1,6	352,0	0,0	-1,2	-1,5	-0,8	-1,2	-0,7	-0,9	0,0
26	-1,9	-2,7	320,0	133,9	99,4	1,3	7,9	556,5	-1,2	-0,5	-0,2	0,2	1,8	-1,0	-0,4	1,0
27	1,3	-1,3	383,0	46,6	24,3	3,1	7,9	196,8	0,5	0,0	0,6	-0,6	-1,0	0,1	-0,4	-0,8
28	1,0	-1,7	385,0	74,7	48,5	2,8	11,6	283,3	0,4	-0,1	0,6	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4
29	2,3	-2,4	313,0	39,0	25,5	2,0	3,7	289,1	1,1	-0,4	-0,2	-0,7	-1,0	-0,6	-0,7	-0,3
30	2,7	4,9	253,0	121,6	50,3	3,6	15,8	674,4	1,3	2,1	-0,9	0,1	0,0	0,3	0,2	1,6
31	1,2	-1,3	263,0	76,0	43,9	2,1	3,6	479,7	0,5	0,0	-0,8	-0,3	-0,3	-0,5	-0,7	0,6
32	1,1	-1,8	263,0	39,4	33,6	2,2	5,8	283,6	0,4	-0,2	-0,8	-0,7	-0,7	-0,5	-0,5	-0,4
33	0,0	-4,4	522,0	163,6	15,8	5,0	7,7	33,9	-0,2	-1,0	2,1	0,5	-1,3	1,1	-0,4	-1,6
34	0,3	-0,3	369,0	139,6	81,1	2,7	56,2	614,1	0,0	0,4	0,4	0,3	1,1	-0,2	3,4	1,3
35	0,8	-2,4	339,0	62,2	57,7	3,6	52,5	379,3	0,3	-0,4	0,1	-0,5	0,2	0,3	3,1	0,1
36	-2,2	-3,2	390,0	130,1	108,1	1,5	32,4	457,2	-1,4	-0,6	0,6	0,2	2,1	-0,9	1,5	0,5
37	1,4	-3,4	431,0	62,4	30,5	2,2	2,5	185,6	0,6	-0,7	1,1	-0,5	-0,8	-0,5	-0,3	-0,8
38	1,3	5,8	269,0	35,1	23,6	4,1	2,8	263,7	0,5	2,4	-0,7	-0,7	-1,0	0,6	-0,3	-0,4
39	-1,5	-0,5	553,0	150,3	23,3	6,9	7,3	70,1	-1,0	0,3	2,5	0,4	-1,1	2,2	-0,4	-1,4
40	-0,9	-4,6	312,0	111,2	60,1	1,3	7,5	553,9	-0,7	-1,1	-0,2	0,0	0,3	-1,0	-0,4	1,0
41	0,6	-1,4	328,0	129,1	72,7	2,0	13,1	467,6	0,2	0,0	-0,1	0,2	0,8	-0,6	0,0	0,6
42	0,8	-2,0	326,0	115,5	87,3	2,8	12,4	578,4	0,3	-0,2	-0,1	0,0	1,4	-0,1	0,0	1,1
43	2,8	-3,4	424,0	52,5	45,4	2,5	30,7	282,9	1,3	-0,7	1,0	-0,6	-0,2	-0,3	1,4	-0,4
44	4,5	2,7	359,0	81,3	61,7	4,1	37,2	462,8	2,3	1,4	0,3	-0,3	0,4	0,6	1,9	0,5
45	-0,3	-2,6	466,0	156,1	18,8	6,4	16,0	33,1	-0,3	-0,4	1,5	0,4	-1,2	1,9	0,3	-1,6
46	1,8	-3,9	316,0	51,7	47,6	2,0	8,2	348,0	0,8	-0,9	-0,2	-0,6	-0,1	-0,6	-0,4	0,0
47	1,7	-3,1	353,0	81,0	49,5	3,9	20,7	426,1	0,8	-0,6	0,2	-0,3	-0,1	0,5	0,6	0,4
48	1,8	-3,8	370,0	26,4	30,5	3,5	9,4	224,6	0,8	-0,8	0,4	-0,8	-0,8	0,3	-0,3	-0,6

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.10. Macierz danych wejściowych i zestandaryzowanych

Dla korzystania z Excela zmienne zestandaryzowane zapisano bez indeksowania cyfr. Widzimy tu formułę obliczeniową zapisaną w komórce „I4”, przy czym: A4 – wartość zmiennej X_2 dla podregionu 1, \$I\$1 – średnia zmiennej X_2 (pobrana z wiersza 1), \$I\$2 – odchylenie standardowe zmiennej X_2 . W Excelu rozróżniamy wartość komórki i jej zawartość. Na Rycinie 27.10. są wartości pokazane z dokładnością do jednego miejsca po przecinku, natomiast zawartość jest z standardowo z dokładnością do 14 miejsc po przecinku np. dla komórki I4 wynosi (-1,51955091270367). Podano to dlatego, gdyż niekiedy Czytelnicy sprawdzają manualnie na kalkulatorze wyniki i mają zastrzeżenia.

27.3. Odległości euklidesowe

Różne są sposoby określenia tzw. odległości między badanymi obiektami ze względu na cechy. Dysponując narzędziem jakim jest Excel zdecydowano się na obliczanie odległości euklidesowych (d_{il}) dla wielu cech następującym wzorem, będącym analogią do twierdzenia Pitagorasa:

$$d_{il} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{lj})^2}$$

gdzie:

m – liczba badanych cech (zmiennych);

z_{ij} – wartość zestandaryzowana zmiennej j dla obiektu i ;

z_{lj} – wartość zestandaryzowana zmiennej l dla obiektu i , względem której określamy odległość euklidesową.

Na Rycinie 27.11 pokazano macierz zmiennych zestandaryzowanych Z_2 - Z_4 , Z_7 - Z_{11} oraz macierz symetryczną odległości euklidesowych, przy czym na głównej przekątnej występują zera. Zwróćmy uwagę na przykładową komórkę „L3” dla której wyświetlona jest formuła obliczeniowa wynikająca z wcześniej podanego wzoru na odległość d_{il} .

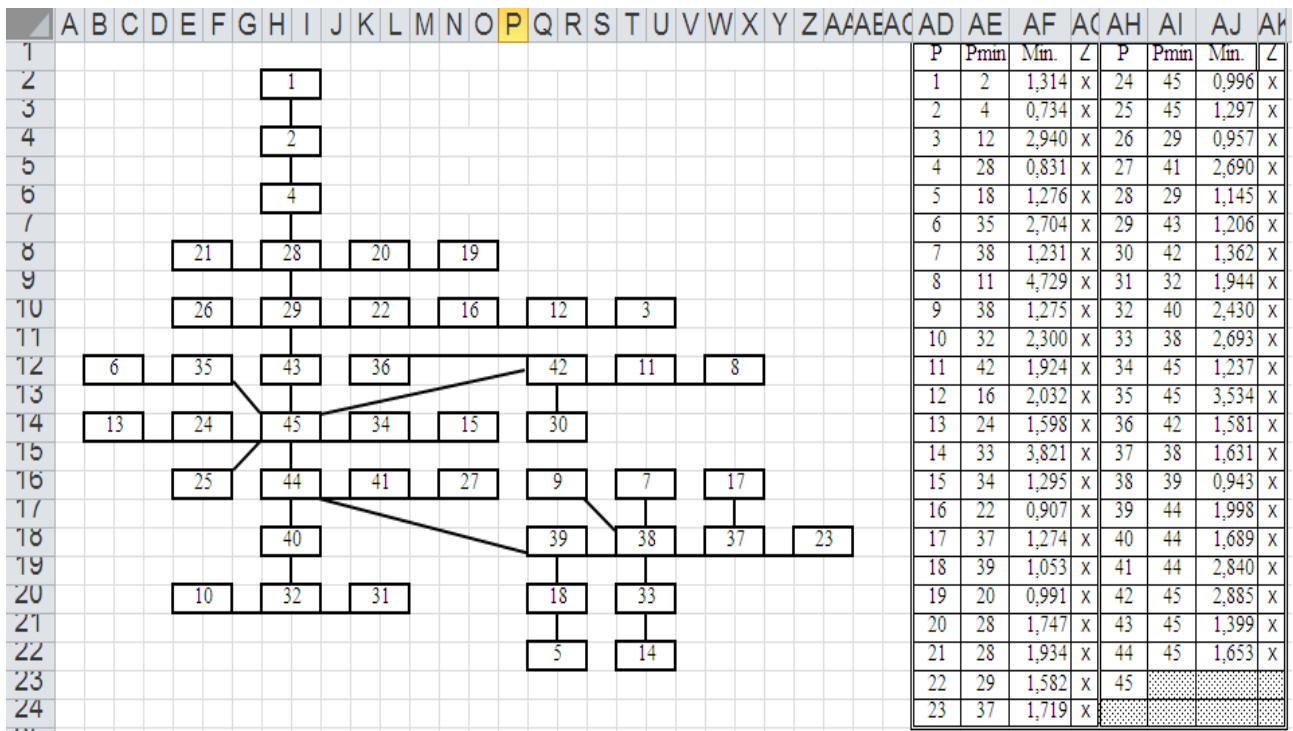
L3		=PIERWIASTEK((((\$B\$2-B3)^2)+(((\$C\$2-C3)^2)+(((\$D\$2-D3)^2)+(((\$E\$2-E3)^2)+(((\$F\$2-F3)^2)+(((\$G\$2-G3)^2)+(((\$H\$2-H3)^2)+(((\$I\$2-																																					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ				
1	P	Z2	Z3	Z4	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
2	1	-1,5	0,6	-0,9	-0,3	0,5	-0,7	-0,6	1,0	1	0,000																												
3	2	-0,6	-0,2	-0,9	-0,3	0,2	-0,4	-0,4	0,8	2	1,314	0,000																											
4	3	-3,7	-0,4	1,1	0,4	-0,5	-0,8	-0,7	-1,7	3	4,278	4,566	0,000																										
5	4	-0,1	-0,2	-0,7	-0,5	0,0	-0,1	-0,8	0,8	4	1,832	0,734	4,846	0,000																									
6	5	0,1	-0,5	-0,4	-0,4	0,1	-0,6	-0,6	1,8	5	2,243	1,409	5,458	1,262	0,000																								
7	6	0,3	3,6	0,2	0,3	0,2	1,9	-0,6	0,3	6	4,550	4,668	6,623	4,483	5,112	0,000																							
8	7	-0,1	-0,4	-0,3	-0,5	0,8	-0,3	-0,8	0,1	7	2,144	1,333	4,572	1,209	1,892	4,802	0,000																						
9	8	-0,5	2,1	1,5	5,1	-0,1	2,9	0,5	-1,2	8	7,570	7,452	7,387	7,475	8,006	5,700	7,503	0,000																					
10	9	0,1	0,8	-0,6	0,1	0,5	-0,3	-0,3	0,2	9	1,876	1,397	4,783	1,378	2,212	3,733	1,441	6,759	0,000																				
11	10	1,6	0,2	-1,0	-0,1	0,4	-0,5	2,1	-0,2	10	4,370	3,540	6,650	3,582	3,876	5,303	3,528	7,483	3,167	0,000																			
12	11	-0,4	0,8	2,2	0,8	-1,2	3,2	0,3	-1,7	11	6,175	5,768	5,594	5,546	6,283	4,556	5,602	4,729	5,309	6,075	0,000																		
13	12	-1,5	0,1	-0,4	-0,5	-0,7	-0,3	-0,7	-1,1	12	2,535	2,367	2,940	2,471	3,457	4,910	2,489	7,263	2,477	4,493	5,448	0,000																	
14	13	0,4	-0,8	-0,3	-0,3	-1,0	0,2	0,5	-1,4	13	3,741	3,100	4,792	2,960	3,872	4,134	3,053	6,585	2,488	2,953	4,202	2,449	0,000																
15	14	-1,0	-0,7	1,2	3,0	3,6	-0,9	-0,2	-0,7	14	5,417	5,404	5,628	5,664	5,852	6,939	4,845	6,391	5,072	6,130	7,054	5,868	6,297	0,000															
16	15	0,8	-1,1	0,1	-0,4	-0,9	-0,8	-0,9	-1,4	15	4,171	3,237	4,713	2,927	3,573	5,886	2,658	7,796	3,103	4,000	4,976	2,714	2,579	6,096	0,000														
17	16	-0,3	-1,0	-0,8	-0,8	-1,1	-0,8	-0,6	-0,2	16	2,950	2,024	4,422	1,897	2,502	5,734	2,209	8,159	2,613	3,890	5,625	2,032	2,751	6,404	1,897	0,000													
18	17	-1,1	-0,9	-1,2	-0,5	-0,1	-0,9	-0,6	0,9	17	1,701	1,130	4,462	1,538	1,770	5,694	1,972	8,239	2,424	4,237	6,566	2,540	3,804	5,831	3,453	1,874	0,000												
19	18	-0,1	-0,3	-0,6	0,4	0,7	-0,2	-0,3	1,4	18	1,979	1,224	5,244	1,361	1,276	4,657	1,699	7,102	1,745	3,556	5,852	3,390	3,720	4,925	3,784	2,929	1,977	0,000											
20	19	0,7	0,0	-1,4	0,2	0,8	-0,2	-0,5	0,1	19	2,657	1,785	5,565	1,696	2,414	4,565	1,634	7,184	1,346	2,834	5,846	3,180	2,965	5,164	3,123	2,726	2,569	1,843	0,000										
21	20	0,4	-0,4	-1,7	-0,1	0,8	-0,7	0,1	0,2	20	2,557	1,675	5,507	1,848	2,361	5,235	1,735	7,789	1,792	2,627	6,314	3,193	3,185	5,324	3,241	2,521	2,175	1,956	0,991	0,000									
22	21	-0,7	0,0	-1,0	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	2,0	21	1,806	1,351	5,280	1,580	1,428	4,772	2,551	7,570	2,318	4,032	6,255	3,306	3,852	6,128	4,209	2,796	1,705	1,467	2,661	2,585	0,000								
23	22	0,0	-1,2	-1,5	-0,8	-1,2	-0,7	-0,9	0,0	22	3,265	2,304	5,111	2,125	2,659	6,072	2,600	8,593	2,958	4,128	6,097	2,657	3,275	6,869	2,355	0,907	2,008	3,128	2,760	2,543	2,898	0,000							
24	23	-1,2	-0,5	-0,2	0,2	1,8	-1,0	-0,4	1,0	23	1,963	2,038	4,528	2,473	2,448	5,470	1,982	7,599	2,511	4,390	6,688	3,488	4,478	3,957	4,318	3,571	2,305	1,845	2,814	2,626	2,719	3,949	0,000						
25	24	0,5	0,0	0,6	-0,6	-1,0	0,1	-0,4	-0,8	24	3,800	2,776	4,606	2,391	3,129	4,481	2,445	7,024	2,442	3,564	4,128	2,367	1,598	6,170	1,712	2,134	3,374	3,308	2,963	3,243	3,544	2,769	4,092	0,000					
26	25	0,4	-0,1	0,6	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	-0,4	25	3,018	2,161	4,484	1,892	2,523	4,387	1,651	6,825	1,839	3,086	4,350	2,431	1,963	5,271	2,070	2,223	2,904	2,486	2,372	2,600	3,051	2,889	3,131	1,118	0,000				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.11. Fragment macierzy odległości euklidesowych między zmiennymi Z_i i Z_l

W części drugiej obszernej tablicy odległości euklidesowych podano formułę (=MIN(L3:L46) na obliczenie wartości minimalnej dla podregionu pierwszego względem drugiego.

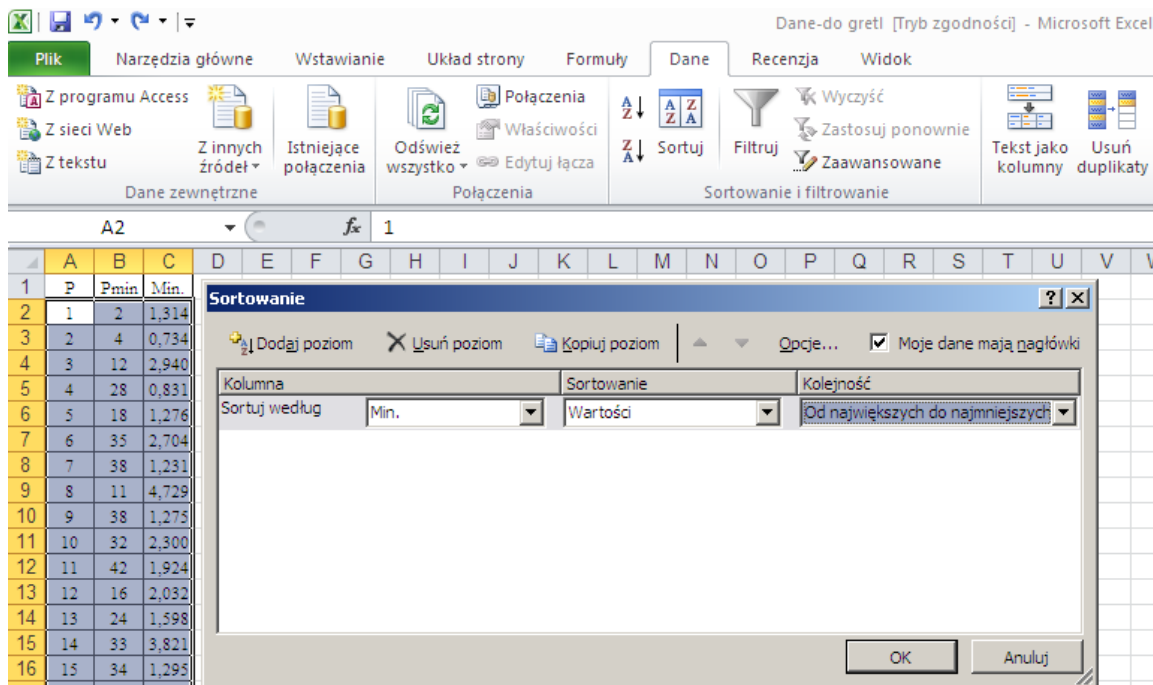
Na podstawie macierzy odległości utwórzmy, również w Excelu, dendryt wrocławski. Podane w prostokątach na Rycinie 27.14 numery umożliwiają identyfikację podregionu. Łączono dany podregion z innym wykazującym najmniejszą odległość euklidesową wynikającą z Rycin 27.11-27.13.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.14. Dendryt wrocławski i tabela odległości minimalnych między obiektami (podregionami)

W tej tabeli mamy kolumny: P – numer podregionu, P_{min} – numer podregionu minimalnej odległości euklidesowej, M_{min} – odległość euklidesowa (zob. Rycina 27.15).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.15. Fragment szeregu odległości i okno dialogowe ustawienia sortowania

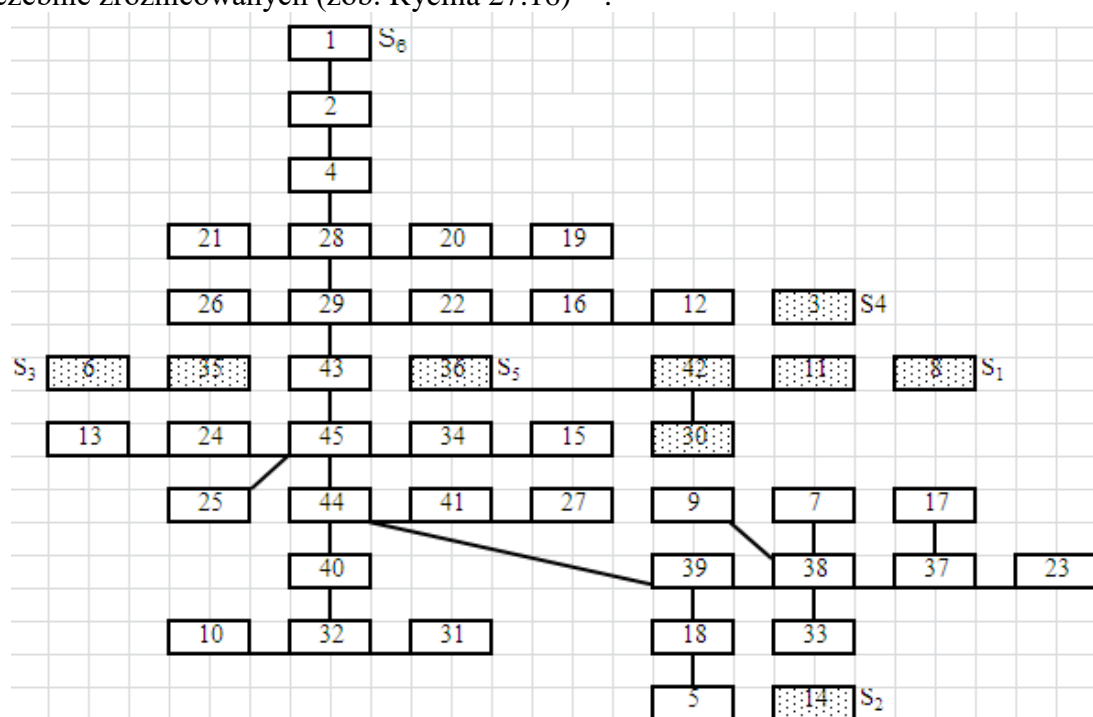
W oknie dialogowym zaznaczono: „Moje dane mają nagłówek”, sortowanie według „Wartość” w kolumnie „M_{min}”, kolejność „Od największych do najmniejszych”. W efekcie sortowania, po odpowiedniej edycji, uzyskujemy zestawienie odległości euklidesowych pomiędzy podanymi obiektami – podregionami (zob. Tabela 27.2).

Tab. 27.2. Odległości minimalne (malejąco)

P	8	14	35	3	42	41	6	33	27	32	10	12	39	31	21	11	20	23	40	44	37	13	22
P _{min}	11	33	45	12	45	44	35	38	41	40	32	16	44	32	28	42	28	37	44	45	38	24	29
Min	4,7	3,8	3,5	2,9	2,8	2,8		2,6	2,6	2,4		2,0		1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,	1,5
.	3	2	3	4	9	4	2,7	9	9	3	2,3	3	2	4	3	2	5	2	9	5	3	6	8
Lp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
P	36	43	30	1	25	15	5	9	17	34	7	29	28	18	24	19	26	38	16	4	2	45	
P _{min}	42	45	42	2	45	34	18	38	37	45	38	43	29	39	45	20	29	39	22	28	4	45	
Min	1,5		1,3	1,3		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0		0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7		
.	8	1,4	6	1	1,3	9	8	8	7	4	3	1	4	5	1	9	6	4	1	3	3	0	
Lp	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Dla lepszego zaprezentowania wyników na formacie A4, zaokrąglono *Min.* do dwóch miejsc po przecinku. Usuńmy jako eksperci $k - 1 = 5$ najdłuższych wiązań. Uzyskano $k = 6$ skupisk (grup podregionów) podobnych pod względem wartości zmiennych zestandaryzowanych Z_2-Z_4 , Z_7-Z_{11} , lecz liczebnie zróżnicowanych (zob. Rycina 27.16)⁵⁷³:



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.16. Dendryt wrocławski po usunięciu pięciu najdłuższych wiązań

Poprzez usunięcie pięciu najdłuższych wiązań nastąpiło wyodrębnienie sześciu skupisk (grup podregionów), a są nimi:

- S₁: (8) miasto Warszawa;
- S₂: (14) centralny śląski;
- S₃: (35) wrocławski, (6) warszawski;
- S₄: (3) miasto Łódź;
- S₅: (42) Gdynia-Gdańsk-Sopot, (36) miasto Wrocław, (11) miasto Kraków, (30) miasto Poznań;
- S₆: pozostałe 36 podregionów nie wymienione w S₁-S₅.

Temat ustalenia liczby grup zwanych też klasami K jest przedmiotem różnych rozważań naukowych. Hellwig proponuje wyjście od obliczenia odległości krytycznej według wzoru⁵⁷⁴:

⁵⁷³ W opracowaniu niniejszej części materiału uwzględniono sugestie zawarte w publikacji internetowej „Zastosowanie taksonomii wrocławskiej do oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego karpaccich gmin górskich ONW, Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych, tom XVII, 2016, strony: 7-15, dostęp: 28.07.2019.

⁵⁷⁴ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu, s. 269.

$$d^* = \bar{d} + k * s_d$$

gdzie:

\bar{d} – średnia arytmetyczna wszystkich odległości zestandaryzowanych z grafu spójnego (dendrytu wrocławskiego) równa dla naszego przykładu 1,803,

s_d – odchylenie standardowe powyższych odległości równe 0,855,

k – stała przyjmowana z przedziału (0-2).

Przyjmijmy dla testowania, że stała k zmienia się co 0,5, tak więc odległości krytyczne obliczone według wzoru na d^* są następujące:

\bar{d}	1,803	s_d	0,855		
k	0	0,5	1	1,5	2
d^*	1,803	2,231	2,658	3,086	3,513

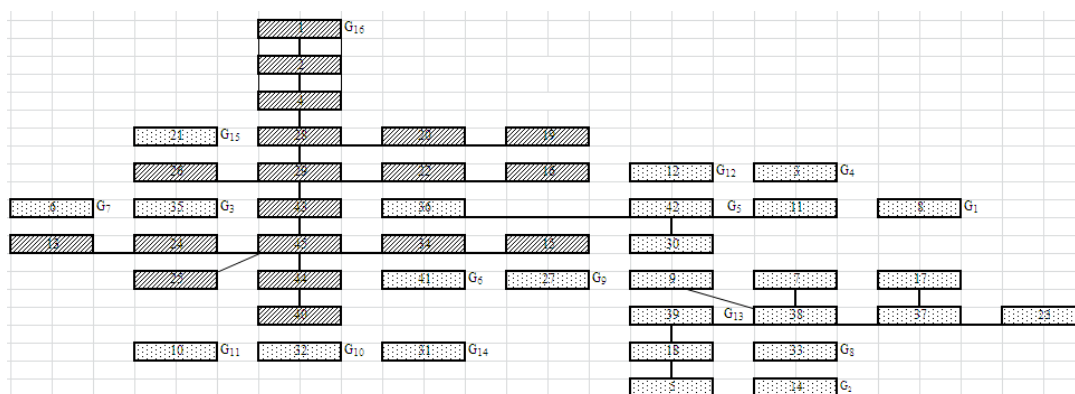
Przyjmując maksymalne kryterium $k = 2$ to należy z grafu usunąć wiązadła o długości $>$ niż 3,513, czyli niżej wymienione:

P	8	14	35
P_{min}	11	33	45
Min.	4,73	3,82	3,53

Ze względów praktycznych procesu zarządzania podregionami, podzbiór – skupisko 6 jest zbyt obszerny do zarządzania, spróbujmy zatem usunąć np. 15. najdłuższych wiązań, czyli 10 dalszych z rozwiązania pokazanego wcześniej na Rycinie 41.16.

P	8	14	35	3	42	41	6	33	27	32	10	12	39	31	21
P_{min}	11	33	45	12	45	44	35	38	41	40	32	16	44	32	28
Min.	4,73	3,82	3,53	2,94	2,89	2,84	2,7	2,69	2,69	2,43	2,3	2,03	2	1,94	1,93
Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Efekt naszego działania w postaci skorygowanego dendrytu wrocławskiego możemy zobaczyć na Rycinie 27.17.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 27.17. Grupy podregionów po usunięciu 15. najdłuższych wiązań

Wydzielono 16 grup ze względu na badane cechy X_2 - X_4 , X_7 - X_{11} , przy czym poszczególne grupy obejmują podregiony:

- G₁: miasto Warszawa (8); G₂: centralny śląski (14); G₃: wrocławski (35); G₄: miasto Łódź (3);
- G₅: Gdańsk-Gdynia-Sopot (42), miasto Kraków (11), miasto Wrocław (36), miasto Poznań (30);
- G₆: gdański (41); G₇: warszawski (6); G₈: jeleniogórsko-wałbrzyski (33); G₉: poznański (27); G₁₀: koszaliński (32); G₁₁: nowosądecki (10); G₁₂: częstochowski (12);
- G₁₃: toruńsko-wrocławski (39), bydgoski (38), opolski (37), świętokrzyski (23), krakowsko-tarnowski (9), radomski (7), chełmsko-zamojski (17), lubelskie (18), ostrołęcko-siedlecki (5);
- G₁₄: szczeciński (31); G₁₅: białostocko-suwański (21);

G₁₆: łódzki (1), piotrkowsko-skierniewicki (2), ciechanowsko-płocki (4), kaliski (28), rzeszowsko-tarnobrzeski (19), krośnieńsko-przemyski (20), pilski (26); koniński (29), łomżyński (22), bielsko-podlaski (16), elbląski (43), bielsko-bialski (13), gorzowski (24), etcki (45), legnicki (34), rybnicko-jastrzębski (15), zielonogórski (25), olsztyński (44), słupski (40).

Dla poszczególnych 16 grup obliczono wartości średnie (Śr.) zmiennych X₂-X₄, X₇-X₁₁ (Tab. 41.3).

Tab. 27.3. Średnie zmiennych dla grup G₁-G₁₆

Gr.	X ₂	X ₃	X ₄	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	P
G ₁	-0,6	4,8	466,0	630,1	49,4	8,1	21,0	117,5	8
G ₂	-1,5	-3,3	440,0	411,6	146,0	1,4	10,8	204,8	14
G ₃	1,3	5,8	269,0	35,1	23,6	4,1	2,8	263,7	35
G ₄	-6,5	-2,4	434,0	147,9	38,7	1,6	3,6	19,2	3
G ₅	-0,3	-2,6	466,0	156,1	18,8	6,4	16,0	33,1	42
	-0,4	1,1	530,0	192,4	20,3	8,7	17,0	21,6	11
	-1,5	-0,5	553,0	150,3	23,3	6,9	7,3	70,1	36
	0,0	-4,4	522,0	163,6	15,8	5,0	7,7	33,9	30
	-0,6	-1,6	517,8	165,6	19,6	6,8	12,0	39,7	Śr.
G ₆	4,5	2,7	359,0	81,3	61,7	4,1	37,2	462,8	41
G ₇	0,8	9,2	352,0	141,7	57,1	6,4	5,0	420,8	6
G ₈	-2,2	-3,2	390,0	130,1	108,1	1,5	32,4	457,2	33
G ₉	2,7	4,9	253,0	121,6	50,3	3,6	15,8	674,4	27
G ₁₀	0,8	-2,4	339,0	62,2	57,7	3,6	52,5	379,3	32
G ₁₁	3,3	-0,7	241,0	100,1	61,7	2,2	39,8	303,9	10
G ₁₂	-2,5	-1,0	299,0	59,0	32,7	2,4	3,6	141,4	12
G ₁₃	0,8	-2,0	326,0	115,5	87,3	2,8	12,4	578,4	39
	0,6	-1,4	328,0	129,1	72,7	2,0	13,1	467,6	38
	-0,9	-4,6	312,0	111,2	60,1	1,3	7,5	553,9	37
	-1,9	-2,7	320,0	133,9	99,4	1,3	7,9	556,5	23
	0,4	0,9	277,0	119,7	63,3	2,4	5,9	383,7	9
	0,2	-2,6	309,0	64,5	73,9	2,2	2,9	375,7	7
	-1,8	-3,9	230,0	58,8	49,7	1,5	5,2	542,7	17
	0,1	-2,2	281,0	149,0	70,6	2,7	8,5	642,5	18
	0,5	-2,8	300,0	67,0	53,2	1,9	4,9	714,3	5
-0,2	-2,4	298,1	105,4	70,0	2,0	7,6	535,0	Śr.	
G ₁₄	0,3	-0,3	369,0	139,6	81,1	2,7	56,2	614,1	31
G ₁₅	1,7	-4,6	344,0	68,7	26,1	1,6	1,7	64,9	21
G ₁₆	-2,5	0,5	256,0	82,5	65,3	1,8	4,7	552,7	1
	-0,8	-1,8	257,0	82,9	56,7	2,3	7,5	514,2	2
	0,1	-1,9	273,0	64,4	51,9	2,8	3,0	507,4	4
	1,2	-1,3	263,0	76,0	43,9	2,1	3,6	479,7	28
	1,6	-1,4	207,0	132,8	72,2	2,6	6,7	366,8	19
	1,0	-2,5	185,0	96,1	73,0	1,7	13,5	386,1	20
	2,3	-2,4	313,0	39,0	25,5	2,0	3,7	289,1	26
	1,1	-1,8	263,0	39,4	33,6	2,2	5,8	283,6	29
	0,3	-5,0	201,0	25,4	18,5	1,7	1,6	352,0	22
	-0,2	-4,3	266,0	30,5	21,5	1,6	5,4	309,1	16
	1,8	-3,9	316,0	51,7	47,6	2,0	8,2	348,0	43
	1,0	1,0	310,0	78,2	25,0	3,3	19,1	74,8	13
	1,3	-1,3	383,0	46,6	24,3	3,1	7,9	196,8	24
	1,8	-3,8	370,0	26,4	30,5	3,5	9,4	224,6	45
	1,4	-3,4	431,0	62,4	30,5	2,2	2,5	185,6	34
	1,7	-4,6	344,0	68,7	26,1	1,6	1,7	64,9	15
	1,0	-1,7	385,0	74,7	48,5	2,8	11,6	283,3	25
	1,7	-3,1	353,0	81,0	49,5	3,9	20,7	426,1	44
2,8	-3,4	424,0	52,5	45,4	2,5	30,7	282,9	40	
1,0	-2,4	305,3	63,7	41,6	2,4	8,8	322,5	Śr.	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

27.4. Zagadnienia

1. Taksonomia wrocławska
2. Produkt krajowy brutto
3. Dane testowe
4. Dane panelowe
5. Skoroszyt Excela
6. Statystyki podsumowujące
7. Zakładka „Analiza danych”
8. Korelacja wzajemna zmiennych
9. Macierz wartości zmiennych zestandaryzowanych
10. Odległość Euklidesowa

* * *

Zaprezentowany przykład klasyfikacji obiektów (w naszym przykładzie podregionów) według metody „*Taksonomia wrocławska*” może być kanwą do wykorzystania procedury do innych zastosowań, zwłaszcza w medycynie, biologii, demografii, edukacji, usługach itp. Zwróćmy uwagę na występowanie dużych aglomeracji miejskich jako samodzielnych grup. Grupę G_{16} stanowią podregiony dla których średnia cech (zmiennych) odbiega znacznie np. od grupy G_1 , czyli „miasto Warszawa”.

Średnia/Cecha	X_2	X_3	X_4	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
G_{16}	1,0	-2,4	305,3	63,7	41,6	2,4	8,8	322,5
G_1	-0,6	4,8	466,0	639,1	49,4	8,1	21,0	117,5

Objaśnienie poszczególnych zmiennych podano na początku tego materiału. Porównując średnie w obserwowanym roku 2006 (ze względu na wcześniej zgromadzone dane) nastąpił spadek przyrostu naturalnego na 1000 ludności w G_1 . W podregionach grupy G_{16} wystąpiło znaczne ujemne saldo migracji wewnętrznych i zagranicznych na popyt stały (na 1000 ludności).

Mniejsze podregiony (Grupa G_{16}) charakteryzują się mniejszą liczbą stwierdzonych przestępstw na 1000 ludności. Występuje duża dysproporcja pracujących w tys. w obszarze usług rynkowych i pozarynkowych (zob. X_7) oraz prawie czterokrotnie większa liczba mieszkań oddanych do użytkowania na 1000 ludności, gdy porównamy podregion „miasto Warszawa”, a średnia podregionów grupy G_{16} .

Zachęcam Czytelnika do przeprowadzenia klasyfikacji podregionów np. dla roku 2018 lub podjęcie trudu opracowania klasyfikacji obiektów z obszaru własnej pracy badawczej.

28. Modelowanie ekonometryczne zjawiska^{575 576}

28.1. Tekst przykładu

Dla podanych szeregów czasowych 12. okresowych (styczeń – grudzień) zjawiska badanego (zmiennnej objaśnianej) oraz pięciu czynników sprawczych (zmiennych objaśniających) zbuduj funkcją REGLINP Excela model wielowymiarowy. Pomiń stałą a_0 poprzez opcję (FAŁSZ) oraz uwzględnij podstawową statystykę opisową – opcja PRAWDA. Sprawdź współczynnik determinacji dla zmiennych oraz dopasuj do nich odpowiedni stopień funkcji wielomianowych.

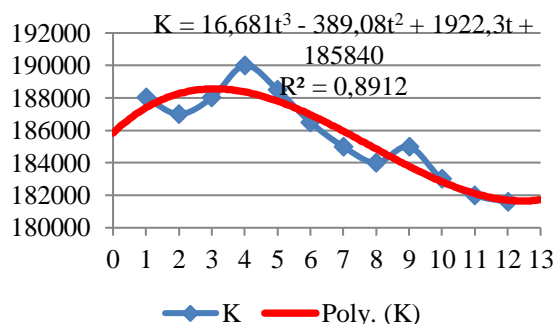
Określ macierz współczynników korelacji, statystykę rozszerzoną korzystając z menu: *Dane/Analiza danych*, a następnie określ współczynniki zmienności. Porównaj dane modelowe z empirycznymi dla dwóch przykładów modeli zmiennej K , przy czym zmienne podane w zł są następujące: K (Y) – koszty przedsiębiorstwa razem, M (X_1) – koszty materiałów bezpośrednich, Z (X_2) – koszty zakupu, P (X_3) – płace bezpośrednie, U (X_4) – ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia, S (X_5) – koszty sprzedaży. Zrzut z ekranu arkusza Excela, szeregów zmiennej objaśnianej Y oraz zmiennych objaśniających M, Z, P, U, S pokazano na Rycinie 28.1.

	A	B	C	D	E	F
1	K	M	Z	P	U	S
2	188020	60000	1200	28000	6000	5800
3	187000	59000	1150	28500	6500	5850
4	188000	58000	1100	29000	7000	5900
5	190000	59000	1050	28000	8000	5950
6	188500	57000	1100	27000	9000	6000
7	186500	55000	1150	27500	7500	6100
8	185000	53000	1100	28000	7000	6200
9	184000	54000	1050	29000	6500	6100
10	185000	52000	1100	29500	5000	6000
11	183000	53000	1020	29000	5500	5800
12	182000	54000	1040	29500	6500	5900
13	181590	53000	1060	30000	6000	6000

Ryc. 28.1. Dane modelowe do formułowania liniowego wielowymiarowego modelu ekonometrycznego

28.2. Modelowanie zmiennych

Przyjmujemy model liniowy postaci: $K = a_1 M + a_2 Z + a_3 P + a_4 U + a_5 S$, a więc bez stałej a_0 . Formuła funkcji REGLINP jest następująca: =REGLINP(wektor K; macierz (M do S), FAŁSZ, PRAWDA). Najpierw jednak dobierzmy modele wielomianowe poszczególnych zmiennych. Na początek model zmiennej objaśnianej Y dla 12 obserwacji w okresach czasowych (t) – zob. Rycina 28.2.



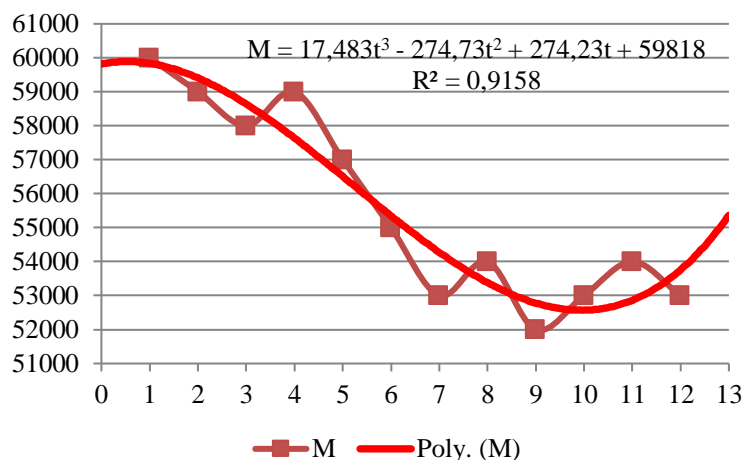
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc.28.2. Dane modelowe do formułowania liniowego wielowymiarowego modelu ekonometrycznego

⁵⁷⁵ W opracowaniu wykorzystano funkcje Excela.

⁵⁷⁶ Opracowanie uwzględnia fragmenty tekstów zawarte w rozdziale 22. autora w książce autora: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

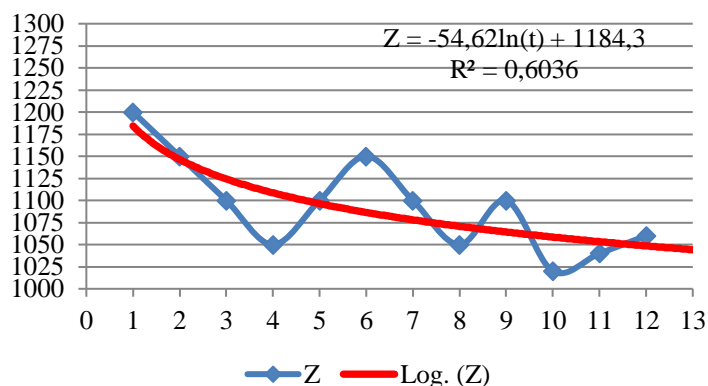
Dla modelu wielomianowego 3-go stopnia występuje wysoki współczynnik determinacji R^2 , co świadczy o dobrym dopasowaniu modelu do danych empirycznych. Zobaczmy teraz modele dla kolejnych 5. zmiennych objaśniających M , Z , P , U , S .



Ryc. 28.3 Model zmiennej M

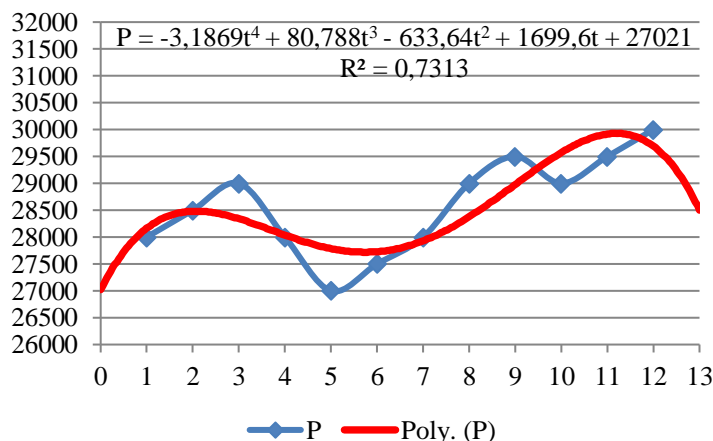
Tu również model wielomianowy 3-go stopnia bardzo dobrze odzwierciedla obserwacje zmiennej objaśniającej M .

Dla zmiennej Z próba dobrania odpowiedniego modelu wielomianowego okazała się nie udana i z tego względu zastosowano trend logarytmiczny (zob. Rycina 28.4).



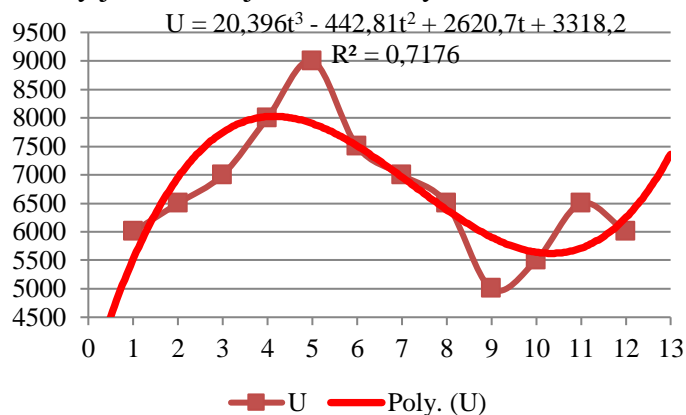
Ryc. 28.4. Model zmiennej Z

Spróbujmy teraz dobrać trend wielomianowy dla zmiennej P . Zaszła tu potrzeba zastosowania trendu wielomianowego 4-go stopnia, dla którego współczynnik determinacji R^2 jest zadawalający.



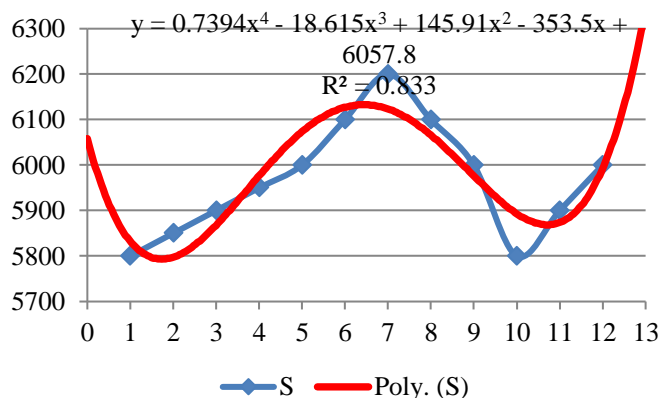
Ryc. 28.5. Model zmiennej P

Z ciekawości zobaczymy jaki model jest adekwatny dla zmienności U.



Ryc. 28.6. Model zmiennej U

Pozostało nam jeszcze modelowanie zmiennej S, dla której – jak się okazało, trend wielomianowy 4-go stopnia jest odpowiedni.



Ryc. 28.7. Model zmiennej S

28.3. Wyznaczenie współczynników korelacji

Dla wyznaczenia macierzy symetrycznej współczynników korelacji zmiennych modelu skorzystajmy z zakładki *Dane* a w ramach niej z opcji *Analiza danych* (zob. Rycina 28.8).

	K	M	Z	P	U	S
3	188020	60000	1200	28000	6000	5800
4	187000	59000	1150	28500	6500	5850
5	188000	58000	1100	29000	7000	5900
6	190000	59000	1050	28000	8000	5950
7	188500	57000	1100	27000	9000	6000
8	186500	55000	1150	27500	7500	6100
9	185000	53000	1100	28000	7000	6200
10	184000	54000	1050	29000	6500	6100
11	185000	52000	1100	29500	5000	6000
12	183000	53000	1020	29000	5500	5800
13	182000	54000	1040	29500	6500	5900
14	181590	53000	1060	30000	6000	6000

Ryc. 28.8. Okno dialogowe „Korelacja” do wygenerowania macierzy współczynników korelacji zmiennych

Po akceptacji OK pojawia się nam wygenerowana przez Excel macierz symetryczna współczynników korelacji między zmiennymi: K, M, Z, P, U, S (zob. Rycina 28.9).

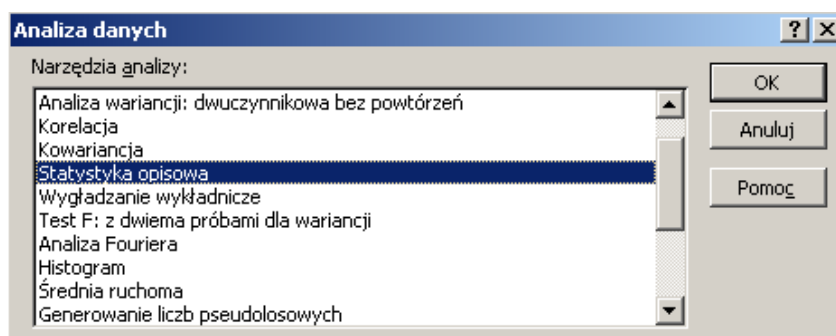
	I	J	K	L	M	N	O
1							
2		K	M	Z	P	U	S
3	K	1					
4	M	0,8115	1				
5	Z	0,5109	0,5395	1			
6	P	-0,7287	-0,5002	-0,4813	1		
7	U	0,6001	0,4386	0,0650	-0,7558	1	
8	S	-0,1118	-0,4778	-0,0776	-0,1953	0,3041	1

Ryc.28.9. Macierz współczynników korelacji zmiennych

Zwróćmy uwagę z jaką dokładnością liczy komputer, bo aż 15 miejsc po przecinku. Do modelu ekonometrycznego powinny wejść zmienne silnie skorelowane ze zmienną objaśnianą K , a słabo skorelowane wzajemnie. Zauważmy słabe skorelowanie zmiennej S względem K i z punktu widzenia miary jaką jest współczynnik korelacji nie powinna ta zmienna wejść do liniowego wielowymiarowego modelu ekonometrycznego zmiennej K .

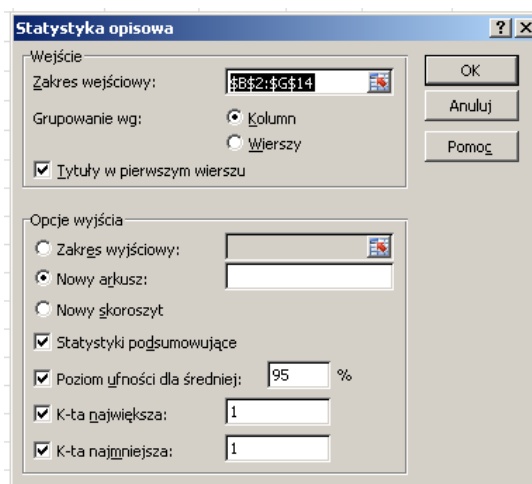
28.4. Statystyka opisowa

Pamięjsze scharakteryzowanie zmiennych wymaga wykonania dla nich statystyki opisowej przy skorzystaniu również z opcji *Analiza danych* w ramach menu *Dane*. Zwróćmy uwagę na Rycinę 28.10 – jak wiele narzędzi analizy zawiera ta opcja.



Ryc. 28.10. Zakładka wyboru narzędzia w ramach Analizy danych

Po wyborze *Statystyka opisowa* pojawia się nam okno dialogowe pokazane na Rycinie 28.11.



Ryc. 28.11. Okno dialogowe definiowania zakresu wejściowego oraz opcji wyjścia

Podstawowa statystyka zmiennych, zgrupowana przez autora kolumnami jako tabela zbiorcza zaprezentowana została na Rycinie 28.12.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Miara zmiennej	<i>K</i>	<i>M</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>	<i>U</i>	<i>S</i>
2	Średnia	185717,5	55583,3	1093,3	28583,3	6708,3	5966,7
3	Błąd standardowy	783,7	820,7	15,3	259,9	316,6	36,1
4	Mediana	185750	54500	1100	28750	6500	5975
5	Tryb	185000	53000	1100	28000	6500	6000
6	Odchylenie standardowe	2714,79	2843,12	53,1436	900,337	1096,65	124,924
7	Wariancja próbki (<i>n</i> -1)	7370075	8083333	2824,24	810606	1202652	15606,1
8	Kurtoza	-1,13	-1,62	-0,17	-0,79	0,53	-0,56
9	Skośność	-0,11	0,37	0,61	-0,18	0,60	0,34
10	Zakres	8410	8000	180	3000	4000	400
11	Minimum	181590	52000	1020	27000	5000	5800
12	Maksimum	190000	60000	1200	30000	9000	6200
13	Suma	2228610	667000	13120	343000	80500	71600
14	Licznik	12	12	12	12	12	12
15	Największy (1)	190000	60000	1200	30000	9000	6200
16	Najmniejszy (1)	181590	52000	1020	27000	5000	5800
17	Poziom ufność (95,0%)	1724,89	1806,43	33,77	572,05	696,78	79,37

Ryc. 28.12. Statystyka opisowa zmiennych

Obliczone odchylenie standardowe stanowi pierwiastek z wariancji próby (*n*-1), zatem nie może być użyte do obliczenia współczynnika zmienności, który ustalany jest dla całej populacji *n*. Współczynnik zmienności, podobnie jak współczynnik korelacji wskazuje nam wstępnie, które zmienne objaśniające nie powinny występować w modelu ekonometrycznym ze względu na prawie stacjonarność wartości obserwacji w poszczególnych okresach szeregu czasowego. Współczynnik zmienności określony jest według wzoru:

$$V_x = \frac{S_x}{\bar{x}} * 100 [\%]$$

gdzie: S_x – odchylenie standardowe populacji, \bar{x} – średnia zmiennej.

Skorzystajmy zatem z funkcji Excela *ODCH.STAND.POPUL(...)* – zob. Rycina 28.13.

	A	B	C	D	E	F	G
1	K						
2	188020						
3	187000						
4	188000						
5	190000						
6	188500						
7	186500						
8	185000						
9	184000						
10	185000						
11	183000						
12	182000	54000	1040	29500	6500	5900	
13	181590	53000	1060	30000	6000	6000	
14	185717,5	55583,3	1093,3	28583,3	6708,3	5966,7	Średnia
15	A2:A14						Odch. stand. pop.
16							Wsp. zmienności

Ryc. 28.13. Okno dialogowe obliczenia odchylenia standardowego populacji zmiennej *K*

Realizację działania funkcji obliczania średniej, odchylenia standardowego oraz procentowego współczynnika zmienności potencjalnych zmiennych formułowanego wielowymiarowego liniowego modelu ekonometrycznego pokazano na Rycinie 28.14.

	A	B	C	D	E	F	G
1	K	M	Z	P	U	S	
2	188020	60000	1200	28000	6000	5800	
3	187000	59000	1150	28500	6500	5850	
4	188000	58000	1100	29000	7000	5900	
5	190000	59000	1050	28000	8000	5950	
6	188500	57000	1100	27000	9000	6000	
7	186500	55000	1150	27500	7500	6100	
8	185000	53000	1100	28000	7000	6200	
9	184000	54000	1050	29000	6500	6100	
10	185000	52000	1100	29500	5000	6000	
11	183000	53000	1020	29000	5500	5800	
12	182000	54000	1040	29500	6500	5900	
13	181590	53000	1060	30000	6000	6000	
14	185717,5	55583,3	1093,3	28583,3	6708,3	5966,7	Średnia
15	2497,2	2615,3	48,9	828,2	1008,8	114,9	Odcch. stand. pop.
16	1,34	4,71	4,47	2,90	15,04	1,93	Wsp. zmienności [%]

Ryc.28.14. Widok fragmentu arkusza Excela z obliczeniem średniej, odchylenia standardowego populacji oraz współczynnika zmienności

Zauważmy, że według kryterium V_x , który powinien być $> 10\%$, tylko zmienna U kwalifikuje się do budowanego modelu, niska też jest zmienność zmiennej objaśnianej K . Jednak dla zaprezentowania szacowania parametrów pierwszego modelu ekonometrycznego pozostawmy dla przykładu wszystkie zmienne.

28.5. Oszacowanie parametrów modeli

Dla zaprezentowania estymacji parametrów pierwszego modelu ekonometrycznego metodą najmniejszych kwadratów pozostaje nam teraz skorzystanie z funkcji REGLINP, dla której okno dialogowe pokazano na Rycinie 28.15. Zaznaczamy obszar generowania parametrów funkcji REGLINP i w pierwszej górnej komórce wpisujemy formułę z uwzględnieniem wektora K i macierzy zmiennych objaśniających:

$$=REGLINP(B2:B13;C2:G13, FAŁSZ; PRAWDA).$$

Wpisanie FAŁSZ oznacza rezygnację ze stałej a_0 w modelu, natomiast podanie PRAWDA określiło żądanie wygenerowania statystyki.

Ryc. 28.15. Definiowanie argumentów funkcji REGLINP

Dodatkowo, dla objaśnienia, przy poszczególnych wierszach zarezerwowanego obszaru podano *Opis*, który jest następujący:

- parametry a_i ;
- standardowy błąd oszacowania parametrów a_i ;
- współczynnik determinacji R^2 , odchylenie standardowe reszt S_e ;
- statystyka F , ilość stopni swobody iss ;
- regresyjna suma kwadratów (ESS),
- resztowa suma kwadratów (RSS).

Akceptacja tej funkcji macierzowej odbywa się trzema klawiszami jednocześnie: <Ctrl> + <Shift> + <Enter>, a rezultat działania programu zaprezentowano na Rycinie 28.16.

I	J	K	L	M	N
a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	Opis
17,84	-0,43	0,325	-3,22	1,374	parametry a_i
6,945	1,464	1,179	21,98	0,452	standardowy błąd szacunku parametrów a_i
1,00	2126	#N/D!	#N/D!	#N/D!	współczynnik determinacji R^2 , odchylenie standardowe reszt S_e
18312	7	#N/D!	#N/D!	#N/D!	statystyka F , ilość stopni swobody $iss = n - k = 12 - 5 = 7$
4E+11	3E+07	#N/D!	#N/D!	#N/D!	regresyjna suma kwadratów (ESS), resztowa suma kwadratów (RSS)

Ryc. 28.16. Parametry i statystyka modelu

Tak więc nasz model ze wszystkimi wstępnymi zmiennymi objaśniającymi jest następujący:

$$K^* = a_1 M + a_2 Z + a_3 P + a_4 U + a_5 S = 1,374 * M - 3,22 * Z + 0,325 * P - 0,43 * U + 17,84 * S$$

Dla modelu ekonometrycznego liniowego wielowymiarowego zalecane jest zamiast R^2 zastosowanie współczynnika korelacji wielorakiej⁵⁷⁷, ale to pozostawia się jako ćwiczenie dla Czytelnika. Określenie modelu ekonometrycznego zmiennej K umożliwia nam obliczenie wygasłych prognoz K^* zmiennej *Koszty przedsiębiorstwa razem*. Na Rycinie 28.17 pokazano przykład formuły występującej w komórce H2, która korzysta z adresowania bezwzględnego z \$ i względnego o następującej postaci:

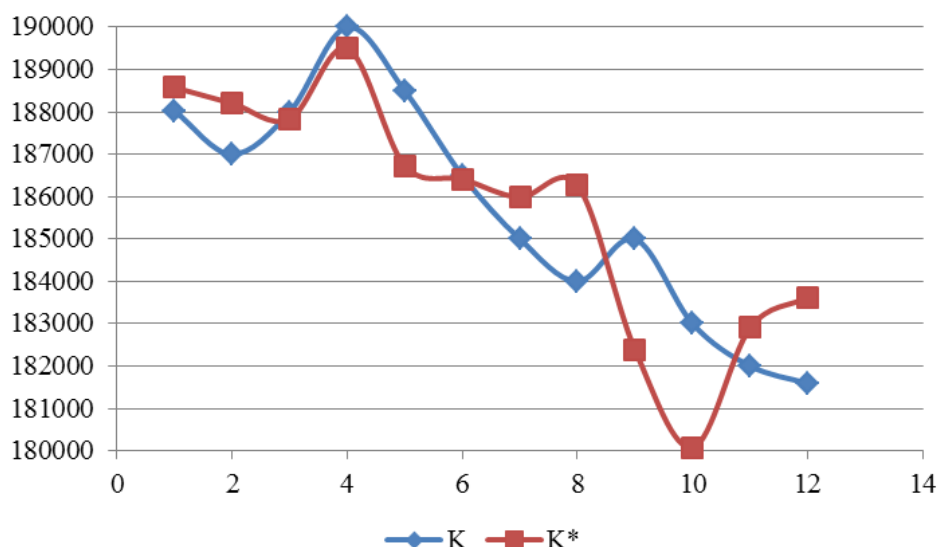
$$= \$N\$2 * C2 + \$M\$2 * D2 + \$L\$2 * E2 + \$K\$2 * F2 + \$J\$2 * G2.$$

H2		fx = \$N\$2*C2+\$M\$2*D2+\$L\$2*E2+\$K\$2*F2+\$J\$2*G2												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	T	K	M	Z	P	U	S	K*		a_5	a_4	a_3	a_2	a_1
2	1	188020	60000	1200	28000	6000	5800	188576		17,8367	-0,4278	0,3246	-3,2204	1,3744
3	2	187000	59000	1150	28500	6500	5850	188203						
4	3	188000	58000	1100	29000	7000	5900	187830						
5	4	190000	59000	1050	28000	8000	5950	189505						
6	5	188500	57000	1100	27000	9000	6000	186734						
7	6	186500	55000	1150	27500	7500	6100	186412						
8	7	185000	53000	1100	28000	7000	6200	185984						
9	8	184000	54000	1050	29000	6500	6100	186274						
10	9	185000	52000	1100	29500	5000	6000	182385						
11	10	183000	53000	1020	29000	5500	5800	180073						
12	11	182000	54000	1040	29500	6500	5900	182902						
13	12	181590	53000	1060	30000	6000	6000	183623						

Ryc. 28.17. Wartości rzeczywiste i modelowe zmiennej objaśnianej K

Porównajmy teraz na wykresie ułożenie się danych rzeczywistych K oraz modelowych K^* dla poszczególnych 12. obserwacji.

⁵⁷⁷ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, część I, s. 99, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.



Ryc. 28.18. Prezentacja graficzna wartości rzeczywistych i modelowych zmiennej objaśnianej

Usuńmy teraz, biorąc pod uwagę niskie współczynniki korelacji między zmiennymi $K \rightarrow Z$ oraz $K \rightarrow S$ zmienne Z i S . Uzyskamy wówczas parametry oraz statystykę modelu liniowego wielowymiarowego drugiego rodzaju zaprezentowaną na Rycinie 28.19.

a_4	a_3	a_1	Opis
2,5738	3,5645	1,1969	parametry a_i
1,12	0,54	0,35	standardowy błąd szacunku parametrów a_i
0,9997	3413,7	#N/D!	współczynnik determinacji R^2 , odchylenie standardowe reszt S_e
11838	9	#N/D!	statystyka F, ilość stopni swobody $iss = n - k = 12 - 3 = 9$
4E+11	1E+08	#N/D!	regresyjna suma kwadratów (ESS), resztowa suma kwadratów (RSS)

Ryc. 28.19. Parametry i statystyka modelu po usunięciu Z i S

Tak więc model według parametrów odczytanych z ryciny 28.19 jest postaci:

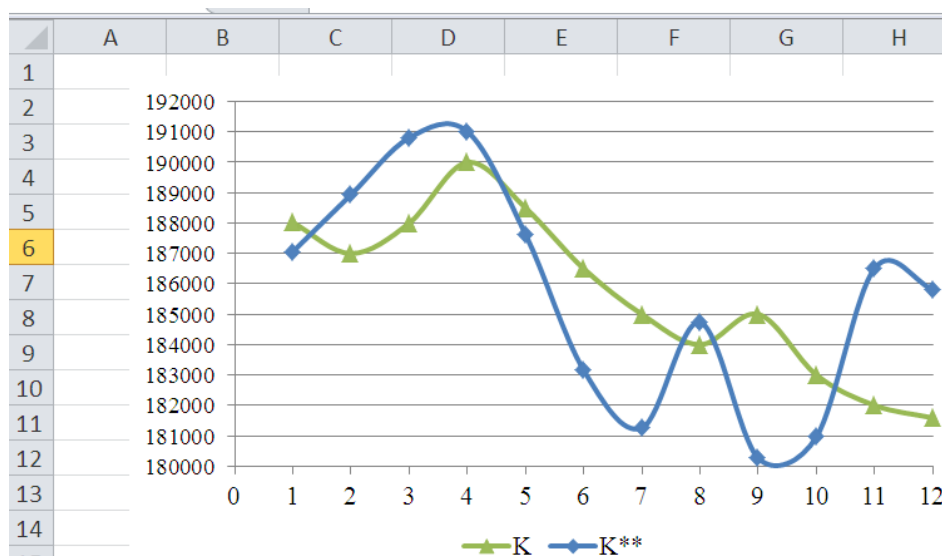
$$K^* = a_1 M + a_3 P + a_4 U = 1,1969 * M + 3,5645 * P + 2,5738 * U$$

Pozostaje nam teraz ponowne obliczenie wartości modelowych, lecz tym razem dla trzech zmiennych objaśniających M, P, U (zob. Rycina 28.20).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	T	K	M	P	U	K*		a_4	a_3	a_1
2	1	188020	60000	28000	6000	187063		2,5738	3,5645	1,1969
3	2	187000	59000	28500	6500	188935				
4	3	188000	58000	29000	7000	190807				
5	4	190000	59000	28000	8000	191014				
6	5	188500	57000	27000	9000	187629				
7	6	186500	55000	27500	7500	183157				
8	7	185000	53000	28000	7000	181258				
9	8	184000	54000	29000	6500	184733				
10	9	185000	52000	29500	5000	180261				
11	10	183000	53000	29000	5500	180962				
12	11	182000	54000	29500	6500	186515				
13	12	181590	53000	30000	6000	185814				

Ryc. 28.20. Wartości rzeczywiste i modelowe modelu po usunięciu Z i S

Obraz graficzny zmiennej K i modelowej drugiego rodzaju oznaczonej dla odróżnienia K^{**} zaprezentowano na Rycinie 28.21.



Ryc. 28.21. Kształtowanie się wartości z obserwacji i modelowych po wykonaniu korekty liczby zmiennych

28.6. Zagadnienia

1. Model ekonometryczny
2. Funkcja REGLINP
3. Zmienne
4. Model wielorównaniowy
5. Współczynnik korelacji
6. Analiza danych w Excelu
7. Odchylenie standardowe
8. Współczynnik zmienności
9. Parametry modelu wielowymiarowego liniowego
10. Wartości modelowe

* * *

Pokazane postępowanie w zakresie formułowania modelu ekonometrycznego wielowymiarowego należy traktować jako zachętę do dalszych badań zwłaszcza w zakresie wyznaczania prognoz krótkookresowych zmiennych objaśniających.

Mając te prognozy możemy określić prognozy krótkookresowe zmiennej objaśnianej, w naszym przykładzie K , czyli kosztów razem przedsiębiorstwa.

Warto też spróbować samemu wyszukiwania zależności przyczynowo-skutkowych dalszych zmiennych ekonomicznych występujących w działalności obiektu produkcyjnego lub usługowego.

29. Budowa i weryfikacja modelu ekonometrycznego w wybranych programach

29.1. Wstęp

Coraz powszechniejsze staje się stosowanie platformy programowej *R* do zagadnień statystyki i ekonometrii. Z tego względu pokazano możliwość sformułowania poleceniami języka *R* modelu ekonometrycznego bazującego na danych statystycznych zawartych w roczniku statystycznym GUS-u⁵⁷⁸. Ponadto przeprowadzono podstawowe przykładowe testy weryfikacji zbudowanego modelu. Oparto się na fragmencie obserwacji zmiennych z okresu 1992-2007 dotyczących liczby bezrobotnych (zmienna objaśniana) oraz zmiennych objaśniających przyjętych w modelowaniu tej zmiennej⁵⁷⁹. Szeregi zaktualizowano o dane z roczników ostatnich oraz poszerzono o obserwacje dotyczące lat 2008-2011 oraz oznaczono w notacji wygodnej do przetwarzania komputerowego (zob. Tabela 29.1).

Tab. 29.1. Wartości obserwacji zmiennych

Rok	<i>t</i>	X3	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X25	X38	X48	X49	X50	X51	X59	X78
1992	1	2394	3467,6	823,0	1042,1	794,7	476,7	287,7	295,16	138,9	404,70	1921,9	18430	4626,8	41,1	5,7
1993	2	2595	3391,8	721,9	999,4	746,5	381,1	239,3	384,25	134,8	550,29	1856,5	18206	4504,2	40,1	5,4
1994	3	2375	3361,4	678,8	996,1	728,1	366,4	235,4	515,49	134,5	708,30	1750,0	18206	4472,6	45,8	5,4
1995	4	2233	3461,1	689,2	1078,6	723,4	414,4	243,5	704,99	131,6	878,29	1648,3	18075	4775,1	59,2	5,4
1996	5	1961	3436,0	684,2	1119,7	721,9	425,3	250,5	900,58	126,7	1112,95	1565,0	19224	4258,9	70,5	5,3
1997	6	1737	3433,4	723,5	1244,8	730,7	487,4	273,3	1088,03	121,9	1300,00	1514,7	19771	4437,4	77,4	5,3
1998	7	1827	3378,7	736,9	1321,1	725,2	552,5	253,0	1277,06	115,7	1527,52	1452,6	20288	4243,5	83,3	5,4
1999	8	2641	3138,4	710,4	1318,4	686,3	583,0	286,9	1428,01	112,5	1700,54	1406,5	20800	4138,6	86,4	5,7
2000	9	2760	2955,0	661,9	1325,0	654,9	614,2	286,7	2622,76	111,1	1904,57	1360,3	21037	3750,8	78,4	5,5
2001	10	3186	2820,6	627,8	1295,6	530,4	637,3	252,1	2821,30	108,0	1897,60	1310,4	21376	3905,8	75,1	5,0
2002	11	3431	2670,5	545,5	1291,1	601,9	671,3	260,0	2930,70	102,6	1886,10	1284,3	21659	3708,1	85,7	5,0
2003	12	3329	2639,1	496,4	1308,0	586,3	699,5	261,8	3017,64	104,2	1918,71	1268,6	22052	3877,2	78,4	5,1
2004	13	3230	2663,1	453,1	1295,4	583,0	700,6	264,6	3111,04	104,0	1966,72	1229,1	22804	3779,1	98,0	5,0
2005	14	3045	2665,4	483,6	1360,7	577,7	695,8	265,2	3252,02	103,8	1954,20	1219,4	26565	3855,3	104,3	5,4
2006	15	2344	2714,3	511,5	1394,2	596,7	723,3	267,6	3421,05	104,9	2106,28	1221,5	27547	3967,0	88,8	5,9
2007	16	1619	2842,4	576,8	1482,8	621,0	780,3	277,0	3720,10	107,9	2290,78	1280,1	27713	3807,0	84,7	6,5
2008	17	1211	2890,7	671,2	1633,5	792,0	743,1	406,7	3986,50	110,1	2558,46	1212,2	28425	3792,2	80,6	6,8
2009	18	1411	2725,4	706,6	1611,5	777,5	740,1	407,4	4232,68	105,4	2706,47	1194,7	28684	3873,6	80,6	6,6
2010	19	1699	2696,1	674,4	1598,7	758,2	767,0	412,0	4388,31	103,9	2805,48	1197,9	29774	4237,3	81,5	5,9
2011	20	2146	2714,2	705,2	1580,3	787,5	775,1	412,2	4633,95	105,6	2872,24	1202,0	29383	3857,1	82,0	5,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie roczników statystycznych GUS-u (lata 1992-2011).

Ze względu na zmianę struktury (sekcje i działy) w roczniku 2011 wartości dla lat 2009, 2010, 2011 i zmiennych X12-X14 pogrupowano następująco:

- X12 – transport, gospodarka magazynowa i łączność:
 - transport i gospodarka magazynowa,
 - informacja i komunikacja.
- X13 – obsługa nieruchomości i firm:
 - obsługa rynku nieruchomości,
 - zakwaterowanie i gastronomia,
 - administrowanie i działalność wspierająca,
 - pozostała działalność usługowa.
- X14 – działalność usługowa komunalna, społeczna i indywidualna:
 - działalność finansowa i ubezpieczeniowa,
 - działalność związana z kulturą, rozrywką i rekreacją.

Niniejsze opracowanie nawiązuje również do pracy autora niniejszego opracowania pt. „*Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*”. Zestawiono w nim szeregi czasowe zmiennych objaśniających (X1-X79) przyjętych z poszczególnych rynków do badania ich wpływu na zmienną objaśnianą *Y* jaką jest produkt krajowy brutto, według cen bieżących w

⁵⁷⁸ Opracowanie bazuje na rozdziale 2.15 w książce autora pt. *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015.

⁵⁷⁹ *Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania – formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne*, red. naukowa T. Pokusa, artykuł W. Wornalkiewicz *Model ekonometryczny zmiennej „liczba bezrobotnych”*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2011.

przeliczeniu na 1 mieszkańca⁵⁸⁰. Dane statystyczne zapisano w formie pliku arkusza kalkulacyjnego Excel, skąd zostały importowane do programu Gretl jako plik *Korelacja.gdt*. Plik ten po rozszerzeniu obserwacji o lata 2008-2011 w zakresie zmiennych X3, X9-X14, X25, X38, X48-X51, X59, X78 o nazwie *Korelacja-roz-X3.gdt* stanowił bazę do wstępnego sformułowania zmodyfikowanego modelu zmiennej X3 – „liczba bezrobotnych” z zastosowaniem programu Gretl⁵⁸¹. Dla ciągłości rozważań w tabeli 29.1 zachowano symbole wybranych zmiennych, a ponadto dla ewentualnego sprawdzenia wartości zmiennych wymieniono także „ścieżki” dojścia do danych w Rocznikach Statystycznych Rzeczypospolitej Polskiej⁵⁸²:

- rynek pracy/aktywność ekonomiczna ludności w wieku 15 i więcej - przeciętne w roku w tys./bezrobotni (X3);
- przeciętne zatrudnienie w tys.: przemysł (X9), budownictwo (X10), handel i naprawy (X11), transport, gospodarka magazynowa i łączność (X12), obsługa nieruchomości i firm (X13), działalność usługowa komunalna, społeczna i indywidualna, pozostałe (X14);
- koszty prac w zł/ogółem na jednego zatrudnionego przeciętnie miesięcznie (X25);
- rynek płacy/wynagrodzenia w mln/wskaźnik - przeciętne miesięczne wynagrodzenie nominalne brutto – rok poprzedni = 100 (X38);
- budżety gospodarstw domowych/przeciętne miesięczne wydatki na 1 gospodarstwo domowe w zł (X48),
- rynek usług komunalnych (w odniesieniu do gospodarstw domowych): zużycie wody z wodociągów w ciągu roku w hm³ (X49), zużycie energii elektrycznej w ciągu roku w GWh (X50), zużycie gazu w sieci w ciągu roku w hm³ (X51),
- rynek edukacji i wychowania (szkoły, uczniowie i studenci w dziesiątkach) / absolwenci – policealne w tys. (X59),
- wskaźnik zawartych małżeństw na 1000 ludności (X78).

29.2. Budowa modelu ekonometrycznego w Gretl

Dla sformułowania modelu ekonometrycznego „liczby bezrobotnych” – po rozszerzeniu bazy danych o wartości z lat 2008-2011 do 20 obserwacji, zapisanych jako plik Gretl-a *Korelacja-roz-X3.gdt* wywołujemy menu: *Model / klasyczna metoda najmniejszych kwadratów*. Następnie wskazujemy zmienną zależną (objaśnianą) X3 oraz zmienne objaśniające X9-X14, X25, X38, X48-X51, X59, X78. Rezultatem pracy programu jest raport *modelu1* zamieszczony w Tabeli 29.2 obejmujący estymację parametrów modelu zwanych współczynnikami.

Tab. 29.2. *Oszacowanie parametrów modelu X3 dla 20 obserwacji (model 1)*

Zmienna	Współczynnik	Błąd stand.	Statystyka t	Wartość p	
const	11037,4	6207,87	1,7780	0,13555	
X9	-5,18169	2,50564	-2,0680	0,09348	*
X10	2,30576	2,81819	0,8182	0,45048	
X11	2,05037	4,56698	0,4490	0,67225	
X12	-0,983977	3,34782	-0,2939	0,78063	
X13	0,599386	2,6107	0,2296	0,82751	
X14	-2,87111	8,04704	-0,3568	0,73581	
X25	-0,663503	0,506457	-1,3101	0,24712	
X38	82,6385	79,3045	1,0420	0,34513	
X48	0,250775	0,882549	0,2841	0,78769	
X49	0,143198	3,20708	0,0447	0,96611	
X50	-0,0689788	0,0748771	-0,9212	0,39920	
X51	-0,191685	0,423229	-0,4529	0,66959	
X59	14,6661	15,441	0,9498	0,38582	
X78	-604,484	302,113	-2,0009	0,10183	

Zródło: Opracowanie własne w programie Gretl.

⁵⁸⁰ Wornalkiewicz W., *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*, tab. 3.3, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013

⁵⁸¹ Początkowy model zaproponował autor w artykule *Model ekonometryczny zmiennej „liczba bezrobotnych”* w ramach monografii *Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania – formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne*, op.cit. s. 172.

⁵⁸² *Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania - formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne*, red. naukowa T. Pokusa, op.cit. s. 172.

Ponadto otrzymujemy również statystykę opisową obejmującą cechy:

- średnia arytmetyczna zmiennej zależnej = 2358,7;
- odchylenie standardowe zmiennej zależnej = 664,528;
- suma kwadratów reszt = 205105;
- błąd standardowy reszt = 202,536;
- współczynnik determinacji $R^2 = 0,975555$;
- skorygowany współczynnik determinacji = **0,907108**;
- statystyka $F(14, 5) = 14,2527$ (wartość $p = 0,00419$);
- logarytm wiarygodności = -120,734;
- kryterium informacyjne Akaike'a = 271,468;
- kryterium bayesowskie Schwarz = 286,404.

Na zakończenie raportu występuje podpowiedź, którą ze zmiennych usunąć dla poprawy modelu: „Wyłączając stałą największa wartość p jest dla zmiennej X_{49} ”. Dalej w kolejnych iteracjach kierując się podpowiedziami Gretl-a usuwamy kolejno X_{49} , X_{48} , X_{13} , X_{12} , X_{51} , X_{11} , X_{14} , X_{59} , X_{38} , X_{10} , X_{50} , czyli zmienne dla których prawdopodobieństwo popełnienia błędu jest duże. W efekcie końcowym procesu iteracyjnego uzyskano następujący model.

Tab. 29.3. Oszacowanie końcowe parametrów modelu

Zmienna	Współczynnik	Błąd stand.	Statystyka t	Wartość p	
const	16749	1061,19	15,7832	<0,00001	***
X_9	-3,317	0,369783	-8,9701	<0,00001	***
X_{25}	-0,668989	0,0910932	-7,3440	<0,00001	***
X_{78}	-501,059	107,708	-4,6520	0,00027	***

Źródło: Opracowanie własne w programie Gretl.

Zwróćmy uwagę na wybrane elementy statystyki opisowej wskazujące na dobre dopasowanie modelu do danych empirycznych, a mianowicie:

- suma kwadratów reszt = 519489;
- błąd standardowy reszt = 180,189;
- współczynnik determinacji $R^2 = 0,938085$
- skorygowany współczynnik determinacji = **0,926476**;
- statystyka $F(3, 16) = 80,8061$ (wartość $p < 0,00001$);
- logarytm wiarygodności = -130,027;
- kryterium informacyjne Akaike'a = 268,055;
- kryterium bayesowskie Schwarz = 272,038.

W Tabeli 29.2 oraz 29.3 warto zauważyć graficzne informowanie przez Gretl – w postaci gwiazdek o poziomie α istotności danego parametru: *** $\rightarrow \alpha \leq 0,01$; ** $\rightarrow \alpha = 0,05$; * $\rightarrow \alpha = 0,1$; puste $\rightarrow \alpha > 0,1$. Tak więc występuje niski poziom istotności – popełnienia błędu w oszacowaniu parametrów oraz wysoki skorygowany współczynnik determinacji $\bar{R}^2 = 0,926476$.

Wprowadzenie dodatkowych czterech dalszych obserwacji wpłynęło na istotną zmianę struktury modelu liniowego wielowymiarowego w stosunku do wcześniejszego przy 16. obserwacjach, który w tabeli cytowanego artykułu był następujący⁵⁸³:

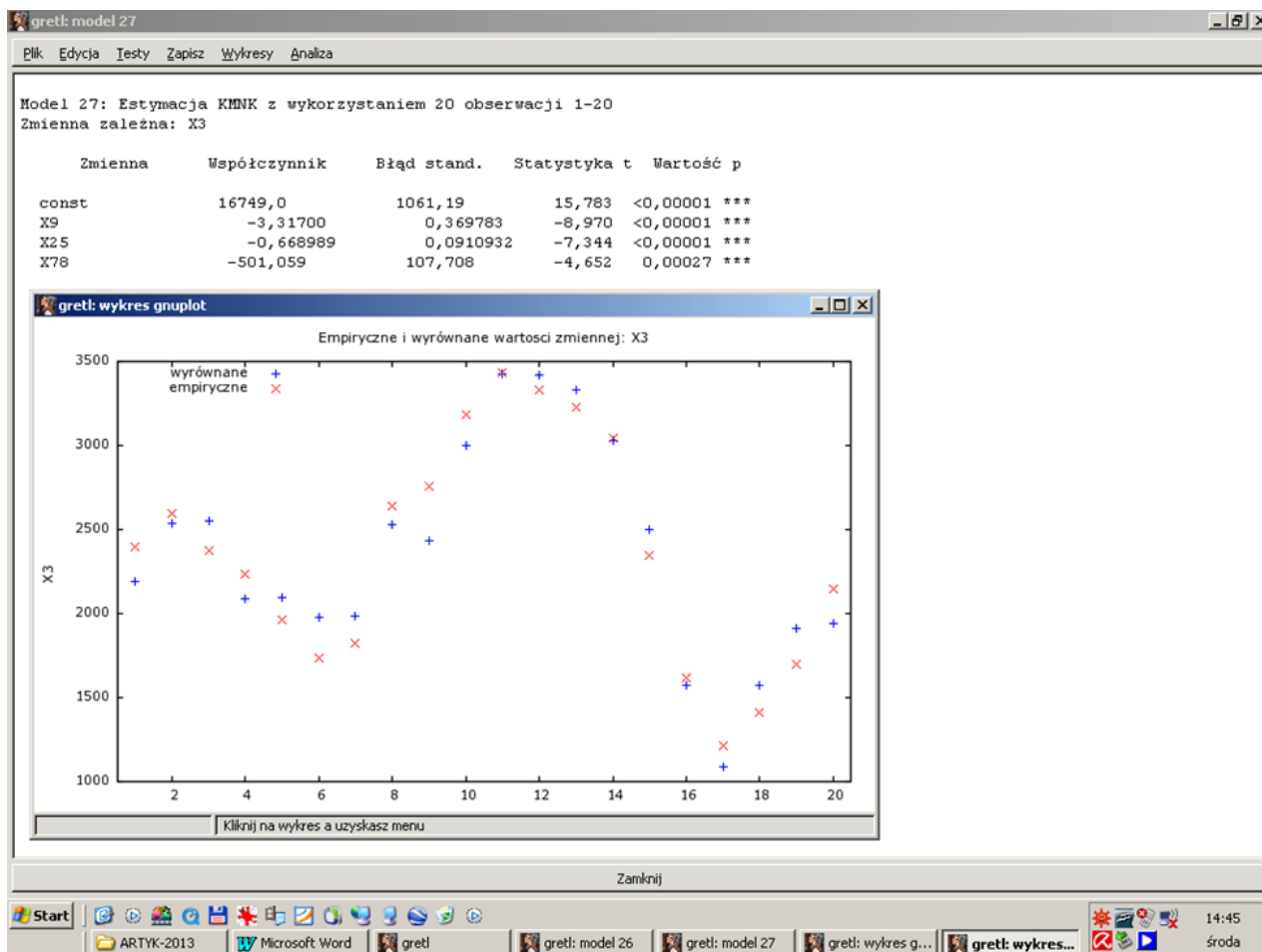
$$X_3^{\wedge} = 17753,3 - 4,33449X_9 + 3,19675X_{10} - 2,29688X_{13} - 0,88772X_{48} - 0,116366X_{50} + 16,1492X_{59}$$

Warto tu przypomnieć zmienne występujące w naszym rozszerzonym modelu końcowym (zob. Tabela 16.3):

- bezrobotni (X_3),
- przeciętne zatrudnienie w tys. przemysł (X_9),
- koszty pracy ogółem na 1 zatrudnionego - przeciętne miesięczne (X_{25}),
- ilość zawartych małżeństw na 1000 ludności (X_{78}).

⁵⁸³ Artykuł autora: *Model ekonometryczny zmiennej „liczba bezrobotnych”*, op.cit. s. 178.

Przy aktywnym modelu program Gretl umożliwia wykonanie wykresu empirycznych oraz wyrównanych – modelowych wartości zmiennej zależnej X_3 względem 20 obserwacji (zob. Rycina 29.1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 29.1. Widok ekranu z raportem po estymacji parametrów oraz wykresem graficznym wartości empirycznych i modelowych

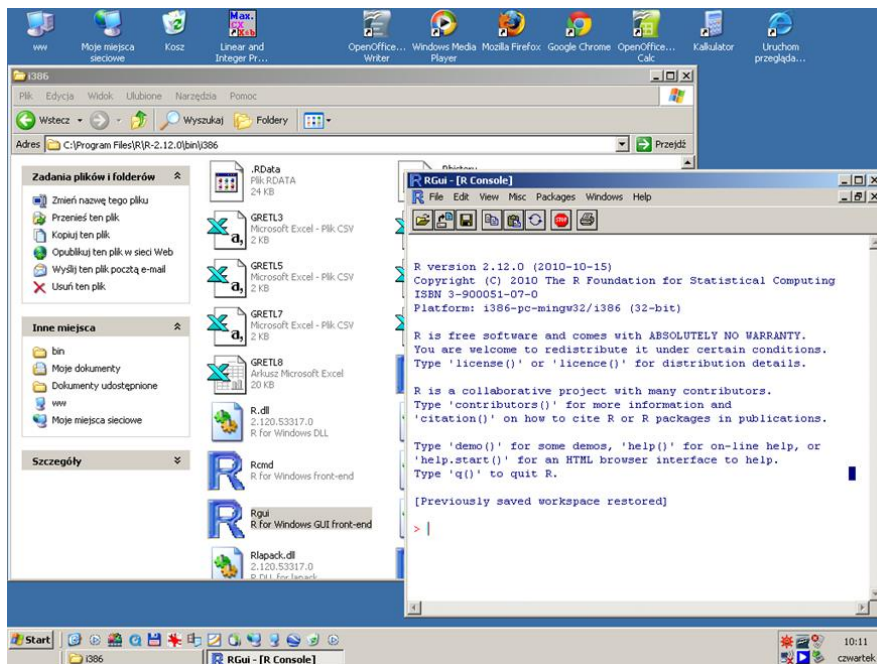
29.3. Przygotowanie do realizacji w programie R

Procedura postępowania mająca na celu sformułowanie pliku danych w postaci tzw. tabeli danych do potrzeb budowy modelu ekonometrycznego przykładowej zmiennej X_3 jest następująca:

1. Skopiowanie tabeli 29.1 zamieszczonej w niniejszej pracy, a zapisanej w formacie Worda do skoroszytu Excela i nadanie mu nazwy *Dane.xls* umieszczając go na przykładowej ścieżce *D:\ARTYK-2013*.
2. Pozostawienie tylko jednego arkusza w ramach skoroszytu i nadanie mu nazwy „Dane-R”.
3. Zmniejszenie szerokości kolumn szeregów danych ze standardowej 8.43 na 7, celem zmieszczenia danych na ekranie.
4. Sformatowanie zmiennych X_9 - X_{11} , X_{38} , X_{48} , X_{49} , X_{51} , X_{59} , X_{78} z dokładnością do jednego miejsca po przecinku, a zmienną X_{25} dwa miejsca po przecinku. Zabieg ten wynika z faktu występowania supresji zer po skopiowaniu tabeli danych z Worda do Excela.
5. Usunięcie kolumn „Rok” i „t”.

Mając już przygotowane dane przystępujemy do zainicjowania środowiska platformy programowej R zawierającej obszerną strukturę programów⁵⁸⁴.

⁵⁸⁴ Charakterystykę tego środowiska opisano w książce: *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych ...*, wydanie II rozszerzone, Wornalkiewicz W., „Wybrane modele ekonometryczne”, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2012, rozdz. 1.16.



Zródło: Opracowanie własne w programie R.

Ryc. 29.2. Obraz ekranów wywołania programu Rgui trybu okienkowego

Postępowanie w tym zakresie sprowadza się do pozyskania aktualnej wersji szeroko rozumianego programu *R* z Internetu i zapisanie go na ścieżce *D:\Program Files\R\R-2-12.0*⁵⁸⁵. W wyniku instalacji utworzone zostały podkatalogi: *bin* – z plikami wykonywalnymi; *doc* – zawierający dokumentację pakietu *R*; *library* – biblioteka z pakietami programowymi, które można później wywołać funkcją: *install.packages*.

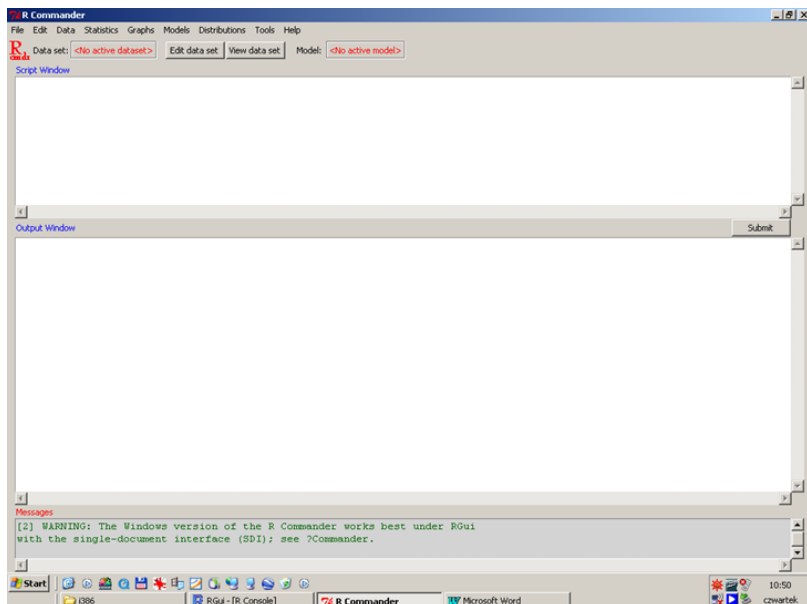
Następnie przystępujemy do otwarcia podkatalogów *bin* i w kolejności *i386*. Tryb okienkowy wywołujemy otwierając program *Rgui.exe*. Zwróćmy uwagę na zamieszczoną Rycinę 29.2 z widocznymi fragmentami ekranów pulpitu, wywołanego trybu okienkowego *Rgui* (*R Console*) ze znakiem zachęty „>” do wprowadzania komend w języku *R*. Jednak wygodniejszy w początkującym kontakcie ze środowiskiem programowym *R* jest tryb nadzorowany zwany także windowsowym. Instalujemy go poleceniem – komendą: *library(Rcmdr)*. Powoduje to przywołanie pakietu *Rcmdr* o ile jest on już wcześniej w bibliotece. Jeśli nie występuje to doinstalowujemy go z Internetu poleceniem: *install.packages („Rcmdr”,dependencies=TRUE)*. Opcja „*dependencies=TRUE*” oznacza pobranie również podpakietów niezbędnych do działania *Rcmdr*⁵⁸⁶. Alternatywnym rozwiązaniem jest skorzystanie z trybu okienkowego *Rgui* i przywołanie programu *Rcmdr* poprzez menu: *Packages/install package(s)...* Obraz ekranu trybu windowsowego z programem *Rcmdr* określony jak *R Commander* pokazano na rycinie 29.3. Zwróćmy uwagę na menu, które obejmuje między innymi grupy funkcji:

- File* – otwarcie i zapisanie zbioru poleceń tzw. zbioru skryptowego;
- Edit* – kopiowanie/wklejanie;
- Data* – założenie zbioru, załadowanie istniejącego, import z....;
- Statistics* – podstawowa statystyka opisowa, testy sumaryczne.
- Graphs* – możliwość wykonania wykresów różnego typu dla pojedynczej zmiennej jak i grupowych;
- Models* – analiza regresji oraz *Distributions* - tablice statystyczne, *Tools* - ładowanie pakietu i różne opcje;
- Help* – opis do poleceń programowych.

Na Rycinie 29.3 widzimy trzy podokna opisowe: *Script Window* – skryptowe (tekstów poleceń), *Output Window* – realizacji – raportów programu na daną sekwencję poleceń, *Messages* – komunikatów – informacji o błędach w trakcie rozpoznania składni poleceń a następnie ich realizacji.

⁵⁸⁵ Wersja R-2-12.0 była aktualna w 2012 roku w trakcie pisania wydania II rozszerzonego książki „*Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych ...*”, op.cit.

⁵⁸⁶ Ibidem, s. 377.

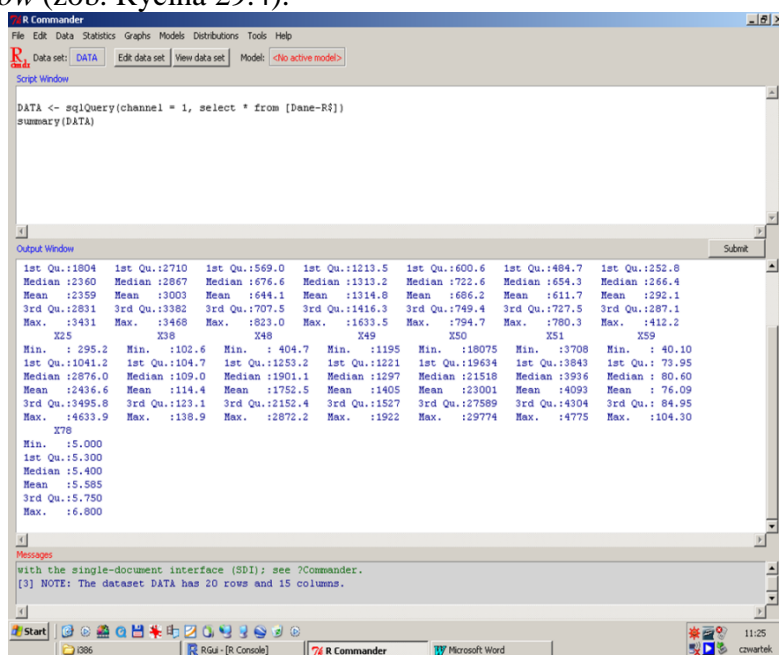


Źródło: Opracowanie własne korzystając ze środowiska programowego R.
Ryc. 29.3. Widok ekranu trybu windowsowego

Jesteśmy teraz w trybie windowsowym o dogodnym dla użytkownika interfejsie. Umożliwia to nam dokonanie importu naszego pliku danych *Dane.xls* z Excela umieszczonego w podkatalogu *D:\ARTYK-2013* korzystając z menu: *Data/Import data/from Excel, Access or dBase data set ...*

Określamy nazwę obiektu jako *DATA* i OK. Pojawia się okno „Otwieranie” i na ścieżce *D:\ARTYK-2013* wskazujemy do pobrania plik *Dane.xls*. W pierwszym oknie tj. skryptowym pojawia się polecenie w języku R, gdyż program dokonuje konwersji naszych „ruchów” w menu na sekwencję języka R: *DATA <- sq1Query(channel = 1, select * from [Dane-R\$])*.

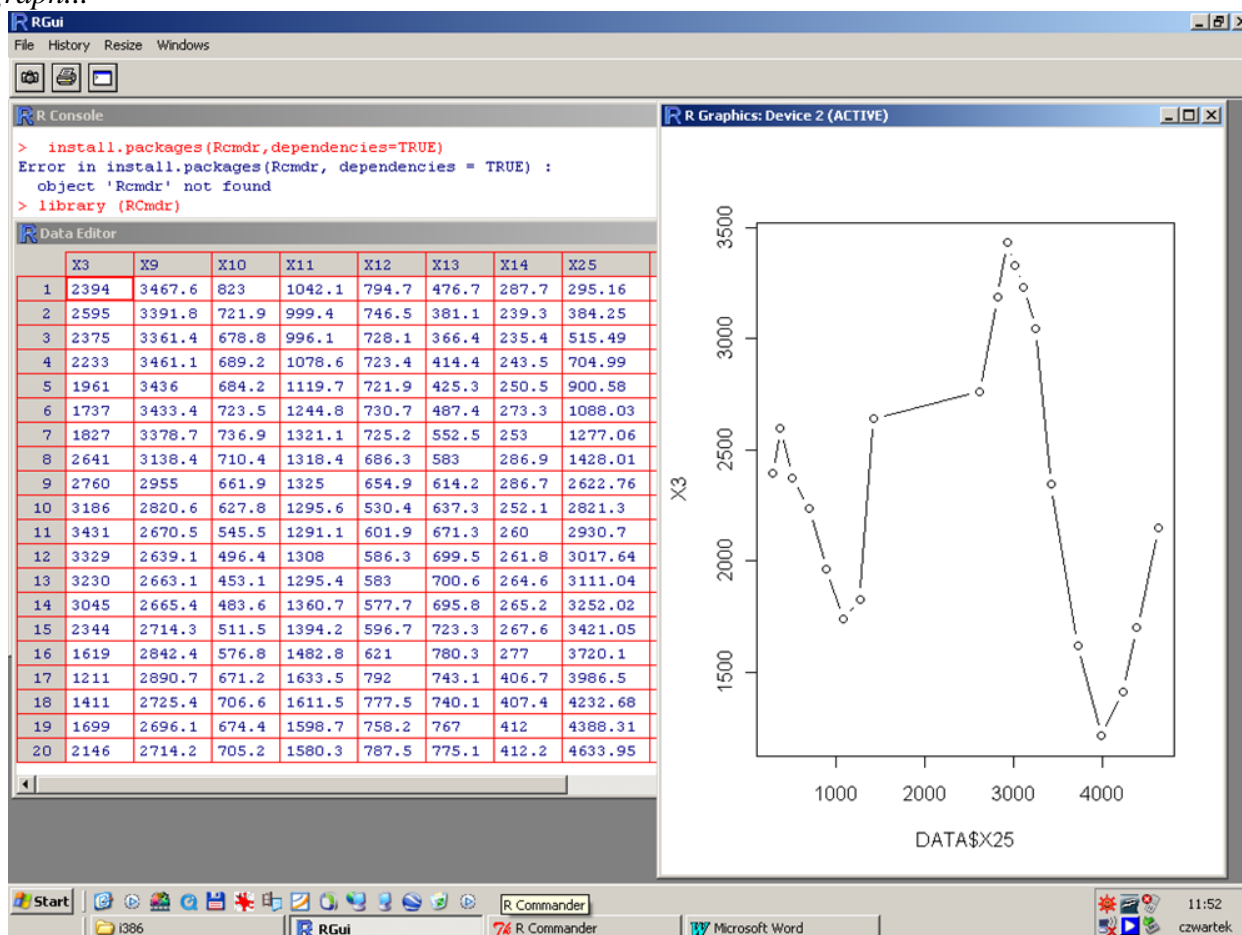
Odpowiedzią programu w oknie wyjścia *Output Window* jest potwierdzenie. Natomiast w oknie komunikatów jest informacja, że traktowany jako tabela danych, importowany plik *Dane.xls* zawiera 20 wierszy (oprócz nagłówka) i 15 kolumn. Po zakończeniu importu mamy aktywną tabelę danych i przystępujemy przykładowo do sporządzenia raportu sumarycznego podstawowych statystyk opisowych naszych 15 zmiennych. korzystając z menu: *Statistics/Summaries/Active dataset*. Odpowiada to poleceniu: *summary (DATA)*. Raport z realizacji tego polecenia ukazał się w oknie *Output Window* (zob. Rycina 29.4).



Źródło: Opracowanie własne korzystając ze środowiska programowego R.
Ryc.29.4. Podstawowa statystyka opisowa

Widzimy tu obliczone dla każdej zmiennej wartości z 20. obserwacji: *Min.* – minimum, *1 st Qu.* – kwartył pierwszy, *Median* – mediana, *Mean* – średnia arytmetyczna, *3 rd Qu.* – kwartył trzeci, *Max.* – maksimum.

Zwróćmy uwagę, że wartości poszczególnych zmiennych z przecinkiem zamienia program na kropkę dziesiętną. Będąc w trybie windowsowym sporządzmy przykładowo wykres liniowy zależności zmiennych $X_3 \sim X_{25}$. Ukazano go na tle fragmentu tabeli danych oraz widoku ekranu okna trybu okienkowego *Rgui* (zob. Rycina 29.5), a realizację tę umożliwi menu: *Graphs/Line graph...*



Źródło: Opracowanie własne w programie R.

Ryc.29.5. Podstawowa statystyka opisowa i wykres zależności zmiennych $X_3 \rightarrow X_{25}$.

Przystąpmy teraz do oszacowania parametrów modelu regresji liniowej wielowymiarowej, poprzez wcześniejsze uaktywnienie tabeli danych przyciskiem *DATA* (zob. rycina 29.4), a następnie wywołanie menu: *Statistics/Fit models/Linear model ...* Pojawia się okno dialogowe w którym określamy ogólnie składnię argumentu „formuła funkcji *lm* dla modelu⁵⁸⁷:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots$$

W odniesieniu do trzech zmiennych naszego końcowego modelu uzyskanego programem Gretl model przyjmuje postać:

$$\hat{X}_3 = \hat{Y} = b_0 + b_1 X_9 + b_2 X_{25} + b_3 X_{78}$$

Program *R* w oknie *Output Windows* dla podprogramu *lm* pokazuje sposób określenia opcji **formuła**, określa statystykę opisową reszt modelu zmiennej zależnej X_3 , a ponadto oszacowanie parametrów modelu liniowego ze zmiennymi X_9 , X_{25} , X_{78} . Sposób zapisu wartości jest w notacji inżynierskiej, przykładowo: $1.675e+04 = 1,675 \times 10^4 = 16750$ (zob. Tabela 29.4).

⁵⁸⁷ Walesiak M., Gatnar E. (red. nauk.), *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009, s. 143.

Porównanie wyników z rezultatem uzyskanym z Gretl-a (zob. Tabela 29.3) wskazuje na identyczność estymacji i uzyskanej statystyki opisowej. Zauważmy, że w *R* występuje też sygnalizacja graficzna błędów istotności poszczególnych parametrów modelu w postaci gwiazdek.

Zobaczmy jeszcze jak radzi sobie środowisko *R* z oszacowaniem regresji zmiennej *X3* z pozostałymi 14. zmiennymi objaśniającymi, które stanowiły wejście do modelu 1. zrealizowanego wcześniej programem Gretl (zob. Tabela 29.2). Możemy to zrealizować korzystając z menu programu *R* w trybie windowsowym lub wprowadzając do okna skryptowego następujące polecenie:

```
LinearModel.3 <- lm(X3 ~ X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X25 + X38 + X48 + X49 + X50 + X51 + X59 + X78, data=DATA)
```

Tab. 29.4. Oszacowanie parametrów dla trzech zmiennych modelu końcowego w programie *R* i dodatkowe informacje wejściowe oraz podstawowa statystyka opisowa

lm(formula = X3 ~ X9 + X25 + X78, data = DATA)					
Residuals:					
	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-239.89	-155.26	12.21	128.91	323.18
Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)	
(Intercept)	1.675e+04	1.061e+03	15.783	3.55e-11	***
X9	-3.317e+00	3.698e-01	-8.970	1.22e-07	***
X25	-6.690e-01	9.109e-02	-7.344	1.65e-06	***
X78	-5.011e+02	1.077e+02	-4.652	0.000266	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Residual standard error: 180.2 on 16 degrees of freedom					
Multiple R-squared: 0.9381; Adjusted R-squared: 0.9265					
F-statistic: 80.81 on 3 and 16 DF; p-value: 7.009e-10					

gdzie:

Intercept – stała *const*,

Estimate – współczynnik (oszacowany parametr),

Std. Error – standardowy błąd oszacowania

t value – wartość statystyki *t*-Studenta,

Pr(>|t|) – poziom istotności w odniesieniu do parametru,

Signif. Codes – oznaczenie graficzne poziomu istotności,

Residual standard error – błąd standardowy reszt,

Multiple R-squared – współczynnik determinacji R^2 ,

Adjusted R-squared – skorygowany współczynnik determinacji,

F-statistic – statystyka *F*,

p-value – poziom istotności modelu.

Źródło: Opracowanie własne programem *lm* pakietu *R*.

Odpowiedzią komputera jest raport z zestawieniem sumarycznym modelu regresji liniowej wielowymiarowej nazwany „*LinearModel.3*”) – zob. Tabela 29.5.

Gdy porównamy z wynikami modelu 1. uzyskanymi z Gretl-a to występują jednak nieznaczące różnice liczbowe w oszacowaniu parametrów modelu, być może jest to kwestia dokładności przeprowadzenia obliczeń. Ze względu na ramy tego opracowania sprawdzimy tylko trzy wiersze z modelem 1. Gretl-a.

Zmienna	Współczynnik	Współczynnik wg Gretl-a	Błąd stand.	Statystyka t	Wartość p
const	11037,4	9833,0	6207,87	1,7780	0,13555
X9	-5,18169	-5,31161	2,50564	-2,0680	0,09348 *
X10	2,30576	2,34751	2,81819	0,8182	0,45048
X11	2,05037	2,20456	4,56698	0,4490	0,67225

Tab. 29.5. Oszacowanie parametrów dla czternastu zmiennych modelu wstępnego w programie R, dodatkowe informacje wejściowe oraz podstawowa statystyka opisowa

```

> summary(LinearModel.3)
-----
Call:
lm(formula = X3 ~ X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X25 + X38 +
    X48 + X49 + X50 + X51 + X59 + X78, data = DATA)
-----
Residuals:
 1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11
-46.41 118.79 -175.16 178.07 -24.31 -120.37 -60.73 104.19 108.12 -43.20 48.21
 12   13   14   15   16   17   18   19   20
-13.98 -121.87 41.02 77.33 -55.06 106.79 -170.12 -34.03 82.72
-----
Coefficients:
              Estimate   Std. Error  t value Pr(>|t|)
(Intercept) 9833.04163 6662.18868  1.476  0.2000
X9          -5.31161  2.37295 -2.238  0.0754 .
X10         2.34751  2.65491  0.884  0.4171
X11         2.20456  4.46969  0.493  0.6428
X12        -0.85295  3.11914 -0.273  0.7954
X13         0.61113  2.51962  0.243  0.8180
X14        -3.76527  7.68213 -0.490  0.6448
X25        -0.63737  0.50188 -1.270  0.2600
X38         88.29286  76.31622  1.157  0.2996
X48         0.36000  0.88948  0.405  0.7024
X49        0.46933  3.17212  0.148  0.8882
X50        -0.07832  0.07615 -1.029  0.3508
X51        -0.16798  0.42598 -0.394  0.7096
X59        17.09851 15.97375  1.070  0.3334
X78       -585.81937 297.79532 -1.967  0.1063
-----
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 199.1 on 5 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9764; Adjusted R-squared: 0.9102
F-statistic: 14.76 on 14 and 5 DF; p-value: 0.003864

```

Zródło: Opracowanie własne programem **lm** pakietu R.

Niedogodnością w raporcie z programu R jest brak podpowiedzi, którą ze zmiennych (oprócz stałej) usunąć w następnej iteracji. Tu musimy się sami kierować maksymalną wartością popełnienia błędu zapisaną w kolumnie *Wartość p*. Według Tabeli 29.5 jest nią zmienna X49 o $p = \mathbf{0,8882}$, czyli taka sama jak w modelu 1. uzyskanym z Gretl-a. Pozostaje nam teraz zorientowanie się jakie możliwości daje menu programu R w zakresie weryfikacji uzyskanego modelu końcowego.

29.4. Weryfikacja podstawowa modelu końcowego

Przyjmijmy sytuację, że etap weryfikacji modelu podanego w Tabeli 29.4 realizujemy po zamknięciu systemu komputerowego. W takiej sytuacji musimy ponownie zainicjować tryb okienkowy wywołując program *Rgui* ze ścieżki: *D:\Program Files\R\Bin\i386*. Następnie instalujemy program trybu windowsowego poleceniem: *library(Rcmdr)*. Pojawia się okno *R Commander* na którym uaktywniamy odpowiednią tabelę danych przyciskiem *Select Data Set*. Zaznaczamy plik *DATA* i naciskamy *OK*. Pojawia się przycisk *DATA* z czcionką w kolorze niebieskim. W kolejności korzystamy z menu: *Statistics/Fit models/Linear Model ...* Wpisujemy formułę naszego modelu: *X3 ~ X9 + X25 + X78* i pojawia się przycisk również ze czcionką w kolorze niebieskim o treści: *LinearModel.1*. Oznacza to uaktywnienie naszego modelu regresji liniowej o trzech zmiennych objaśniających. Możemy teraz przystąpić do weryfikacji modelu korzystając w tym względzie z pięciu testów podstawowych proponowanych przez program R wywołując menu *Models/Numerical diagnostics*, a mianowicie:

1. *Variance-inflation factor* – badanie, czy w modelu nie występuje problem współliniowości.
2. *Breuch-Pagan test for heteroscedasticity* – badanie, czy w próbie na podstawie której estymowano model zmiennej objaśnianej X3 nie występuje niejednorodność wariancji składników losowych.
3. *Durbin-Watson test for autocorrelation* – badanie czy w modelu nie występuje autokorelacja reszt pierwszego stopnia.
4. *RESET test for nonlinearity* – badanie nieliniowości modelu.
5. *Bonferroni outlier test* – sprawdzenie czy w zbiorze danych występują obserwacje nietypowe.

Ponadto wywołując menu: *Statistics/summaries/Shapiro-Wilk test normality* możemy sprawdzić, czy składnik losowy modelu zmiennej objaśnianej X_3 , w przybliżeniu reprezentowany przez reszty ma rozkład normalny.

Wywołanie poszczególnych poleceń menu generuje odpowiednie komendy, które są następnie zapisywane w oknie *Script Window*. Natomiast odpowiedzi programu (raporty) z kropką dziesiętną występują w oknie *Output Window* z powtórzeniem polecenia (zob. Rycina 29.6). Odnośnie badania współliniowości to polecenie i informacja wyniku testu są następujące:

Vif(LinearModel.1)		
X9	X25	X78
8.936837	10.425633	1.859964

W modelu występuje problem współliniowości – nieznaczny, gdyż kryterium jest $VIF_2 > 10^{588}$. Miara ta zwaną czynnikiem inflacji wariancji dla j -tego estymatora parametru

$$VIF_j = \frac{1}{(1 - R_j^2)}$$

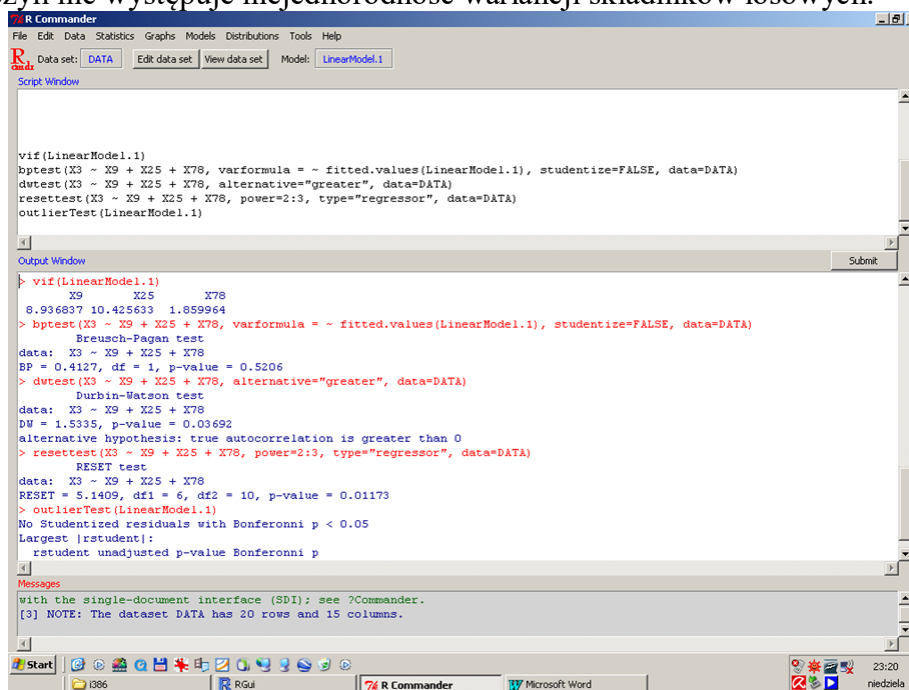
obliczana jest według wzoru:

gdzie: R_j^2 – współczynnik determinacji modelu, w którym zmienna X_j , jest zmienną objaśnianą, a pozostałe z naszych trzech zmiennymi objaśniającymi.

Niejednorodność wariancji składników losowych w próbie, czyli *heteroskedastyczność* występuje przeważnie w modelach bazujących na danych przekrojowych, a takim jest nasz model zmiennej X_3 . Na wykresie 29.6 występuje test Breuscha-Pagana, a polecenie i odpowiedź programu są następujące:

```
bptest(X3 ~ X9 + X25 + X78)
Breusch-Pagan test
data: X3 ~ X9 + X25 + X78
BP = 0,4127, df = 1, p-value= 0,5206.
```

Wartość $p\text{-value} = 0,5206 \geq \alpha = 0,05$, co wskazuje na *homoskedastyczność* składnika losowego⁵⁸⁹, czyli nie występuje niejednorodność wariancji składników losowych.



Źródło: Opracowanie własne w programie R.

Ryc. 29.6. Widok poleceń oraz reakcji programu R na żądania wywołane poprzez menu

⁵⁸⁸ Walesiak M., Gatnar E. (red. nauk.), *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R, op.cit.*, s. 148.

⁵⁸⁹ Ibidem, s. 149.

W badaniu autokorelacji pierwszego stopnia lub inaczey rzędu $AR(1)$ zastosowano test Durбина-Watsona przy założonym poziomie istotności $\alpha = 0,05$. W raporcie występuje polecenie i następująca odpowiedź (zob. Rycina 29.6):

```
dwtest(X3 ~ X9 + X25 + X78, alternative="greater", data=DATA)
data: X3 ~ X9 + X25 + X78
DW = 1.5335, p-value = 0.03692
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0.
```

Test ten wskazuje jednak na występowanie autokorelacji reszt pierwszego stopnia, ponieważ $\alpha = 0,05 > p\text{-value} = 0,03692$. Przyczyny tego zjawiska są różne, a jedną z nich jest dobór zmiennych objaśniających w okresach czasowych.

Sprawdzenie czy składnik losowy ma rozkład normalny. W tym względy zastosujemy test Shapiro-Wilka w odniesieniu do obliczonych reszt ($X3 - X3^{\wedge}$) nazwanych w zbiorze *DATA1* jako *RESZTA*. Musi to być poprzedzone obliczeniem w Excelu wartości teoretycznych modelu końcowego z programu *R* oraz reszt, więc przypomnijmy sobie ten model:

$$\hat{X}_3 = 16750 - 3,317X_9 - 0,669X_{25} - 501,1X_{78}$$

Na Rycinie 29.7 wymieniono polecenia wygenerowania tabeli danych *DANE1* oraz odpowiedź programu na żądanie wykonania testu: *Shapiro-Wilk normality test* na podstawie zmiennej *RESZTA* przy domyślnej wartości poziomu istotności $\alpha = 0,05$.

Widzimy, że $p\text{-value} = 0,2544 > \alpha = 0,05$, zatem nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o normalności składnika losowego.

```

R Commander
File Edit Data Statistics Graphs Models Distributions Tools Help
Data set: DATA1 Edit data set View data set Model: LinearModel.3
Script Window
DATA1 <- sqlQuery(channel = 1, select * from [Dane-R$])
LinearModel.3 <- lm(X3 ~ X9 + X25 + X78, data=DATA1)
summary(LinearModel.3)
shapiro.test(DATA1$RESZTA)
Output Window
Residuals:
  Min       1Q   Median       3Q      Max
-239.89 -155.26   12.21  128.91  323.18
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.675e+04  1.061e+03  15.783 3.55e-11 ***
X9           -3.317e+00  3.698e-01  -8.970 1.22e-07 ***
X25          -6.690e-01  9.109e-02  -7.344 1.65e-06 ***
X78          -5.011e+02  1.077e+02  -4.652 0.000266 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 180.2 on 16 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9381, Adjusted R-squared:  0.9265
F-statistic: 80.81 on 3 and 16 DF, p-value: 7.009e-10
> shapiro.test(DATA1$RESZTA)
      Shapiro-Wilk normality test
data:  DATA1$RESZTA
W = 0.9414, p-value = 0.2544
Messages
[5] NOTE: The dataset DATA has 20 rows and 15 columns.
[6] NOTE: The dataset DATA1 has 20 rows and 16 columns.

```

Źródło: Opracowanie własne w programie *R*.

Ryc. 29.7. Widok poleceń oraz reakcji programu *R* na żądania estymacji modelu i przeprowadzenia testu na normalność składnika losowego

W badaniu występowania w zbiorze danych obserwacji nietypowych, które cechują duże reszty, a po ich wyeliminowaniu następuje poprawa współczynnika determinacji (R^2) wykorzystuje się funkcję **r-student**:

```

outlierTest(LinearModel.1)
No Studentized residuals with Bonferonni p < 0.05
Largest |rstudent|:
rstudent unadjusted p-value Bonferonni p
9 2.012186 0.062517 NA

```

Program wskazał obserwację o numerze **9** jako nietypową ($p\text{-value} > p = 0,05$).

Zachodzi więc potrzeba ponownego oszacowania parametrów modelu końcowego bez tej obserwacji. Z ciekawości porównajmy wartości tej obserwacji ze średnią – *mean* poszczególnych zmiennych modelu.

Rok	t	X3	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X25	X38	X48	X49	X50	X51	X59	X78
Srednia	-	2358,7	3003,3	644,1	1314,9	682,2	611,7	292,1	2436,6	114,4	1752,5	1404,8	23001	4093,4	76,1	5,6
2000	9	2760	2955,0	661,9	1325,0	654,9	614,2	286,7	2622,76	111,1	1904,57	1360,3	21037	3750,8	78,4	5,5

Postępując analogicznie w wyniku kolejnych iteracji wyeliminowano jeszcze obserwacje **19**, **18** oraz **6** uzyskując w efekcie poprawę współczynnika determinacji na $R^2 = 0,9596$ i oszacowanie parametrów modelu:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
(Intercept)	1.583e+04	9.232e+02	17.146	8.35e-10 ***
X9	-3.054e+00	3.292e-01	-9.277	8.01e-07 ***
X25	-6.009e-01	8.041e-02	-7.473	7.50e-06 ***
X78	-5.029e+02	9.754e+01	-5.156	0.000238 ***

oraz raport z realizacji funkcji wyłonienia obserwacji wpływowych:

```

No Studentized residuals with Bonferonni p < 0.05
Largest |rstudent|:
rstudent unadjusted p-value Bonferonni p
6 -1.671100 0.12288 NA

```

Funkcja *r-student* nie proponuje kolejnej obserwacji jako nietypowej do usunięcia z tabeli danych.

Na zakończenie tego opracowania zobaczmy jak można uzyskać w trybie windowsowym programem *R* statystykę opisową obejmującą (średnią – *mean*, odchylenie standardowe – *sd*, kwantyle) korzystając z menu: *Statistics/Summaries/Numerical summaries ...*

Tab. 29.6. Polecenie oraz wartości podstawowej statystyki poszczególnych zmiennych modelu wejściowego

```

> numSummary(DATA[,c("X3", "X9", "X10", "X11", "X12", "X13", "X14", "X25", "X38", "X48", "X49", "X50", "X51", "X59",
+ "X78")], statistics=c("mean", "sd", "quantiles"), quantiles=c(0,.25,.5,.75,1))

```

	mean	sd	0%	25%	50%	75%	100%	n
X3	2358.700	664.527541	1211.00	1804.500	2359.500	2831.250	3431.00	20
X9	3003.260	334.192300	2639.10	2709.675	2866.550	3381.975	3467.60	20
X10	644.095	99.467289	453.10	568.975	676.600	707.550	823.00	20
X11	1314.850	199.076998	996.10	1213.525	1313.200	1416.350	1633.50	20
X12	686.195	84.393243	530.40	600.600	722.650	749.425	794.70	20
X13	611.720	140.931830	366.40	484.725	654.300	727.500	780.30	20
X14	292.145	62.042816	235.40	252.775	266.400	287.100	412.20	20
X25	2436.581	1465.266731	295.16	1041.168	2876.000	3495.813	4633.95	20
X38	114.405	12.278414	102.60	104.725	109.050	123.100	138.90	20
X48	1752.510	736.167686	404.70	1253.237	1901.085	2152.405	2872.24	20
X49	1404.800	230.951980	1194.70	1220.975	1297.350	1527.275	1921.90	20
X50	23000.950	4237.527425	18075.00	19634.250	21517.500	27588.500	29774.00	20
X51	4093.380	328.385402	3708.10	3843.225	3936.400	4303.525	4775.10	20
X59	76.095	17.219923	40.10	73.950	80.600	84.950	104.30	20
X78	5.585	0.523425	5.00	5.300	5.400	5.750	6.80	20

Źródło: Opracowanie własne w programie *R*.

Ponadto przy aktywnej tabeli danych przykładowo *DATA*, modelu regresji liniowej możemy skorzystać z polecenia **fix(DATA)** do pokazania zawartości tablicy danych wejściowych (zob. Rycina 29.8).

	X3	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X25	X38	X48	X49	X50	X51	X59	X78
1	2394	3467.6	823	1042.1	794.7	476.7	287.7	295.16	138.9	404.7	1921.9	18430	4626.8	41.1	5.7
2	2595	3391.8	721.9	999.4	746.5	381.1	239.3	384.25	134.8	550.29	1856.5	18206	4504.2	40.1	5.4
3	2375	3361.4	678.8	996.1	728.1	366.4	235.4	515.49	134.5	708.3	1750	18206	4472.6	45.8	5.4
4	2233	3461.1	689.2	1078.6	723.4	414.4	243.5	704.99	131.6	878.29	1648.3	18075	4775.1	59.2	5.4
5	1961	3436	684.2	1119.7	721.9	425.3	250.5	900.58	126.7	1112.95	1565	19224	4258.9	70.5	5.3
6	1737	3433.4	723.5	1244.8	730.7	487.4	273.3	1088.03	121.9	1300	1514.7	19771	4437.4	77.4	5.3
7	1827	3378.7	736.9	1321.1	725.2	552.5	253	1277.06	115.7	1527.52	1452.6	20288	4243.5	83.3	5.4
8	2641	3138.4	710.4	1318.4	686.3	583	286.9	1428.01	112.5	1700.54	1406.5	20800	4138.6	86.4	5.7
9	2760	2955	661.9	1325	654.9	614.2	286.7	2622.76	111.1	1904.57	1360.3	21037	3750.8	78.4	5.5
10	3186	2820.6	627.8	1295.6	530.4	637.3	252.1	2821.3	108	1897.6	1310.4	21376	3905.8	75.1	5
11	3431	2670.5	545.5	1291.1	601.9	671.3	260	2930.7	102.6	1886.1	1284.3	21659	3708.1	85.7	5
12	3329	2639.1	496.4	1308	586.3	699.5	261.8	3017.64	104.2	1918.71	1268.6	22052	3877.2	78.4	5.1
13	3230	2663.1	453.1	1295.4	583	700.6	264.6	3111.04	104	1966.72	1229.1	22804	3779.1	98	5
14	3045	2665.4	483.6	1360.7	577.7	695.8	265.2	3252.02	103.8	1954.2	1219.4	26565	3855.3	104.3	5.4
15	2344	2714.3	511.5	1394.2	596.7	723.3	267.6	3421.05	104.9	2106.28	1221.5	27547	3967	88.8	5.9
16	1619	2842.4	576.8	1482.8	621	780.3	277	3720.1	107.9	2290.78	1280.1	27713	3807	84.7	6.5
17	1211	2890.7	671.2	1633.5	792	743.1	406.7	3986.5	110.1	2558.46	1212.2	28425	3792.2	80.6	6.8
18	1411	2725.4	706.6	1611.5	777.5	740.1	407.4	4232.68	105.4	2706.47	1194.7	28684	3873.6	80.6	6.6
19	1699	2696.1	674.4	1598.7	758.2	767	412	4388.31	103.9	2805.48	1197.9	29774	4237.3	81.5	5.9
20	2146	2714.2	705.2	1580.3	787.5	775.1	412.2	4633.95	105.6	2872.24	1202	29383	3857.1	82	5.4
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															

Źródło: Opracowanie własne w programie R.

Ryc. 29.8. Zawartość tabeli danych wejściowych

29.5. Zagadnienia

1. Platforma programowa w R
2. Język R
3. Szeregi czasowe zmiennych
4. Menu programu Gretl
5. Klasyczna metoda najmniejszych kwadratów
6. Proces iteracyjny w Gretl
7. Weryfikacja zmiennych w Gretl
8. Tryb okienkowy Rgui
9. Podstawowa statystyka opisowa w R
10. Pisanie kodu w R

* * *

Celem niniejszego opracowania było pokazanie możliwości korzystania z trybu windowsowego programów wywołanych w środowisku pakietu programowego R. Odnośnie budowy oraz weryfikacji modelu ekonometrycznego w „Statystycznej analizie danych ...” prezentowane są przykłady realizacji w trybie skryptowym (tekstowym). Wymaga to jednak szczególowej znajomości struktury i komend języka nazwanego również R.

Ponieważ opracowanie adresowane jest zwłaszcza do studentów, zwłaszcza studiów zaocznych kierunku zarządzanie, którzy łączą pracę zawodową z nauką, szybkie i sprawne posługiwanie się rozbudowanym menu umożliwia im dogodną estymację parametrów jak i sprawdzenie poprawności zbudowanego modelu ekonometrycznego.

Ponadto może stanowić alternatywne, obok innych programów komputerowych, obszerne narzędzie badań statystycznych - w różnych branżach obejmujące nowe elementy z tej dziedziny.

30. Estymowanie parametrów modelu ekonometrycznego programem Gretl⁵⁹⁰

30.1. Wstęp

W badaniach demograficznych występuje potrzeba znajdowania zależności formalnych między cechami przyczynowymi a cechą uważaną jako skutek pewnej działalności w wyniku tych przyczyn. Przykładem zaprezentowanym w niniejszym materiale jest model ekonometryczny zmiennej „Liczba bezrobotnych” w województwie opolskim. Opracowano go korzystając z szeregu 12-okresowego – przekrojowego obejmującego zmienne oznaczone dla potrzeb tej pracy symbolami:

- X3 – liczba bezrobotnych zarejestrowanych ogółem [tys.],
- X9 – przeciętne zatrudnienie w przemyśle [tys.],
- X10 – przeciętne zatrudnienie w budownictwie [tys.],
- X49 – pobór wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności na 1 km² [dam³],
- X50 – zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w miastach [GWh],
- Y1 – absolwenci szkół zawodowych [tys.],
- Y2 – absolwenci liceów ogólnokształcących dla młodzieży [tys.],
- Y3 – absolwenci technikum dla młodzieży [tys.],
- Y4 – absolwenci szkół policealnych [tys.].

Zatem cechą badaną, czyli objaśnianą jest X3, a cechami przyczynowymi – objaśniającymi X9, X10, X49, X50, Y1, Y2, Y3 i Y4. Dane pobrane zostały z roczników statystycznych województw wydanych przez Główny Urząd Statystyczny⁵⁹¹. Procedura postępowania w zakresie tworzenia i weryfikacji zaproponowanego modelu ekonometrycznego bazuje na wcześniejszej publikacji autora dotyczącej modelowania cechy „Liczba bezrobotnych” w odniesieniu do całego naszego kraju⁵⁹². Wtedy wyjściem do opracowania modelu były dane statystyczne obejmujące okres szesnastu lat (1992-2007), z których wybrano intuicyjnie wymienione zmienne pochodzące z określonych rynków roczników statystycznych, nadając im jednak krótkie symbole dla celów przetwarzania komputerowego:

- rynek pracy/aktywność ekonomiczna ludności w wieku 15 i więcej - przeciętne w roku w tys./bezrobotni (X3);
- przeciętne zatrudnienie w tys.: przemysł (X9), budownictwo (X10), handel i naprawy (X11), transport, gospodarka magazynowa i łączność (X12), obsługa nieruchomości i firm (X13), działalność usługowa komunalna, społeczna i indywidualna, pozostałe (X14);
- koszty pracy w zł/ogółem na jednego zatrudnionego przeciętnie miesięcznie (X25);
- rynek płacy/wynagrodzenia w mln/wskaźnik – przeciętne miesięczne wynagrodzenie nominalne brutto – rok poprzedni = 100 (X38);
- budżety gospodarstw domowych/ przeciętne miesięczne wydatki na 1 gospodarstwo domowe w zł (X48);
- rynek usług komunalnych (w odniesieniu do gospodarstw domowych): zużycie wody z wodociągów w ciągu roku w hm³ (X49), zużycie energii elektrycznej w ciągu roku w GWh (X50), zużycie gazu w sieci w ciągu roku w hm³ (X51);
- rynek edukacji i wychowania (szkoły, uczniowie i studenci w dziesiątkach)/absolwenci – policealne w tys. (X59);
- rynek mieszkaniowy/wskaźnik zawartych małżeństw na 10000 ludności (X78).

Jak już nadmieniono zmienne dobrano intuicyjnie, a ich ilość wynikała z warunku Gretl-a: ilość obserwacji > ilość parametrów (zmiennych + 1). Tak więc: 16 obserwacji > 14 zmiennych objaśniających + 1. W efekcie końcowym, po dziesięciu iteracjach z zastosowaniem metody *a posteriori* oraz sprawdzeniu współliniowości zmiennych objaśniających w programie *Gretl*, dobre dopasowanie do szeregu danych rzeczywistych cechy X3 dla Polski wykazały zmienne: X9, X10,

⁵⁹⁰ Opracowanie bazuje na rozdziale 16. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁵⁹¹ Przykładowe odniesienia do źródeł danych statystycznych:

<https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-województw-2015,4,10.html?pdf=1> (lata 2010-2015).

⁵⁹² Wornalkiewicz W., *Model ekonometryczny zmiennej „liczba bezrobotnych”*, opublikowane w ramach monografii *Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania – formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne*, red. naukowa T. Pokusa, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2011.

X48, X50, X59⁵⁹³. Moim zdaniem, istnieje potrzeba zapoznania z procedurami tworzenia modeli z wykorzystaniem dorobku ekonometrii i programu *Gretl*, również przedstawiciele lokalnych urzędów prowadzących statystykę. Myśl ta była przesłaniem do niniejszej publikacji. *Gretl* jest programem bezpłatnie dostępnym w Internecie, a jego nowa wersja lansowana przez T. Kufla ma dogodny interfejs wejścia dla użytkownika. Stronę tytułową tego pakietu pobieranego z witryny www.kufel.torun.pl zaprezentowano na Rycinie 30.1.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 30.1. Strona tytułowa programu Gretl

30.2. Dane wejściowe

Obecne czasy dają możliwość zestawiania danych do szeregów przekrojowych, czyli wielu zmiennych, bezpośrednio ze zasobów internetowych roczników statystycznych województw, opublikowanych i ogólnie dostępnych w formie elektronicznej. Przykład wejścia do rocznika 2016 pokazano na Rycinie 30.2.

Lp. No.	WOJEWÓDZTWA VOIVODSHIPS	Przeciętne zatrudnienie Average paid employment					
		w przemyśle in industry			w budownictwie in construction		
		w tys. in thous.	na 1000 ludności per 1000 population		w tys. in thous.		
		2005	2010	2015	2005	2010	20

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 30.2. Fragment pliku „Rocznik Statystyczny Województw 2016”

Do badań cechy „Liczba bezrobotnych” we województwie opolskim przyjęto okres 2004-2015. Charakteryzował się on dość dynamicznymi zmianami w zakresie gospodarki i układów sprawozdawczości statystycznej, wynikającymi często z zaleceń Unii Europejskiej. Z tego powodu trzeba było poszukiwać dane szeregów czasowych w różnych rocznikach statystycznych na poziomie województw jak i kraju. W dalszych rozważaniach teoretycznych posłużymy się programem *Gretl*. Po uruchomieniu programu *gretl.exe* pojawia się okno dialogowe umożliwiające wprowadzanie danych. *Gretl* sugeruje nam trzy typy danych, a mianowicie szeregi przekrojowe, czasowe oraz panelowe. Wybieramy przekrojowe, gdyż mamy 9 cech – zmiennych, których nazwy kolejno wprowadzamy wywołując zakładkę „Dane” (zob. Rycina 30.3). Po tej operacji mamy wstępnie zaprojektowany model o postaci ogólnej:

$$(X3) = a_0 + a_1(X9) + a_2(X10) + a_3(X49) + a_4(X50) + a_5(Y1) + a_6(Y2) + a_7(Y3) + a_8(Y4)$$

⁵⁹³ Wornalkiewicz W., *Model ekonometryczny zmiennej „Liczba bezrobotnych”*, op.cit., s. 183.

ID #	Nazwa zmiennej	Pełny opis zmiennej
0	const	
1	X3	
2	X9	
3	X10	
4	X49	
5	X50	
6	Y1	
7	Y2	
8	Y3	
9	Y4	

Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.3. Zainicjowanie zmiennych do wprowadzania szeregów czasowych

Na Rycinie 30.3 widzimy, że oprócz nazwy zmiennych możemy też wprowadzić pełny opis poszczególnych zmiennych. Jeśli mamy już utworzony zestaw zmiennych szeregu przekrojowego to w ramach menu głównego występują kolejne zakładki, a w ramach nich m.in. funkcjonalności:

Plik (otwórz dane, dołącz dane z pliku, zapisz dane, zapisz dane jako, eksport danych do pliku, wyślij plik danych e-mail, wyczyść zbiór danych);

Narzędzia (ustawienia, tablice statystyczne, wyznaczenie wartości p , wykresy rozkładów, wykresy funkcji, testy parametryczne, testy nieparametryczne, ziarno generatora poleceń);

Dane (zaznacz wszystko, znajdź zmienną, definiowanie lub edycja listy zmiennych, wybór zmiennych z listy, pokaż wartości, edycja wartości, dodaj obserwację);

Widok (ikony sesji, wykresy zmiennych, wykres wielokrotny, statystyki opisowe, macierz korelacji, tabela krzyżowa, główne składowe, odległość Mahalanobisa);

Dodawanie zmiennych (logarytmy dla wybranych zmiennych, kwadraty dla wybranych zmiennych, indeks obserwacji, generowanie zmiennych losowych, definiowanie nowej zmiennej, definiowanie macierzy);

Próba (zakres prób, restrykcja dla podpróby, losowe podpróby, losowe próby z powtórzeniami, pomija obserwacje z brakującymi danymi, pokaż status danych);

Zmienna (pokaż wartości, edycja atrybutów, kod brakujących danych, statystyki opisowe, testy normalności rozkładu, wykres gęstości, wykres pudełkowy, średnie przedziałowe);

Model (klasyczna metoda najmniejszych kwadratów, metoda zmiennych instrumentalnych, inne liniowe modele, ograniczona zmienna zależna, nieliniowa metoda najmniejszych kwadratów, model równań współzależnych);

Pomoc (opis poleceń *Gretla*, opis funkcji *Gretla*, pakiety, skróty klawiszowe, przewodnik pakietu funkcji).

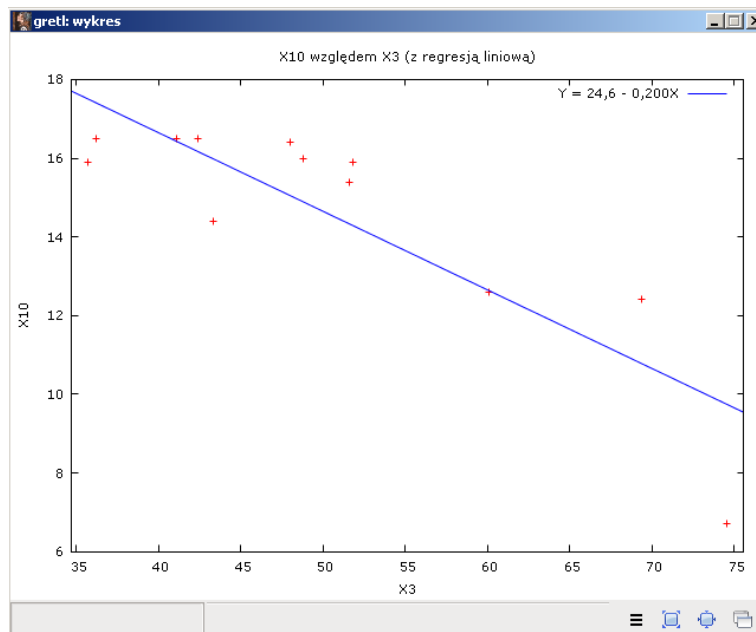
Wprowadźmy teraz do pliku o nazwie *Dane.gdt* dane statystyczne szeregu przekrojowego. Obejmują one jak już wspomniałem 12 okresów rocznych dla zmiennych X3, X9, X10, X49, X50, Y1-Y4 (zob. Ryc. 30.3). Widok wprowadzonego szeregu przekrojowego w tys. pokazano na Rycinie 30.4.

	X3	X9	X10	X49	X50	Y1	Y2	Y3	Y4
1	74,6	59,0	6,7	20,6	392,4	1,2	11,2	5,7	1,8
2	69,4	65,0	12,4	13,2	404,3	2,4	8,0	4,1	2,2
3	60,1	65,5	12,6	13,6	416,2	2,6	7,7	2,5	2,5
4	43,3	66,0	14,4	14,0	408,5	2,3	6,7	2,5	2,2
5	35,7	67,1	15,9	13,0	423,0	2,3	6,4	2,8	1,9
6	41,1	64,3	16,5	12,8	423,3	2,3	6,3	3,3	2,0
7	48,8	62,8	16,0	13,0	470,2	2,5	5,6	3,2	2,1
8	48,0	60,6	16,4	12,9	428,5	2,5	4,7	3,7	1,9
9	51,8	59,8	15,9	13,0	420,5	2,1	4,4	3,4	1,9
10	51,6	56,7	15,4	12,4	417,3	2,0	4,3	3,2	2,1
11	42,4	56,8	16,5	12,7	395,5	1,3	3,8	3,1	1,8
12	36,2	58,1	16,5	14,1	380,1	1,7	3,5	3,1	1,3

Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.4. Szereg przekrojowy zmiennej objaśnianej (zależnej) i zmiennych objaśniających (niezależnych)

Przykładowo skorzystajmy z funkcji (*Widok/Wykresy zmiennych/Wykres rozrzutu X-Y*) i zobaczmy czy jest zależność między wartościami zmiennej „Liczba bezrobotnych” a „Liczba absolwentów technikum”. Łatwo zauważyć, że ze wzrostem liczby absolwentów technikum (X_{10}) maleje liczba bezrobotnych (X_3) – zob. Rycina 30.5, a równanie regresji liniowej podane na Rycinie 30.5 jest następujące: $(X_3) = 24,6 - 0,2 (X_{10})$.

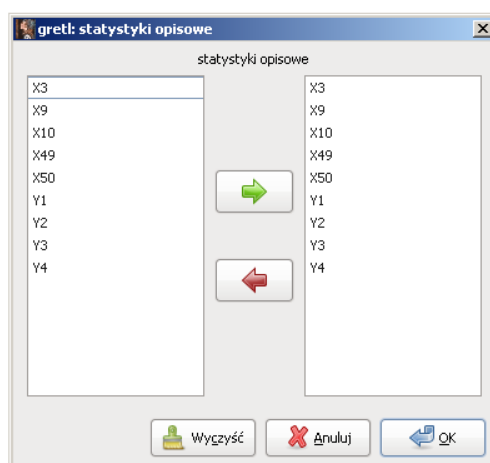


Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.5. Wykres liniowy zależności: $(X_3) \rightarrow (X_{10})$

Zachęteni tym przykładem, przejdziemy dalej do szukania zależności wielowymiarowej między zmienną zależną (X_3) a innymi zmiennymi niezależnymi, przyjętymi intuicyjnie w tym opracowaniu do modelu ekonometrycznego.

Występowanie danych w programie *Gretl* umożliwia mu wygenerowanie statystyki opisowej dla wszystkich zmiennych lub selektywnie wybranych (zob. Rycina 30.6), przy czym występuje możliwość wyboru opcji: standardowa, rozszerzona.



Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.6. Okno dialogowe wyboru zmiennych do statystyki opisowej

Zakres statystyki rozszerzonej obejmuje dodatkowo współczynnik zmienności, skośność oraz kurtozę (zob. Rycina 30.7). Kurtozę jest miarą smukłości lub płaskości rozkładu danych szeregu zmiennej, natomiast skośność charakteryzuje niesymetryczność rozkładu zmiennej względem jej średniej.

	Średnia	Mediana	Minimalna	Maksymalna
X3	50,250	48,400	35,700	74,600
X9	61,808	61,700	56,700	67,100
X10	14,600	15,900	6,7000	16,500
X49	13,775	13,000	12,400	20,600
X50	414,98	416,75	380,10	470,20
Y1	2,1000	2,3000	1,2000	2,6000
Y2	6,0500	5,9500	3,5000	11,200
Y3	3,3833	3,2000	2,5000	5,7000
Y4	1,9750	1,9500	1,3000	2,5000

	Odch.stand.Wsp. zmienności	Skośność	Kurtosis
X3	12,324	0,24526	-0,45342
X9	3,7524	0,060711	-0,037460
X10	2,8816	0,19737	-1,8954
X49	2,2087	0,16034	2,7400
X50	22,693	0,054685	0,88751
Y1	0,46710	0,22243	-0,93356
Y2	2,1957	0,36292	0,97289
Y3	0,85900	0,25389	1,6775
Y4	0,29271	0,14821	-0,56079

Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

Ryc. 30.7. Rozszerzona statystyka opisowa badanych zmiennych

Dodam jeszcze, że poszczególne miary statystyki opisowej zostały szczegółowo zdefiniowane w książce autora „Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania”⁵⁹⁴. Skupmy jednak uwagę na współczynniku zmienności V , który traktowany jest jako narzędzie wstępnej selekcji zmiennych objaśniających budowanego modelu ekonometrycznego określonej cechy skutku. Tak więc określenie współczynnika zmienności poszczególnych zmiennych j na podstawie powyższej statystyki opisowej stanowi wstępny krok zbadania wystarczającego zróżnicowania danej j -tej zmiennej objaśniającej. Współczynnik ten określany jest w procentach i stanowi moduł z ilorazu odchylenia standardowego i średniego poziomu wartości rozpatrywanej zmiennej.

Zmienna	X3	X9	X10	X49	X50	Y1	Y2	Y3	Y4
V_j	24,5	6,1	19,7	16,0	5,5	22,2	36,3	25,4	14,8

Z zestawienia wartości współczynnika zmienności wynika, że dla dwóch zmiennych X9 i X50 współczynnik zmienności nie przekracza wartości krytycznej $V^* = 10\%$, czyli zmienne te z tego punktu widzenia można już wstępnie wyeliminować ze struktury projektowanego modelu ekonometrycznego. Biorąc pod uwagę tylko to kryterium model w postaci ogólnej będzie następujący:

$$(X3) = a_0 + a_1(X10) + a_2(X49) + a_3(Y1) + a_4(Y2) + a_5(Y3) + a_6(Y4).$$

Zależność między zmiennymi możemy przedstawić przy pomocy macierzy korelacji korzystając w Gretl z menu: *Widok/Macierz korelacji* w wyniku czego uzyskujemy dla naszych zmiennych raport pokazany na Rycinie 30.8.

Dobór zmiennych objaśniających do modelu zmiennej (X3) „Liczba bezrobotnych” możemy przeprowadzić stosując analizę współczynników korelacji. W tym celu możemy skorzystać z podanej na Rycinie 30.8. wartości krytycznej współczynnika korelacji $r^* = 0,5760$, dla 12 obserwacji, przy czym dalsze postępowanie w tej analizie jest następujące⁵⁹⁵:

1. Sprawdzamy, czy $|r_j| \leq r^*$ i eliminujemy zmienne X_j (spośród: X9, X10, X49, X50, Y1-Y4) nieistotnie skorelowane z (X3).

2. Kierując się tym kryterium i przeglądając w macierzy korelacji pary relacji zmiennej objaśnianej X3

$$|r_j| \leq r^* = 0,5760$$

⁵⁹⁴ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

⁵⁹⁵ Dziechciarz J.: *Ekonometria Metody, przykłady, zadania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2003.

względem odpowiadających zmiennych objaśniających możemy wyeliminować cztery zmienne: X9, X50, Y1, Y4. Spośród wymienionych zmiennych, według współczynnika zmienności, eliminacji podlegały także zmienne X9 i X50.

3. Z pozostałych potencjalnych zmiennych wybieramy zmienną X_h według kryterium:

$$r_h = \max_j(r_j)$$

4. Jest nią X10 i badamy następnie relacje tak wybranej zmiennej z pozostałymi zmiennymi i eliminujemy te dla których $|r_{hi}| > r^*$, gdyż są one zbyt silnie skorelowane ze zmienną X_h . Okazuje się, że są nimi zmienne: X49, Y2, Y3.

X3		X9		X10		X49		X50	
1,0000	-0,0337	-0,8542	0,5878	-0,1124	X3	0,3333	X9	0,3258	X10
	1,0000	-0,0462	-0,1556	0,3333	X9	1,0000	X49	-0,3926	X49
		1,0000	-0,8770	0,3258	X10		1,0000	1,0000	X50
			1,0000	-0,3926	X49				
				1,0000	X50				
Y1		Y2		Y3		Y4			
-0,1120	0,7369	0,7072	0,3885	X3	0,7075	0,4106	-0,3291	0,5680	X9
0,3357	-0,9081	-0,7250	-0,1972	X10	-0,5728	0,7531	0,7765	-0,2120	X49
-0,6561	-0,1057	-0,2400	0,4524	X50	1,0000	-0,0620	-0,5007	0,6250	Y1
	1,0000	0,5967	0,3671	Y2		1,0000	-0,2513	1,0000	Y4
		1,0000	1,0000	Y3			1,0000		
				Y4					

Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

Ryc. 30.8. Rozszerzona statystyka opisowa badanych zmiennych

Po analizie współczynników korelacji wyeliminowano zmienne: X9, X49, X50, Y1-Y4. Pozostało nam więc tylko X10, co sugeruje regresję o równaniu podanym na Rycinie 30.5.

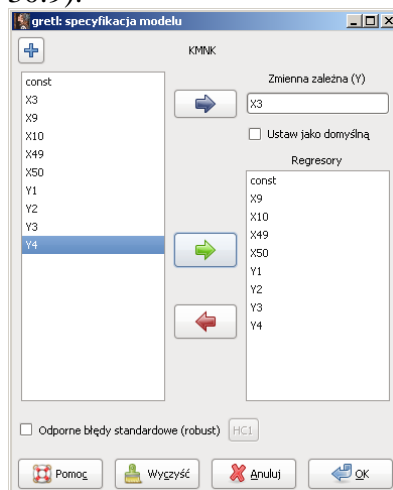
Przy dużej liczbie zmiennych objaśniających ich selekcja według procedury współczynnika korelacji jest pracochłonna. Z tego względu łatwiej jest skorzystać z metody zwanej eliminacją *a posteriori* zawartej w programie Gretl.

30.3. Zastosowanie metody *a posteriori*

Powróćmy teraz do naszego wstępnego zestawu zmiennych X3, X9, X10, X49, X50, Y1-Y4 danych szeregu przekrojowego zapisanego w pliku *Dane.gdt*. Zastosujemy do formułowania modelu klasyczną metodę najmniejszych kwadratów (KMNK) poprzez wywołanie menu:

Model/Klasyczna metoda najmniejszych kwadratów.

Definiujemy zmienną zależną X3 oraz zmienne niezależne, czyli wcześniej wymienione X9 do Y4 i naciskamy OK (zob. Rycina 30.9).



Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

Ryc. 30.9. Określenie zmiennych wstępnego modelu ekonometrycznego

Zwróćmy uwagę na przyjazne dla użytkownika wskazywanie zmiennych do modelu. Umożliwia to nam przeprowadzanie symulacji doboru zmiennych objaśniających. Efektem pracy programu jest wygenerowany *Model 1* wskazujący na oszacowane parametry a_0 , (a_1-a_8) stojące przy zmiennych $X_9, X_{10}, X_{49}, X_{50}, Y_1-Y_4$, a ponadto *Gretl* podaje nam:

- błąd standardowy oszacowania danego parametru,
- statystykę *t*-Studenta,
- wartość *p*, czyli prawdopodobieństwa błędu oszacowania danego parametru.

Pod informacjami o estymowanym modelu wyszczególniona jest statystyka opisowa i zalecenie redukcji modelu o zmienną X_9 .

	współczynnik	błąd standardowy	t-Studenta	wartość p
const	149,591	111,097	1,346	0,2708
X9	0,257605	1,51744	0,1698	0,8760
X10	-7,32641	2,50445	-2,925	0,0612 *
X49	-3,30268	2,63494	-1,253	0,2988
X50	0,0300057	0,0930496	0,3225	0,7683
Y1	3,54630	6,55708	0,5408	0,6262
Y2	-4,50526	4,81156	-0,9363	0,4182
Y3	8,06874	4,63873	1,739	0,1803
Y4	8,73699	14,6707	0,5955	0,5934

Średn. arytm. zm. zależnej	50,25000	Odch. stand. zm. zależnej	12,32444
Suma kwadratów reszt	36,23075	Błąd standardowy reszt	3,475186
Wsp. determ. R-kwadrat	0,978315	Skorygowany R-kwadrat	0,920490
F(8, 3)	16,91843	Wartość p dla testu F	0,020150
Logarytm wiarygodności	-23,65727	Kryt. inform. Akaike'a	65,31454
Kryt. bayes. Schwarz	69,67870	Kryt. Hannana-Quinna	63,69877

Wyłączając stałą, największa wartość p jest dla zmiennej 2 (X9)

Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.10. Oszacowanie parametrów Modelu 1 zmiennej X_3

Zwróćmy uwagę na wysoki skorygowany współczynnik determinacji (*Skorygowany R-kwadrat*) równy 0,920490 będący miarą dobroci dopasowania modelu wielowymiarowego liniowego do danych empirycznych. W powyższym raporcie szereg pojęć jest nam znanych z wykładów statystyki opisowej⁵⁹⁶, jednak na szczególną uwagę proponuję zwrócić na *kryterium informacyjne Akaike'a (AIC)* równe 65,31454, które w literaturze określane jest według wzoru⁵⁹⁷:

$$AK = N \ln \left(\sum Z_n^2 \right) + 2k$$

gdzie:

k – liczba parametrów modelu o n obserwacjach, w naszym przykładzie $k = 9$ (8 zmiennych i jedna $X_0 = 1$ przy parametrze a_0);

$\sum Z_n^2$ – suma kwadratów reszt.

Natomiast w *Gretl* obliczenia realizowane są według formuły:

$$AIC = -2l(\hat{\theta}) + 2k$$

gdzie logarytm wiarygodności równy (-23,65727) oznaczany jest symbolem:

$$l(\hat{\theta})$$

Tak więc $AIC = -2(-23,65727) + 18 = 65,31454$.

⁵⁹⁶ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, op.cit.

⁵⁹⁷ Lipiec-Zajchowska (red): *Wspomaganie procesów decyzyjnych*, t. 2. *Ekonometria*. Wydawnictwo C. H. Beck Warszawa 2003.

Pozostaje nam teraz korzystanie w kolejnych krokach z podpowiedzi *Gretl* na końcu raportu i budowanie coraz dokładniejszych modeli. W ten sposób uzyskujemy *Model 2*, i w tym miejscu dodam, że *Gretl* nadaje automatycznie narastająco nazwy wygenerowanych modeli ekonometrycznych (zob. Rycina 30.11).

	współczynnik	błąd standardowy	t-Studenta	wartość p	
const	164,661	58,1252	2,833	0,0472	**
X10	-7,14586	1,97303	-3,622	0,0223	**
X49	-3,50242	2,05158	-1,707	0,1630	
X50	0,0289781	0,0807980	0,3586	0,7380	
Y1	4,34284	3,98572	1,090	0,3371	
Y2	-3,73245	1,35583	-2,753	0,0512	*
Y3	7,44467	2,46182	3,024	0,0390	**
Y4	7,29739	10,4174	0,7005	0,5222	
Średn. aryt. zm. zależnej	50,25000	Odch. stand. zm. zależnej	12,32444		
Suma kwadratów reszt	36,57879	Błąd standardowy reszt	3,024020		
Wsp. determ. R-kwadrat	0,978107	Skorygowany R-kwadrat	0,939795		
F(7, 4)	25,52972	Wartość p dla testu F	0,003638		
Logarytm wiarygodności	-23,71463	Kryt. inform. Akaike'a	63,42927		
Kryt. bayes. Schwarz	67,30852	Kryt. Hannana-Quinna	61,99303		

Wyłączając stałą, największa wartość p jest dla zmiennej 5 (X50)

Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.11. Oszacowanie parametrów Modelu 2 zmiennej X3 po wyeliminowaniu X9

Możemy tu zauważyć, że w wyniku wyeliminowania zmiennej X9 nastąpiło poprawienie skorygowanego współczynnika determinacji, który wynosi teraz 0,939795. Tak postępując doprowadzamy do *Modelu 6*, przy czym łącznie w kolejnych podejściach *Gretl* zaproponował nam wyeliminowanie zmiennych:

Model	1	2	3	4	5	6
Zmienna	X9	X50	X4	Y1	Y2	-

Model 6 uznany został przez program jako najlepszy według kryterium *p* najmniejszej wartości prawdopodobieństwa błędu oszacowania współczynnika (parametru modelu) – zob. Rycina 30.12.

	współczynnik	błąd standardowy	t-Studenta	wartość p	
const	189,076	26,0541	7,257	8,75e-05	***
X10	-5,88465	0,831030	-7,081	0,0001	***
X49	-5,52978	1,18505	-4,666	0,0016	***
Y3	6,87562	2,12563	3,235	0,0120	**
Średn. aryt. zm. zależnej	50,25000	Odch. stand. zm. zależnej	12,32444		
Suma kwadratów reszt	114,0404	Błąd standardowy reszt	3,775587		
Wsp. determ. R-kwadrat	0,931745	Skorygowany R-kwadrat	0,906150		
F(3, 8)	36,40275	Wartość p dla testu F	0,000052		
Logarytm wiarygodności	-30,53714	Kryt. inform. Akaike'a	69,07428		
Kryt. bayes. Schwarz	71,01391	Kryt. Hannana-Quinna	68,35616		

Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.12. Model 6, czyli końcowy w procedurze a posteriori

Ostatecznie, po zaakragleniu parametrów uzyskaliśmy model ekonometryczny:

$$(X3) = 189,08 - 5,88 (X10) - 5,53 (X49) + 6,88 (Y3).$$

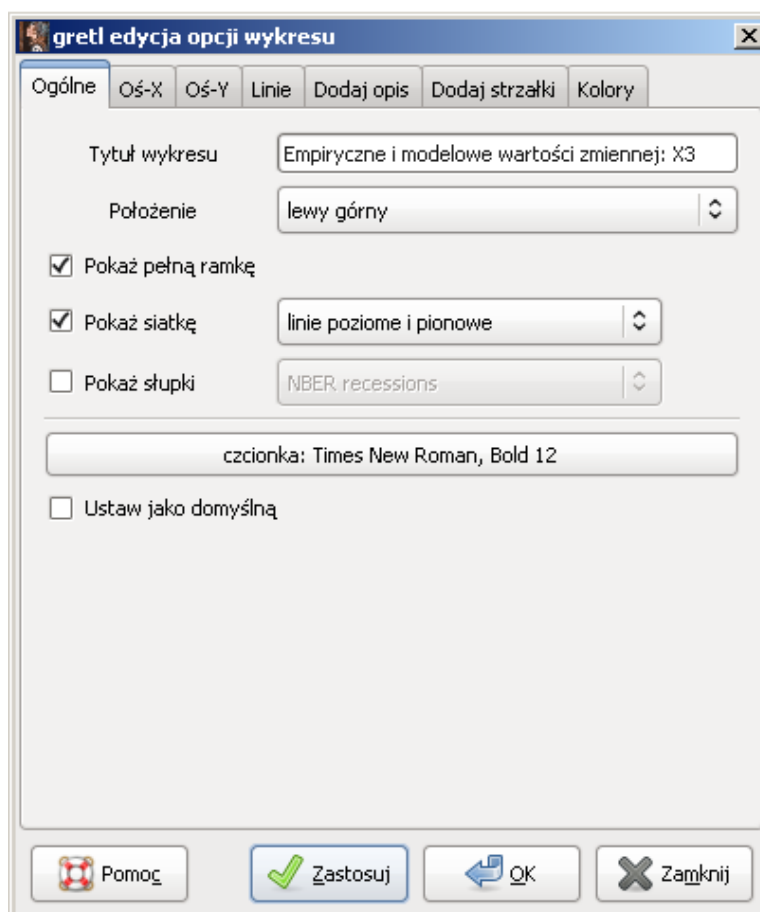
Program *Gretl* oprócz obliczania statystyki empirycznej *t-Studenta* podaje nam również, jak już wcześniej wspomniałem, graficznie informacje o poziomie istotności α dla obliczonego parametru, a mianowicie:

α	0,01	0,05	0,1	$\alpha > 0,1$
Oznaczenie	***	**	*	puste

Puste oznacza brak statystycznej istotności danego parametru. W naszym przykładzie mamy trzy oraz dwie gwiazdki, czyli model jest zadawalający przy skorygowanym R^2 równym 0,906150. Przypomnijmy sobie teraz zmienne występujące w modelu końcowym:

- bezrobotni [tys.] – X3,
- przeciętne zatrudnienie w budownictwie [tys.] – X10,
- użycie wody w gospodarstwach domowych w miastach [hm3] – X49,
- absolwenci technikum [tys.] – Y3.

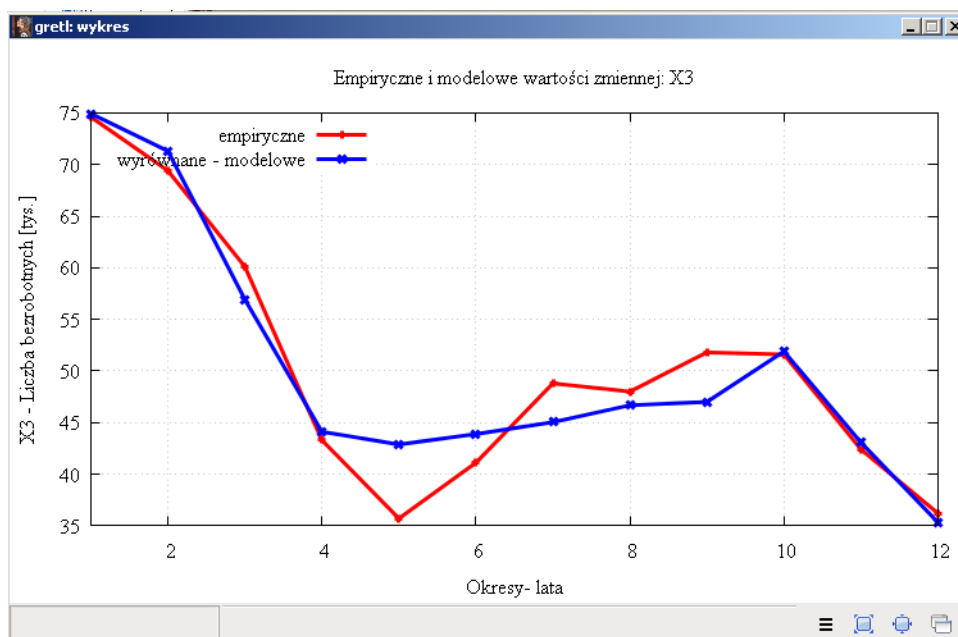
Przy otwartym *Modelu 6* program *Gretl* umożliwia pokazanie na wykresie punktowym wartości z obserwacji i teoretycznych obliczonych na podstawie wygenerowanego modelu. W tym względzie korzystamy z menu: *Wykresy / Wykres empirycznych i wyrównanych / względem obserwacji*. *Gretl* umożliwia edycję wykresu według życzenia użytkownika i w tym względzie posługujemy się oknem dialogowym (zob. Rycina 30.13).



Źródło: Opracowanie własne w *Gretl*.

Ryc. 30.13. Okno dialogowe edycji opcji wykresu

Istnieje dość bogata możliwość korekty wykresu wygenerowanego standardowo w formie punktowej. Na Rycinie 30.14 widzimy wprowadzoną przez autora siatkę tła, linie łączące punkty oraz ich pogrubienia, a ponadto możemy zmienić czcionkę, tytuły osi oraz całego wykresu.



Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

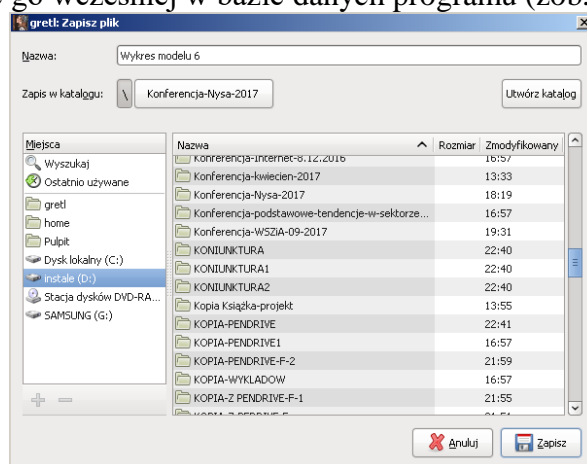
Ryc. 30.14. Wartości empiryczne i modelowe zmiennej X3 „Liczba bezrobotnych”

30.4. Weryfikacja modelu

Oprócz sprawdzającego według współczynnika determinacji doboru zmiennych, *Gretl* udostępnia nam wiele testów sprawdzających dopuszczalność zastosowanej metody KMNK, dla uwiarygodnienia naszego postępowania estymacyjnego. W niniejszym materiale ze względu na ograniczone jego ramy ograniczono się do oceny:

- normalności reszt;
- heteroskedastyczności, czyli zmienności wariancji resztowej;
- współliniowości zmiennych objaśniających.

Przystępując jednak do testowania wymagane jest występowanie *Modelu 6* na ekranie monitora i dlatego dobrze jest zapisać go wcześniej w bazie danych programu (zob. Rycina 30.15).



Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

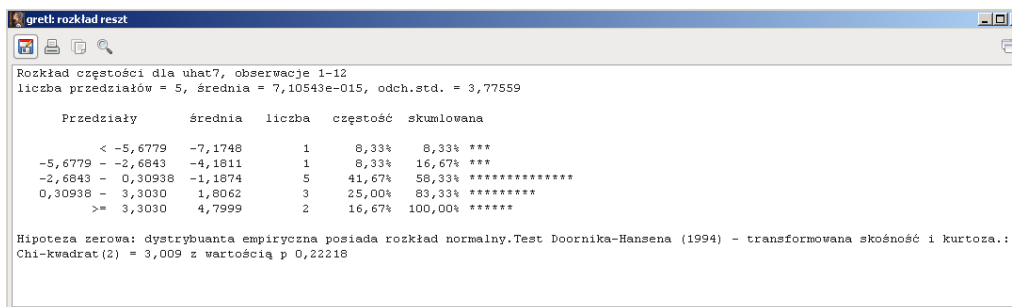
Ryc. 30.15. Okno dialogowe zapisu Modelu 6 na dysku użytkownika

Normalność reszt

Sprawdzając wymaganie jakim jest występowanie normalności reszt korzystamy z menu:

Testy/Test na normalność rozkładu reszt.

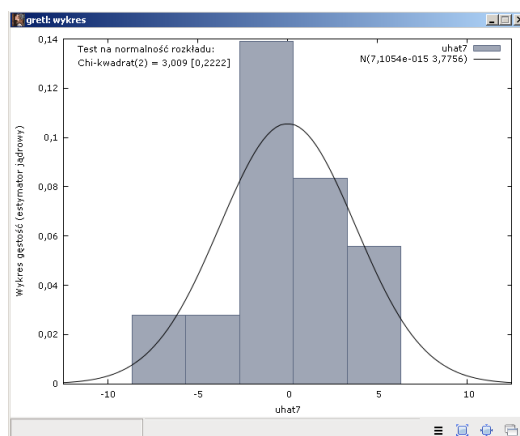
Gretl generuje jednocześnie rozkład częstości reszt oraz ich przedstawienie na wykresie dla 12. obserwacji (zob. Ryciny 30.16 i 30.17). Liczba przedziałów jest 5, średnia = $7,10543e-015$, a odchylenie standardowe reszt równa się 3,7755.



Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

Ryc. 30.16. Szereg rozdzielczy reszt zmiennej X3

Wychodzimy z hipotezy zerowej H_0 : dystrybuanta empiryczna posiada rozkład normalny. W Gretl zastosowano test bazujący na skośności i kurtozie. Z wykresu odczytamy statystykę testu chi-kwadrat przy dwóch stopniach swobody: $\chi^2_{(2)} = 0,3009$ z wartością prawdopodobieństwa $p = 0,2222$. Wartość krytyczna $\chi^2_{(\alpha,r)}$ przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i dwóch stopniach swobody wynosi 5,991. Zatem spełnione jest hipoteza H_0 , gdyż wartość statystyki jest mniejsza niż wartość krytyczna.

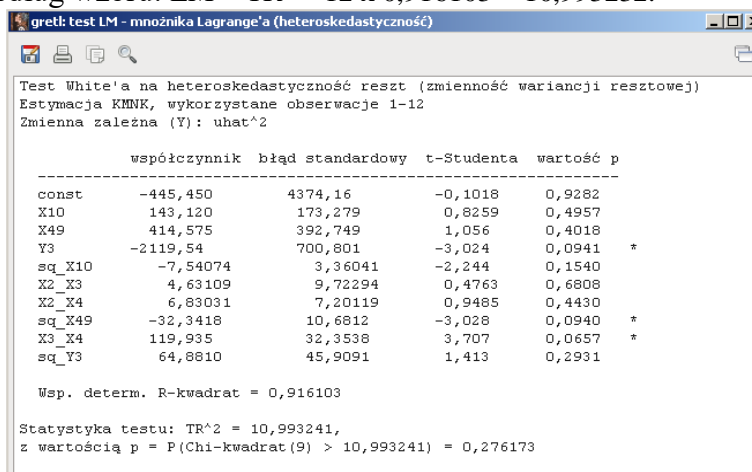


Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

Ryc. 30.17. Przedstawienie częstości występowania zakresów reszt zmiennej X3

Heteroskedastyczność

Dla oceny zmienności wariancji resztowej zastosowano w Gretl test White'a przeprowadzany poprzez wywołanie menu: *Testy/Test heteroskedastyczności/Test White'a*. W tym celu zakładamy na wstępie hipotezę zerową H_0 : heteroskedastyczność reszt nie występuje. Zaprezentowany na Rycinie 30.18. raport podaje statystykę testu, przy czym dla zmiennych *Modelu 6* można ją obliczyć również według wzoru: $LM = TR^2 = 12 \times 0,916103 = 10,993232$.



Źródło: Opracowanie własne w Gretl.

Ryc. 30.18. Test White'a na heteroskedastyczność reszt zmiennej X3

Test Withe'a zakłada wprowadzenie dodatkowo do modelu kwadratów zmiennych, oznaczonych przez program standardowo jako sq_X10, sq_X49, sq_Y3, a ponadto adekwatnych wzajemnych iloczynów zmiennych modelu. Wartość krytyczna $\chi^2_{(\alpha,r)}$ wg rozkładu χ^2 przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, przy $r = 2$ stopniach swobody wynosi 5,991, czyli jest mniejsza od obliczonego LM, co potwierdza założoną wcześniej hipotezę zerową⁵⁹⁸.

Współliniowość zmiennych objaśniających

Gdy występują wysokie współczynniki korelacji między zmiennymi objaśniającymi to dodatkowo stosowane jest zbadanie współliniowości zmiennych objaśniających⁵⁹⁹. Sytuacja taka powoduje zaniżanie wartości statystyki *t*-Studenta w ocenie istotności parametru. Ocenę stopnia współliniowości zmiennych objaśniających w programie *gretl* można dokonać posługując się miarą VIF *j*-tych par zmiennych określaną jako czynnik powiększania wariancji, zwany też inflacją wariancji. Zobaczmy najpierw jak kształtują się współczynniki korelacji między zmiennymi objaśniającymi X10, X49, Y3.

R_j	X10	X49	Y3
X10	1	-0,8770	-0,7250
X49	-0,8770	1	0,7765
Y3	-0,7250	0,7765	1

Są one na średnim poziomie, tak więc nie ma potrzeby przeprowadzania testu współliniowości między zmiennymi objaśniającymi naszego *Modelu 6*. Nadmienię, że miara VIF_j równa się $1/(1 - R_j^2)$, przy czym R_j^2 jest współczynnikiem korelacji wielorakiej między daną zmienną *j* a pozostałymi zmiennymi modelu. Minimalna możliwa wartość VIF_j równa się 1,0. Jeśli wartość jest większa od 10 to wskazuje to na problem współliniowości, czyli rozděcia wariancji⁶⁰⁰.

30.5. Zagadnienia

1. Estymacja parametrów modelu
2. Metoda *a posteriori*
3. Fundacja GNU
4. Dane panelowe
5. Zakładki menu głównego w Gretl
6. Skośność i kurtoza
7. Analiza współczynników korelacji
8. Statystyka *t*-Studenta
9. Kryterium informacyjne Akaike'a
10. Normalność reszt

* * *

Analiza współczynników zmienności pozwala na usunięcie z modelu ekonometrycznego zmiennych objaśniających o charakterze prawie stacjonarnym. Zastosowanie natomiast analizy współczynników korelacji umożliwi wyeliminowanie zmiennych zbyt silnie skorelowanych ze zmienną ostatnio dobraną w procedurze tej analizy.

Zastosowana wygodna procedura *a posteriori* w *Gretl* powinna być uzupełniona sprawdzeniem współliniowości zmiennych objaśniających według kryterium VIF. Postępując w ten sposób dodatkowo upewniamy się o poprawności zaprojektowanego modelu ekonometrycznego bazującego na szeregu przekrojowym.

Zaprezentowane podejście dogodnego modelowania wielowymiarowego na danych modelowych województwa opolskiego i cechy „Liczba bezrobotnych” może być moim zdaniem z powodzeniem zastosowane w badaniach demograficznych.

⁵⁹⁸ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, op.cit., s. 648.

⁵⁹⁹ Kufel T.: *Ekonometria Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2007, rozdz. 4.3.6.

⁶⁰⁰ Wornalkiewicz W., *Model ekonometryczny zmiennej „Liczba bezrobotnych”*, op.cit., s. 184.

31. Modelowanie ekonometryczne z użyciem algebry liniowej macierzy

31.1. Wstęp

W modelowaniu ekonometrycznym regresji liniowej wielowymiarowej w odniesieniu do zadań praktycznych występują długie szeregi obserwacji zmiennych. Zmienną objaśniającą traktować możemy jako wektor kolumnowy, a obserwacje zmiennych objaśniających jako macierz. Dla zaprezentowania formułowania modelu liniowego wielowymiarowego w oparciu o wektor oraz macierz obserwacji określonego zjawiska ekonomicznego posługujemy się równaniem macierzowym:

$$\mathbf{a} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y}$$

gdzie:

\mathbf{a} – wektor współczynników stojących przy poszczególnych zmiennych objaśniających,

\mathbf{X} – macierz wartości zmiennych objaśniających,

\mathbf{X}^T – macierz transponowana macierzy \mathbf{X} ,

\mathbf{y} – wektor obserwacji zmiennej objaśnianej.

Widzimy, że zachodzi potrzeba wprowadzenia do określonego środowiska programowego wektora \mathbf{y} oraz macierzy \mathbf{X} . Dokonujemy zatem transpozycji macierzy \mathbf{X} uzyskując macierz transponowaną \mathbf{X}^T . W kolejności musimy wykonać następujące operacje na macierzach:

- pomnożyć macierz transponowaną \mathbf{X}^T i macierz \mathbf{X} uzyskując w wyniku macierz $[\mathbf{X}^T \mathbf{X}]$
- wyznaczyć macierz odwrotną $[\mathbf{X}^T \mathbf{X}]^{-1}$,
- pomnożyć macierz transponowaną \mathbf{X}^T i wektor \mathbf{y} uzyskując macierz $[\mathbf{X}^T \mathbf{y}]$,
- pomnożyć dwie macierze wynikowe $[\mathbf{X}^T \mathbf{X}]^{-1}$ i $[\mathbf{X}^T \mathbf{y}]$ uzyskując w efekcie końcowym wektor współczynników \mathbf{a} .

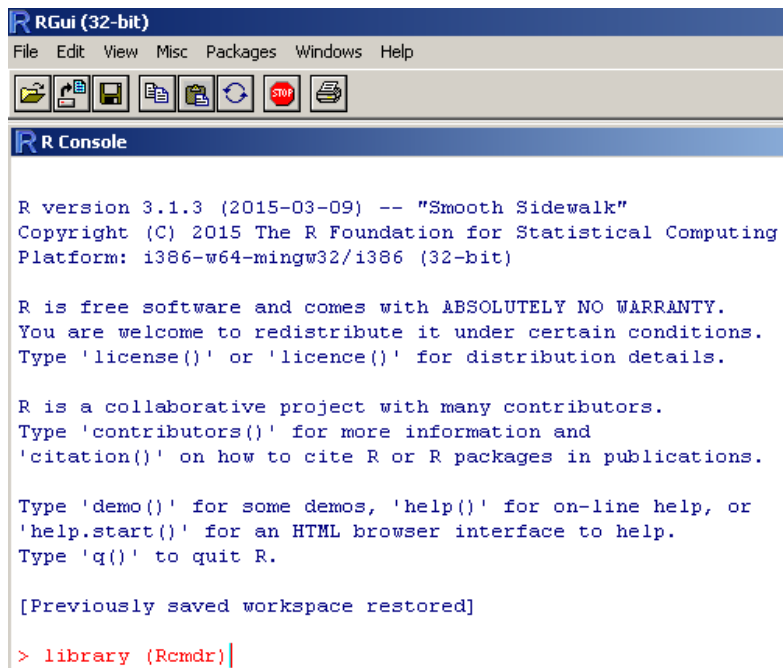
Rozwiązanie komputerowe możemy uzyskać różnymi programami. Zademonstrowano to na przykładzie funkcji **REGLINP()** i funkcji macierzowych Excela oraz przy zastosowaniu funkcji coraz popularniejszego programu *R* stosowanego do metod ilościowych. Spośród funkcji macierzowych Excela do naszego równania macierzowego niezbędne są: **MACIERZ.ILOCZYN()** oraz **MACIERZ.ODW()**. Do transpozycji stosuje się menu *Narzędzia główne* Excela w zakresie kopiowania, a następnie wklejenia specjalne z opcją *Transpozycja*. Program *R* do naszych potrzeb proponuje funkcje⁶⁰¹:

- formułowania wektorów zmiennych i sklejania ich w macierze,
- operator mnożenia macierzy (*),
- funkcje utworzenia macierzy odwrotnej oraz jej sprawdzenia,
- pomocnicze funkcje do obliczenia wyznaczników, wymiaru macierzy, wektora przekątnej diagonalnej,
- funkcje do składania nowych macierzy z innych obiektów tj. macierzy i wektorów.

Skorzystanie z funkcjonalności pakietu *R* wymaga pobrania z serwera lokalnego programu *Rcmdr*, o ile nie jest jeszcze zainstalowany na naszym komputerze. Sprawdzamy to komendą **library (Rcmdr)** – zobacz okno wejściowe pakietu *R* w trybie RGui pokazane na Rycinie 31.1.

Wywołanie programu *Rcmdr* skutkuje zmianą trybu współpracy ze skryptowej na windowsową (okienkową) obsługiwaną przez program *R Commander*. Na ekranie pojawiają się trzy podokna: *SkryptR*, *Wyjście*, *Wiadomości*. Korzystamy z menu i możemy obserwować generowanie przez *R* kodu źródłowego w podoknie *SkryptR*. Po akceptacji menu występuje reakcja programu w podoknie *Wyjście*. Uwagi o poprawności lub usterkach pojawiają się w podoknie *Wiadomości*. Tryb windowsowy stosowany jest tylko do zawężonej funkcjonalności *R*, jest jednak pomocny do nauki pisania skryptów (kodu źródłowego) i symulacji zachowania pakietu *R* przy wywołaniu określonej funkcji menu. Menu główne *R Commander* obejmuje grupy funkcji: *Plik*, *Edycja*, *Dane*, *Statystyki*, *Wykresy*, *Modele*, *Rozkłady*, *Narzędzia*, *Pomoc* (zob. Rycina 31.2).

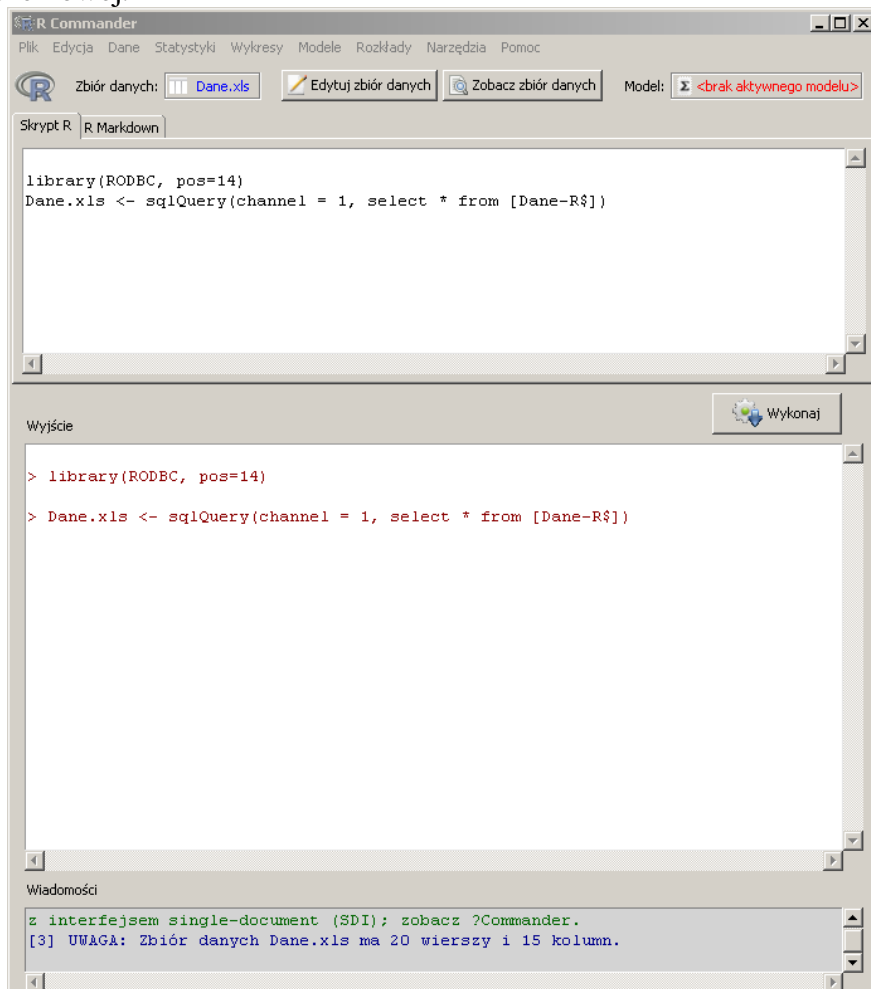
⁶⁰¹ W opracowaniu zabazowano na formułach funkcji programu *R* zamieszczonych w książce: Kopczevska K., Kopczevski T., Wójcik P., *Metody ilościowe w R: aplikacje ekonomiczne i finansowe*, CeDeWu, Warszawa 2009, rozdz. 17.3. Podstawowe operacje na macierzach.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 31.1. Zapytanie programowe dotyczące zainstalowania programu Rcmdr w bibliotece

W zakresie zbioru danych R Commander informuje o bieżącej aktywności zbioru oraz daje możliwość jego edycji lub podglądu. Pojawia się również informacja o zastosowanym modelu w danej sesji obliczeniowej.



Źródło: Opracowanie własne z zastosowaniem programu R

Ryc. 31.2. Okno trybu windowsowego

31.2. Estymacja parametrów modelu zmiennej X_3 w środowisku R

Do naszej pracy testowej funkcji macierzowych skorzystamy ze zbioru autora niniejszej pracy założonego wcześniej podczas pisania książki *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*⁶⁰². W tej publikacji efektem prac z udziałem programu Gretl był model:

$$x_3 = a_0 + a_1x_9 + a_2x_{25} + a_3x_{78}$$

gdzie:

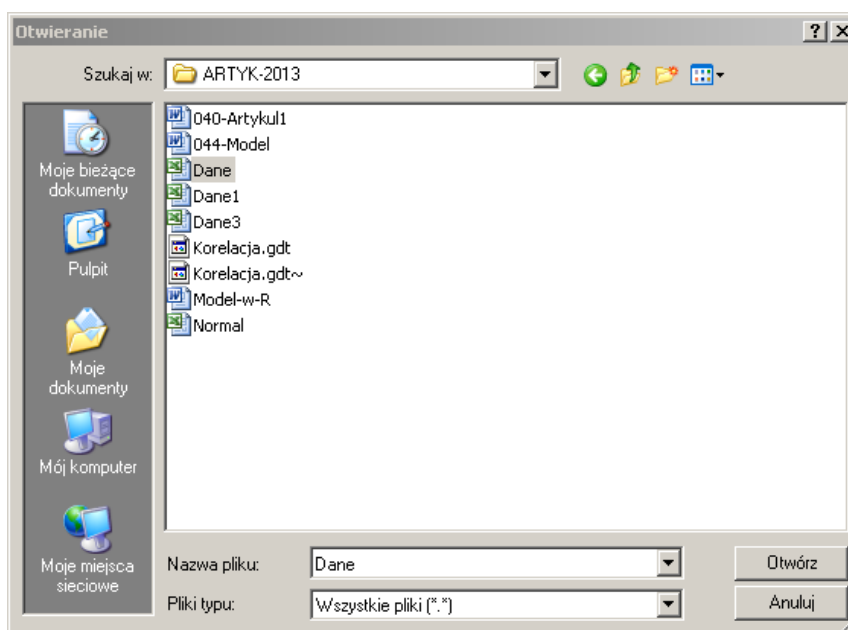
x_3 – liczba bezrobotnych;

x_9 – przeciętne zatrudnienie, w tys.: przemysł;

x_{25} – koszty pracy na jednego zatrudnionego, przeciętne miesięczne,;

x_{78} – liczba zawartych małżeństw na 1000 ludności.

Wymieniony model o współczynniku determinacji $R^2 = 0,938085$ (dobroci dopasowania modelu do danych empirycznych) powstał w wyniku wielokrotnego powtórzenia procedury *a posteriori* w programie Gretl spośród 78 zmiennych, przy czym zmienną objaśnianą jest X_3 . Wymieniona procedura polega na realizacji zadania poprzez eliminowanie zmiennych o największym prawdopodobieństwie popełnienia błędu przez ich udział w modelu. Sygnalizowane jest to przez Gretl w postaci pustej informacji lub jako jedna gwiazdka, dwie gwiazdki. Występowanie trzech gwiazdek wskazuje na właściwe dobranie określonej zmiennej do modelu ekonometrycznego. Zmienne dotyczące lat 1992-2011 pobrane zostały z „Roczników statystycznych” GUS-u. Z pozycji menu programu R Commander wywołujemy zbiór *Dane.xls*, który zapisany jest na ścieżce: *D:\ARTYK-2013* (zob. Rycina 31.3).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 31.3. Wywołanie pliku źródłowego *Dane.xls*

Korzystamy z menu: *Dane/Importuj danych/z pliku Excel...* Dalsze stosowanie pliku *Dane.xls* w R Commander wymaga jego uaktywnienia stosując menu: *Dane/Aktywny zbiór danych/Wybierz aktywny zbiór danych/Dane.xls* i OK. Po wczytaniu pliku *Dane.xls* następuje reakcja programu R w podoknach trybu windowsowego. Po akceptacji biblioteki i wywołanie zbioru danych, co zaznaczone jest w *Zbiór danych: Dane.xls* program informuje nas w *Wiadomości* o wymiarach zbioru pośredniego kolejnej iteracji jeszcze przed ostateczną selekcją *a posteriori* obejmującego 20 wierszy i 15 kolumn zmiennych (zob. Rycina 31.2). Dane liczbowe zmiennych (lata 1992-2011) przedstawiono na Rycinie 31.4.

⁶⁰² Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania, część II*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015, rozdz. 2.15. *Budowa i weryfikacja modelu ekonometrycznego w programie R*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	X3	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X25	X38	X48	X49	X50	X51	X59	X78
2	2394	3467.6	823.0	1042.1	794.7	476.7	287.7	295.16	138.9	404.7	1921.9	18430	4626.8	41.1	5.7
3	2595	3391.8	721.9	999.4	746.5	381.1	239.3	384.25	134.8	550.3	1856.5	18206	4504.2	40.1	5.4
4	2375	3361.4	678.8	996.1	728.1	366.4	235.4	515.49	134.5	708.3	1750.0	18206	4472.6	45.8	5.4
5	2233	3461.1	689.2	1078.6	723.4	414.4	243.5	704.99	131.6	878.3	1648.3	18075	4775.1	59.2	5.4
6	1961	3436.0	684.2	1119.7	721.9	425.3	250.5	900.58	126.7	1113.0	1565.0	19224	4258.9	70.5	5.3
7	1737	3433.4	723.5	1244.8	730.7	487.4	273.3	1088.03	121.9	1300.0	1514.7	19771	4437.4	77.4	5.3
8	1827	3378.7	736.9	1321.1	725.2	552.5	253.0	1277.06	115.7	1527.5	1452.6	20288	4243.5	83.3	5.4
9	2641	3138.4	710.4	1318.4	686.3	583.0	286.9	1428.01	112.5	1700.5	1406.5	20800	4138.6	86.4	5.7
10	2760	2965.0	661.9	1325.0	654.9	614.2	286.7	2622.76	111.1	1904.6	1360.3	21037	3750.8	78.4	5.5
11	3186	2820.6	627.8	1295.6	530.4	637.3	252.1	2821.30	108.0	1897.6	1310.4	21376	3905.8	75.1	5.0
12	3431	2670.5	545.5	1291.1	601.9	671.3	260.0	2930.70	102.6	1886.1	1284.3	21659	3708.1	85.7	5.0
13	3329	2639.1	496.4	1308.0	586.3	699.5	261.8	3017.64	104.2	1918.7	1268.6	22052	3877.2	78.4	5.1
14	3230	2663.1	453.1	1295.4	583.0	700.6	264.6	3111.04	104.0	1966.7	1229.1	22804	3779.1	98.0	5.0
15	3045	2665.4	483.6	1360.7	577.7	695.8	265.2	3252.02	103.8	1954.2	1219.4	26565	3855.3	104.3	5.4
16	2344	2714.3	511.5	1394.2	596.7	723.3	267.6	3421.05	104.9	2106.3	1221.5	27547	3967.0	88.8	5.9
17	1619	2842.4	576.8	1482.8	621.0	780.3	277.0	3720.10	107.9	2290.8	1280.1	27713	3807.0	84.7	6.5
18	1211	2890.7	671.2	1633.5	792.0	743.1	406.7	3986.50	110.1	2558.5	1212.2	28425	3792.2	80.6	6.8
19	1411	2725.4	706.6	1611.5	777.5	740.1	407.4	4232.68	105.4	2706.5	1194.7	28684	3873.6	80.6	6.6
20	1699	2696.1	674.4	1598.7	758.2	767.0	412.0	4388.31	103.9	2805.5	1197.9	29774	4237.3	81.5	5.9
21	2146	2714.2	705.2	1580.3	787.5	775.1	412.2	4633.95	105.6	2872.2	1202.0	29383	3857.1	82.0	5.4

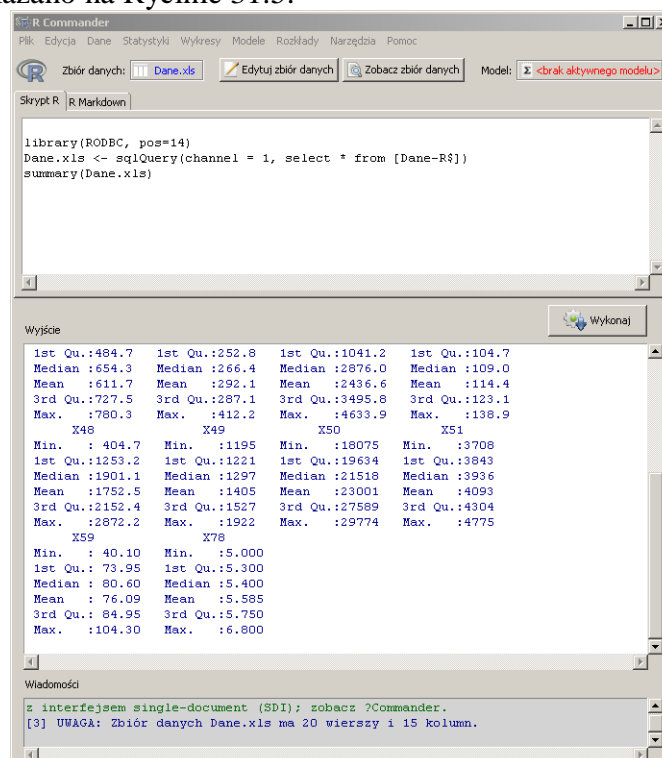
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.4. Dane źródłowe pliku Dane.xls

Mając aktywną tabelę danych w programie R Commander korzystamy z menu *Statystyki/Podsumowania/Aktywny zbiór danych* w celu wykonania raportu statystyki opisowej, który generowany jest w oknie skryptowym komendą **summary(DATA)**. Statystyka ta ukazuje się w oknie *Wyjście* i obejmuje następujące cechy naszych 15 zmiennych⁶⁰³:

- (Min) – minimum,
- (1 st Qu.) – kwartył 1.,
- (Median) – mediana,
- (Mean) – średnia arytmetyczna,
- (3 rd Qu.) – kwartył 3.,
- (Max.) – maksimum.

Wartości cech podawane są z kropką dziesiętna zamiast przecinka. Fragment widoku statystyki opisowej pokazano na Rycinie 31.5.



Źródło: Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015, wykres 2.15.4.

Ryc. 31.5. Odpowiedź programu R Commander na menu *Statystyka/Podsumowania/Aktywny zbiór danych*

⁶⁰³ Ta część opracowania nawiązuje do podrozdziału 2.15.3. *Przygotowanie do realizacji w programie R*, książki: Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, op.cit.

Następnie korzystamy z menu: *Modele* programu *R Commander* i inicjujemy sporządzenie modelu liniowego zależności zmiennej X_3 od wyselekcjonowanych przez Gretl zmiennych objaśniających X_9 , X_{25} , X_{78} . Pojawia się okno dialogowe w którym podajemy opcje modelu o n/w postaci ogólnej, w tym zmienne uczestniczące w formule regresji wielowymiarowej z uwzględnieniem operatorów „*” oraz „+”:

$$X_3 = a_0 + a_1 * X_9 + a_2 * X_{25} + a_3 X_{78}$$

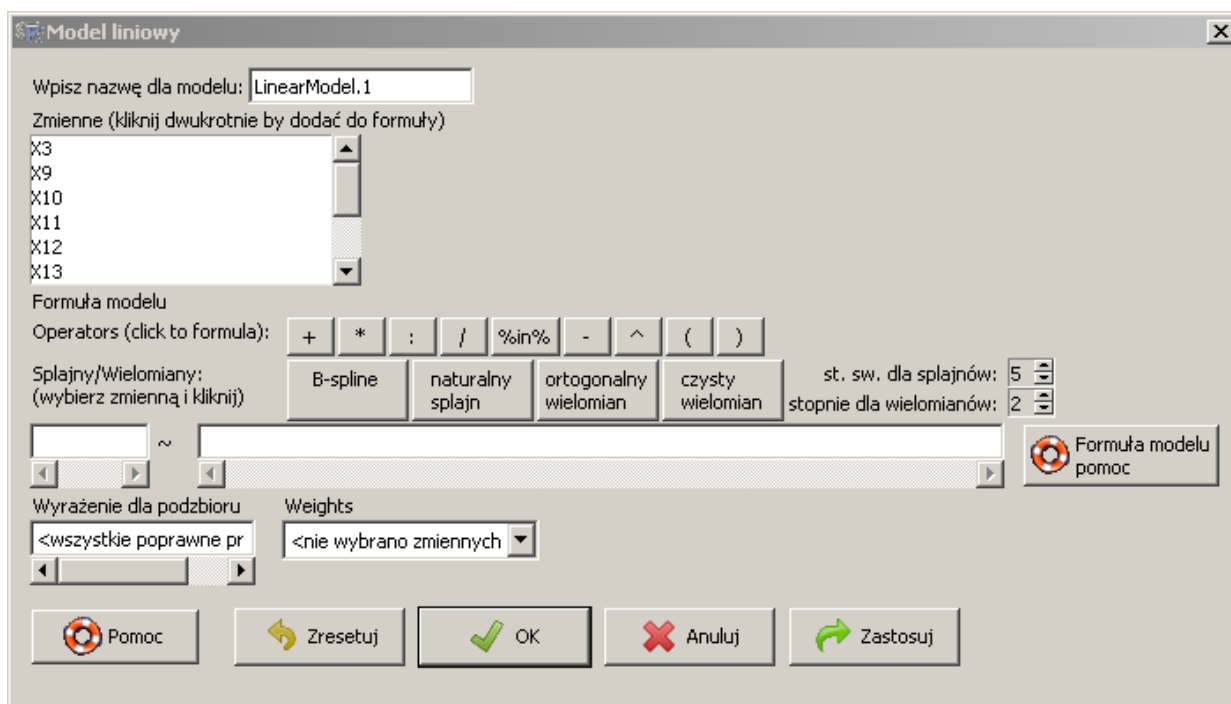
Zmienne dla potrzeb komputera zapisane są jako X_3 , X_9 , X_{25} , X_{78} (zob. rycina 31.6). Potwierdzenie podanych opcji przyciskiem OK, powoduje odpowiednie reakcje w podoknach windowsowych, a w tym wygenerowanie komend kodu źródłowego:

```
LinearModel.1<-lm(X3~X9+X25+X78, dane=Dane.xls)
Summary(LinearModel.1)
```

Odpowiedzią komendy **lm()** oraz **summary()** jest oszacowanie współczynników modelu zmiennej X_3 w postaci notacji komputerowej w formie inżynierskiej, przy czym $e = 10$:

$$X_3 = 1.675e+04 - 3.317e+00 X_9 - 6.690e-01 X_{25} - 5.011e+02 X_{78}$$

co odpowiada zapisowi: $x_3 = 16750 - 3,317 x_9 - 0,669 x_{25} - 0,05011 x_{78}$.



Źródło: Opracowanie własne w środowisku R Commandera.

Ryc. 31.6. Okno dialogowe deklaracji modelu liniowego wielowymiarowego

Zwróćmy uwagę na dobre dopasowanie modelu do danych empirycznych zmiennej X_3 wynoszące: $R^2 = 0,9381$. Ponadto dobór zmiennych jest najlepszy z możliwych – świadczą o tym trzy gwiazdki (***) przy wierszach estymacji zmiennych. W oknie windowsowym pojawił się model: LinearModel.1 (zob. Rycina 31.7).

Alternatywnym podejściem – jak już nadmieniono – jest wpisywanie komend do okna skryptowego RGui. Ze względu na pamiętanie przez R naszych operacji i utworzonych obiektów tworzymy kolejny model o nazwie „LinearModel.2” wpisując podobnie jak wcześniej komendę:

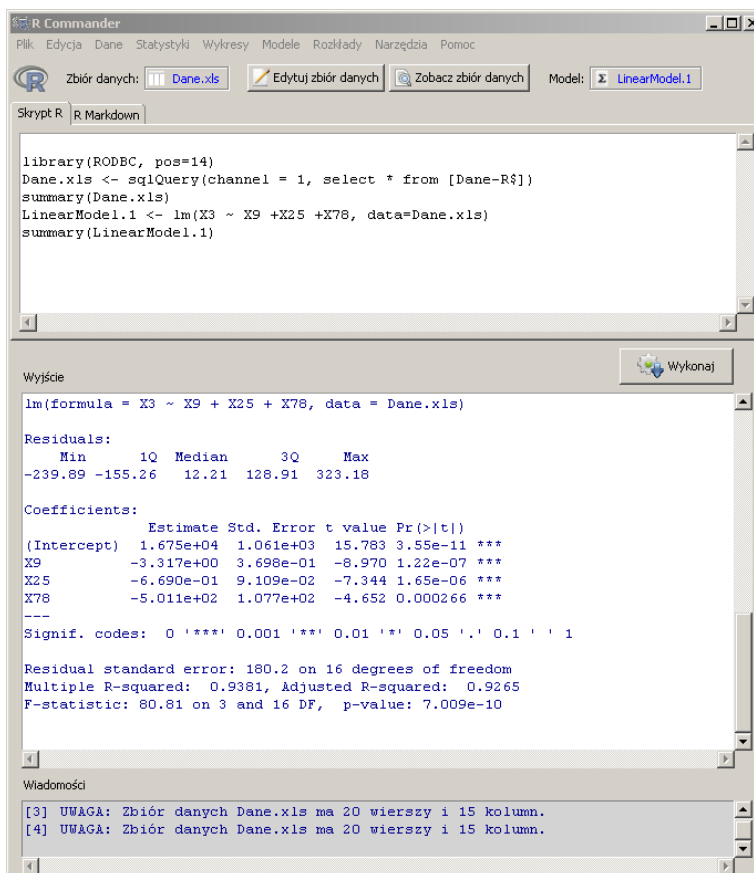
```
LinearModel2<-lm(X3~X9+X25+X78,data=Dane.xls).
```

Program wykonuje obliczenia, a ich efekt zobaczymy po wywołaniu komendy:

```
summary(LinearModel.2).
```

Komenda `lm()` określa statystykę opisową błędów między modelem, a danymi rzeczywistymi zmiennej X_3 w wierszu *Residual*. Zauważmy również reakcję programu R na wprowadzoną celowo błędną nazwę modelu „LinearModel3” oraz wywołanie komendy jako:

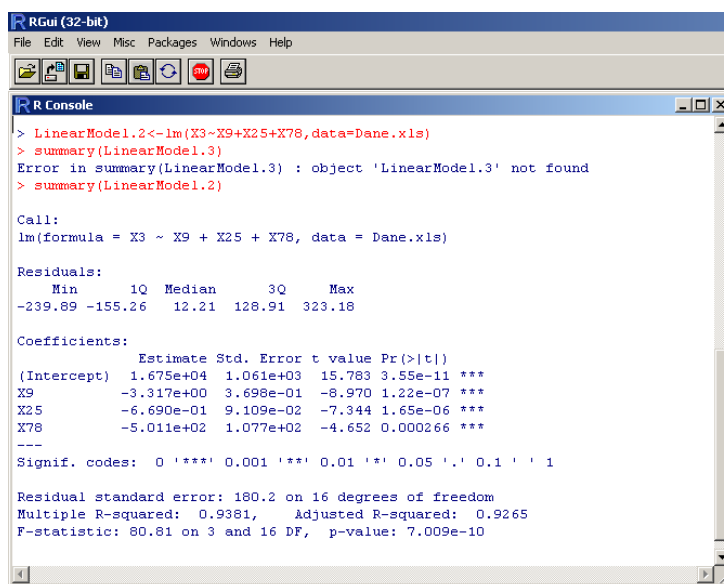
`lm(formula = X3 ~ X9 + X25 + X78, data = Dane.xls).`



Źródło: Opracowanie własne programem R.

Ryc. 31.7. Wyniki pracy komend `lm()` i `summary()`

Efekt estymacji poszczególnych parametrów modelu zmiennej X_3 jest identyczny ja wcześniej wykonany w trybie okienkowym pod R Commanderem (zob. Rycina 31.8).



Źródło: Opracowanie własne programem R.

Ryc. 31.8. Wyniki pracy komend `lm()` i `summary()` w trybie skryptowym (okno RGui)

31.3. Zastosowanie funkcji macierzowych programu R

W prezentacji operacji algebry macierzowej wykorzystamy szeregi obserwacji wynikające z naszego ostatniego wysublimowanego modelu zależności zmiennej objaśnianej X_3 od zmiennych objaśniających X_9 , X_{25} oraz X_{78} . Inspiracją do naszych działań będzie równanie macierzowe, które już we wstępie zostało przytoczone: $\mathbf{a} = (\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{y}$. Dla wygody korzystania z szeregów danych zapisano je w kolejnym arkuszu pliku *Dane.xls* (zob. Rycina 31.9).

Na początek skorzystamy z trybu skryptowego programu R i w oknie RGui zapisywać będziemy komendy operacji macierzowych wynikające z podanego wcześniej równania macierzowego. Tym razem testujemy wprowadzenie macierzy jako zbioru 20 wektorów odpowiadających zmiennym: X_9 , X_{25} , X_{78} .

	A	B	C	D
1	X3	X9	X25	X78
2	2394	3467,6	295,16	5,7
3	2595	3391,8	384,25	5,4
4	2375	3361,4	515,49	5,4
5	2233	3461,1	704,99	5,4
6	1961	3436,0	900,58	5,3
7	1737	3433,4	1088,03	5,3
8	1827	3378,7	1277,06	5,4
9	2641	3138,4	1428,01	5,7
10	2760	2955,0	2622,76	5,5
11	3186	2820,6	2821,30	5,0
12	3431	2670,5	2930,70	5,0
13	3329	2639,1	3017,64	5,1
14	3230	2663,1	3111,04	5,0
15	3045	2665,4	3252,02	5,4
16	2344	2714,3	3421,05	5,9
17	1619	2842,4	3720,10	6,5
18	1211	2890,7	3986,50	6,8
19	1411	2725,4	4232,68	6,6
20	1699	2696,1	4388,31	5,9
21	2146	2714,2	4633,95	5,4

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.9. Szeregi obserwacji zmiennych modelu wynikowej zmiennej X_3

Sekwencja kodu źródłowego (skryptu R), dla macierzy nazwanej jako MAT1 jest następująca:

```
> # definiowanie macierzy MAT1 i jej elementów
> MAT1[1,]<-c(3467.6,295.16,5.7)
> MAT1[2,]<-c(3391.8,384.25,5.4)
> MAT1[3,]<-c(3361.4,515.49,5.4)
> MAT1[4,]<-c(3461.1,704.99,5.4)
> MAT1[5,]<-c(3436.0,900.58,5.3)
> MAT1[6,]<-c(3433.4,1088.03,5.3)
> MAT1[7,]<-c(3378.7,1277.06,5.4)
> MAT1[8,]<-c(3138.4,1428.01,5.7)
> MAT1[9,]<-c(2955.0,2622.76,5.5)
> MAT1[10,]<-c(2820.6,2821.30,5.0)
> MAT1[11,]<-c(2670.5,2930.70,5.0)
> MAT1[12,]<-c(2639.1,3017.64,5.1)
> MAT1[13,]<-c(2663.1,3111.04,5.0)
> MAT1[14,]<-c(2665.4,3252.02,5.4)
> MAT1[15,]<-c(2714.3,3421.05,5.9)
> MAT1[16,]<-c(2842.4,3720.10,6.5)
> MAT1[17,]<-c(2890.7,3986.50,6.8)
> MAT1[18,]<-c(2725.4,4232.68,6.6)
> MAT1[19,]<-c(2696.1,4388.31,5.9)
> MAT1[20,]<-c(2714.2,4633.95,5.4)
```

Dla wstępnego testowania oraz dla wykorzystania modelu do ewentualnej optymalizacji jako funkcja celu w zadaniu decyzyjnym, wprowadzone wektory nie obejmują stałej a_0 tożsamościowo równej „1” przy zmiennej nazywanej jako X_0 . Poszczególne wektory „c” macierzy **MAT1** zapisujemy wierszami od 1-20, zastępując przecinki kropką dziesiętną, oddzielając dane przecinkiem. Kolejne komendy akceptujemy klawiszem *Enter*. Dla wyświetlenia wprowadzonych danych wystarczy w linii komend wpisać tylko nazwę macierzy **MAT1**⁶⁰⁴.

⁶⁰⁴ Wprowadzenie danych oraz formułowanie funkcji operacji macierzowych opracowano przez analogię do danych modelowych zamieszczonych w książce: Kopczevska K., Kopczevski T., Wójcik P., *Metody ilościowe w R: Aplikacje ekonomiczne i finansowe*, op. cit., strony: 584-588.

```

> MAT1 # wyświetlenie wyniku
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 3467.6 295.16 5.7
[2,] 3391.8 384.25 5.4
[3,] 3361.4 515.49 5.4
[4,] 3461.1 704.99 5.4
[5,] 3436.0 900.58 5.3
[6,] 3433.4 1088.03 5.3
[7,] 3378.7 1277.06 5.4
[8,] 3138.4 1428.01 5.7
[9,] 2955.0 2622.76 5.5
[10,] 2820.6 2821.30 5.0
[11,] 2670.5 2930.70 5.0
[12,] 2639.1 3017.64 5.1
[13,] 2663.1 3111.04 5.0
[14,] 2665.4 3252.02 5.4
[15,] 2714.3 3421.05 5.9
[16,] 2842.4 3720.10 6.5
[17,] 2890.7 3986.50 6.8
[18,] 2725.4 4232.68 6.6
[19,] 2696.1 4388.31 5.9
[20,] 2714.2 4633.95 5.4

```

Zauważmy, sposób notacji w nawiasach kwadratowych kolejnych wierszy oraz kolumn, poprzez wstawianie przecinka, gdy dalsze kolumny/wiersze są takie jak w danym wierszu/kolumnie np. [1,], [1,]. Pierwszym naszym krokiem jest transpozycja (czyli zamiana wierszy na kolumny) macierzy **MAT1** stosując komendę **t()**. Efekt przeprowadzenia transpozycji uzyskujemy poprzez wpisanie w linii komend **MAT1** pełniące rolę komendy.

```

> # definiuje MAT1 jako przetransponowaną macierz MAT1
> MAT2<-t(MAT1)
> MAT2
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]      [,5]      [,6]      [,7]      [,8]      [,9]
[1,] 3467.60 3391.80 3361.40 3461.10 3436.00 3433.40 3378.70 3138.40 2955.00
[2,] 295.16 384.25 515.49 704.99 900.58 1088.03 1277.06 1428.01 2622.76
[3,] 5.70 5.40 5.40 5.40 5.30 5.30 5.40 5.70 5.50
      [,10]      [,11]      [,12]      [,13]      [,14]      [,15]      [,16]      [,17]      [,18]
[1,] 2820.6 2670.5 2639.10 2663.10 2665.40 2714.30 2842.4 2890.7 2725.40
[2,] 2821.3 2930.7 3017.64 3111.04 3252.02 3421.05 3720.1 3986.5 4232.68
[3,] 5.0 5.0 5.10 5.00 5.40 5.90 6.5 6.8 6.60
      [,19]      [,20]
[1,] 2696.10 2714.20
[2,] 4388.31 4633.95
[3,] 5.90 5.40

```

Macierze **MAT1** i **MAT2** odpowiadają w równaniu macierzowym macierzom **X** oraz **X^T**. Musimy teraz dokonać przemnożenia macierzy **MAT2** i **MAT1** uzyskując macierz **MAT3**, czyli [**X^TX**]. W wyniku mnożenia macierzy o wymiarach (**X^TX**) = (3 x 20) (20 x 3) następuje redukcja do (3 x 3) w macierzy **MAT3**:

```

> # macierz MAT3 jest efektem mnożenia macierzy MAT2 i MAT1
> MAT3<-MAT2%*%MAT1
> MAT3
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 182513417.9 137905436.2 335038.33
[2,] 137905436.2 159531664.7 277937.71
[3,] 335038.3 277937.7 629.05

```

Jak widać, mnożenie macierzy dokonujemy podając we właściwej kolejności nazwy macierzy **MAT2**, **MAT1** oraz operator mnożenia „*” otoczony znakami „%”.

Przystępujemy teraz do mnożenia macierzy transponowanej **MAT2** i wektora zmiennej objaśnianej **X₃** uzyskując macierz **MAT4**. Wymaga to jednak wcześniejszego wprowadzenia danych zmiennej **X₃** dla obserwacji (1-20). Zauważmy reakcje programu R na nie podanie na początku linii tekst symbolu „#”. W wyniku redukcji wymiarów: (3 x 20) * (20 x 1) powstaje wektor kolumnowy – macierz **MAT4** o wymiarach (3 x 1). Obraz wyniku uzyskujemy przez wpisanie w linii komend **MAT4**.

```

> y<-c(2394,2595,2375,2233,1961,1737,1827,2641,2760,3186,3431,3329,3230,3045,2344,1619,1211,1411,1699,2146)
> macierz MAT4 jako wynik z przemnożenia macierzy MAT2 i wektora y
Error: unexpected symbol in "macierz MAT4"
> # macierz MAT4 jako wynik z przemnożenia macierzy MAT2 i wektora y
> MAT4<-MAT2**y
> MAT4
      [,1]
[1,] 140502253.8
[2,] 112784218.0
[3,] 258409.8

```

Mamy już składniki z przemnożeń macierzy, co odpowiada w równaniu macierzowym ($\mathbf{X}^T\mathbf{X}$) oraz $\mathbf{X}^T\mathbf{y}$, przechodzimy więc do wyznaczenia komendą `solve()` programu R macierzy odwrotnej **MAT.odw** odpowiadającej $(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}$.

```

> # wyszukiwanie macierzy odwrotnej do macierzy MAT3
> MAT.odw<-solve(MAT3)
> MAT.odw
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 7.834649e-07 2.160214e-07 -0.0005127275
[2,] 2.160214e-07 8.678951e-08 -0.0001534020
[3,] -5.127275e-04 -1.534020e-04 0.3424522271

```

Wektor parametrów zwanych także współczynnikami modelu regresji wielowymiarowej zmiennej X_3 uzyskujemy poprzez kolejne przemnożenie, ale tym razem macierzy **MAT.odw**, tj. $(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}$ i **MAT4**, czyli $\mathbf{X}^T\mathbf{y}$:

```

> # przemnożenie macierzy odwrotnej MAT.odw przez MAT4
> a<-MAT.odw**MAT4
> a
      [,1]
[1,] 1.9485652
[2,] 0.4994009
[3,] -847.6854880

```

Zatem model zmiennej X_3 – bez stałej a_0 jest następujący:

$$\hat{x}_3 = 1,95 * x_9 + 0,5 * x_{25} - 847,69 * x_{78}$$

Długa jest procedura korzystania z równania macierzowego zanim dojdziemy do modelu regresji wielowymiarowej, przydatna owszem w przypadku macierzy o dużych wymiarach. Dla małych wymiarów macierzy (m x n) możemy z powodzeniem zastosować funkcję REGLINP Excela:

Uzyskaliśmy zatem zgodność wyników z modelem wygenerowanym przez komendę `lm()` programu R, a poszczególne określenia wymienione na Rysunku 31.10 oznaczają:

- parametry (współczynniki) – a_1, a_2, a_3 – modelu odpowiadające kolejnym zmiennym objaśniającym, w naszym przykładzie X_9, X_{25}, X_{78} ;
- błąd standardowy – dotyczy błędów standardowych oszacowania odpowiadających im parametrów;
- R^2 – współczynnik determinacji;
- S_e – odchylenie standardowe reszt modelu;
- F – statystyka Fishera;
- iss – ilość stopni swobody;
- ESS – estymowana suma kwadratów;
- RSS – resztowa suma kwadratów;
- #N/D! – pole nie występujące.

a_3	a_2	a_1	
-847,6855	0,4994	1,94857	parametry
416,40456	0,20963	0,62983	błąd standardowy
0,9280663	711,566	#N/D!	$R^2; S_e$
73,109623	17	#N/D!	$F; iss$
111052097	8607557	#N/D!	$ESS; RSS$

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.10. Oszacowanie parametrów modelu bez stałej funkcją REGLINP Excela

31.4. Wprowadzenie parametru stałego do równania liniowego modelu ekonometrycznego

Przetestujmy teraz funkcję REGLINP oraz komendę **lm()** programu R w zakresie estymacji parametrów modelu ekonometrycznego z parametrem a_0 . Formuła funkcji REGLINP jest następująca:

=REGLINP(zakres zmiennej objaśnianej; zakres macierzy zmiennych objaśniających; potwierdzenie stałej słowem „PRAWDA”; potwierdzenie potrzeby statystyki opisowej też słowem „PRAWDA”).

Dla naszych danych zapisanych w arkuszu kalkulacyjnym Excela (zob. Rycina 20.9) powyższa formuła przybiera postać:

=REGLINP(A2:A21;B2;D21;PRAWDA;PRAWDA).

Tą funkcję potwierdzamy naciskając jednocześnie 3 klawisze: <Ctrl>+<Shift>+<Enter>. Efekt naszego działania prezentuje Rycina 31.11, a uzyskany model przy zaokrągleniu wyników do dwóch miejsc po przecinku zmiennej X_3 jest następujący:

$$x_3 = 16749 - 3,32 * x_9 - 0,67 * x_{25} - 501,06 * x_{78}$$

a ₃	a ₂	a ₁	a ₀		
-501,0594	-0,669	-3,317	16749	parametry	
107,70829	0,09109	0,36978	1061,19	błąd standardowy	
0,9380849	180,189	#N/D!	#N/D!	R ² ; S _e	
80,806115	16	#N/D!	#N/D!	F; iss	
7870851,4	519489	#N/D!	#N/D!	ESS; RSS	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.11. Oszacowanie parametrów modelu ze stałą funkcją REGLINP Excela

Wykonajmy teraz estymację parametrów modelu ze stałą komendami programu R. Wymaga to kopiowania komend z poprzedniej wersji skryptu zachowanej w naszym katalogu np. na ścieżce: D:\Artykul-R-macierz1. Wprowadzimy do 20 wektorów macierzy **MAT1A** definiowanej komendą **matrix()** liczbę 1 wyrażającą parametr przy zmiennej X_0 tożsamościowo równej też jeden. W ten sposób macierz składająca się z 20 wektorów „sklejona” komendą **matrix()** będzie o wymiarach (20 x 4) – zob. sekwencja kodu źródłowego podana w języku R:

```
> # skorygowane definiowanie macierzy MAT1A i jej elementów
> MAT1A<-matrix(0,20,4)
> MAT1A[1,]<-c(1,3467.6,295.16,5.7)
> MAT1A[2,]<-c(1,3391.8,384.25,5.4)
> MAT1A[3,]<-c(1,3361.4,515.49,5.4)
> MAT1A[4,]<-c(1,3461.1,704.99,5.4)
> MAT1A[5,]<-c(1,3436.0,900.58,5.3)
> MAT1A[6,]<-c(1,3433.4,1088.03,5.3)
> MAT1A[7,]<-c(1,3378.7,1277.06,5.4)
> MAT1A[8,]<-c(1,3138.4,1428.01,5.7)
> MAT1A[9,]<-c(1,2955.0,2622.76,5.5)
> MAT1A[10,]<-c(1,2820.6,2821.30,5.0)
> MAT1A[11,]<-c(1,2670.5,2930.70,5.0)
> MAT1A[12,]<-c(1,2639.1,3017.64,5.1)
> MAT1A[13,]<-c(1,2663.1,3111.04,5.0)
> MAT1A[14,]<-c(1,2665.4,3252.02,5.4)
> MAT1A[15,]<-c(1,2714.3,3421.05,5.9)
> MAT1A[16,]<-c(1,2842.4,3720.10,6.5)
> MAT1A[17,]<-c(1,2890.7,3986.50,6.8)
> MAT1A[18,]<-c(1,2725.4,4232.68,6.6)
> MAT1A[19,]<-c(1,2696.1,4388.31,5.9)
> MAT1A[20,]<-c(1,2714.2,4633.95,5.4)
```

Sprawdzenie poprawności uzyskamy czytając wprowadzone dane poprzez wpisanie w linii komend nazwy macierzy **MAT1A**.

```

> MAT1A # wyświetlenie wyniku skorygowanej macierzy
      [,1]  [,2]  [,3] [,4]
[1,]  1 3467.6 295.16 5.7
[2,]  1 3391.8 384.25 5.4
[3,]  1 3361.4 515.49 5.4
[4,]  1 3461.1 704.99 5.4
[5,]  1 3436.0 900.58 5.3
[6,]  1 3433.4 1088.03 5.3
[7,]  1 3378.7 1277.06 5.4
[8,]  1 3138.4 1428.01 5.7
[9,]  1 2955.0 2622.76 5.5
[10,] 1 2820.6 2821.30 5.0
[11,] 1 2670.5 2930.70 5.0
[12,] 1 2639.1 3017.64 5.1
[13,] 1 2663.1 3111.04 5.0
[14,] 1 2665.4 3252.02 5.4
[15,] 1 2714.3 3421.05 5.9
[16,] 1 2842.4 3720.10 6.5
[17,] 1 2890.7 3986.50 6.8
[18,] 1 2725.4 4232.68 6.6
[19,] 1 2696.1 4388.31 5.9
[20,] 1 2714.2 4633.95 5.4

```

Mając zmodyfikowaną macierz **MAT1A** powtarzamy naszą już sprawdzoną procedurę wynikająca z równania macierzowego. W pierwszej kolejności dokonujemy przetransformowania macierzy **MAT1A** w macierz **MAT2A**:

```

> # definiuje MAT2A jako przetransponowaną macierz MAT1A
> MAT2A<-t(MAT1A)
> MAT2A
      [,1]  [,2]  [,3]  [,4]  [,5]  [,6]  [,7]  [,8]  [,9]
[1,]  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00  1.00
[2,] 3467.60 3391.80 3361.40 3461.10 3436.00 3433.40 3378.70 3138.40 2955.00
[3,] 295.16 384.25 515.49 704.99 900.58 1088.03 1277.06 1428.01 2622.76
[4,]  5.70  5.40  5.40  5.40  5.30  5.30  5.40  5.70  5.50
      [,10] [,11] [,12] [,13] [,14] [,15] [,16] [,17] [,18]
[1,]  1.0  1.0  1.00  1.00  1.00  1.00  1.0  1.0  1.00
[2,] 2820.6 2670.5 2639.10 2663.10 2665.40 2714.30 2842.4 2890.7 2725.40
[3,] 2821.3 2930.7 3017.64 3111.04 3252.02 3421.05 3720.1 3986.5 4232.68
[4,]  5.0  5.0  5.10  5.00  5.40  5.90  6.5  6.8  6.60
      [,19] [,20]
[1,]  1.00  1.00
[2,] 2696.10 2714.20
[3,] 4388.31 4633.95
[4,]  5.90  5.40

```

Następna macierz **MAT3A** o wymiarach (4 x 4) jest rezultatem mnożenia macierzy **MAT2A** i **MAT1A**. Kopiujemy do linii komend nasz wektor zmiennej objaśnianej **y** nazywając go teraz jako **y1**, a następnie mnożymy macierz transponowaną **MAT2A** i wektor **y1** uzyskując macierz **MAT4A** o wymiarach (4 x 1):

```

> y1<-c(2394,2595,2375,2233,1961,1737,1827,2641,2760,3186,3431,3329,3230,3045,2344,1619,1211,1411,1699,2146)
> # macierz MAT4A jako wynik z przemnożenia macierzy MAT2A i wektora y1
> MAT4A<-MAT2A*%*%y1
> MAT4A
      [,1]
[1,]  47174.0
[2,] 140502253.8
[3,] 112784218.0
[4,]  258409.8

```

Określamy teraz macierz odwrotną **MAT.odwA** do macierzy **MAT3A** o wymiarach (4 x 4) korzystając z komendy **solve()**. Sprawdźmy jeszcze poprawność liczbową uzyskanej macierzy odwrotnej poprzez zastosowanie komendy **round()** mnożącej macierz **MAT3A** i macierz odwrotną **MAT.odwA**.

```

> round(MAT3A%*%MAT.odwA,10)
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,] 1e+00 0 0 0
[2,] -1e-10 1 0 0
[3,] 0e+00 0 1 0
[4,] 0e+00 0 0 1
> round(MAT3A%*%MAT.odwA)
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,] 1 0 0 0
[2,] 0 1 0 0
[3,] 0 0 1 0
[4,] 0 0 0 1

```

Podanie jako opcji „10” w komendzie **round()** powoduje zapisanie pierwszej kolumny w postaci inżynierskiej, którą to postać już wcześniej wyjaśniałem. W efekcie mnożenia uzyskaliśmy macierz jednostkową, co jest potwierdzenie poprawności macierzy odwrotnej, która na głównej przekątnej zwanej diagonalną ma same jedynki. Dla otrzymania wektora parametrów **a1**, zgodnie z równaniem macierzowym musimy przemnożyć macierze **MAT.odwA** i **MAT4A**.

```

> # przemnożenie macierzy odwrotnej MAT.odwA przez MAT4A
> a1<-MAT.odwA%*%MAT4A
> a1
      [,1]
[1,] 16748.9894707
[2,] -3.3170046
[3,] -0.6689888
[4,] -501.0594262

```

Zauważamy, że parametry modelu ekonometrycznego zmiennej X_3 są identyczne jak dla modelu uzyskanego funkcją REGLINP Excela. Sprawdźmy teraz, czy szybciej można uzyskać wektor **a1** stosując algebrę macierzową zawartą w Excelu.

31.5. Zastosowanie funkcji macierzowych Excela

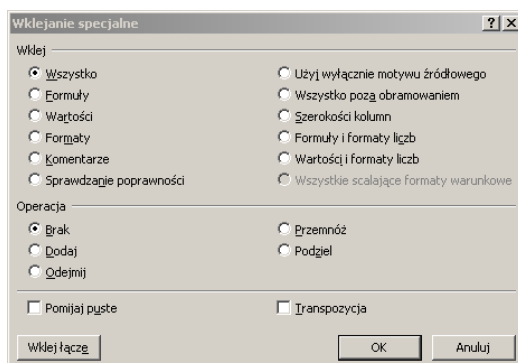
Dla zademonstrowania możliwości funkcji macierzowych Excela takich jak **MACIERZ.ILOCZYN()** oraz **MACIERZ.ODW()** przygotowano dane na kolejnym arkuszu skoroszytu *Dane.xls* z uwzględnieniem także zmiennej X_0 (zob. Rycina 31.12).

	A	B	C	D	E	F
1	X3		X0	X9	X25	X78
2	2394		1	3467,6	295,16	5,7
3	2595		1	3391,8	384,25	5,4
4	2375		1	3361,4	515,49	5,4
5	2233		1	3461,1	704,99	5,4
6	1961		1	3436,0	900,58	5,3
7	1737		1	3433,4	1088,03	5,3
8	1827		1	3378,7	1277,06	5,4
9	2641		1	3138,4	1428,01	5,7
10	2760		1	2955,0	2622,76	5,5
11	3186		1	2820,6	2821,30	5,0
12	3431		1	2670,5	2930,70	5,0
13	3329		1	2639,1	3017,64	5,1
14	3230		1	2663,1	3111,04	5,0
15	3045		1	2665,4	3252,02	5,4
16	2344		1	2714,3	3421,05	5,9
17	1619		1	2842,4	3720,10	6,5
18	1211		1	2890,7	3986,50	6,8
19	1411		1	2725,4	4232,68	6,6
20	1699		1	2696,1	4388,31	5,9
21	2146		1	2714,2	4633,95	5,4

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.12. Przygotowanie danych do oszacowania parametrów modelu funkcjami macierzowymi Excela

Rozpoczynamy od transpozycji macierzy zmiennych objaśniających X_0, X_9, X_{25}, X_{78} stosując kopiowanie, a następnie opcję *Transpozycja* w oknie dialogowym *Wklej specjalnie* (zob. Rycina 31.13).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.13. Okno dialogowe *Wklej specjalnie* z opcją *Transpozycja*

Rezultat transpozycji pokazano na fragmencie widoku ekranu Excela (zob. Rycina 31.14)

23	X0	1	1	1	1	1	1
24	X9	3467,6	3391,8	3361,4	3461,1	3436,0	3433,4
25	X25	295,16	384,25	515,49	704,99	900,58	1088,03
26	X78	5,7	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3

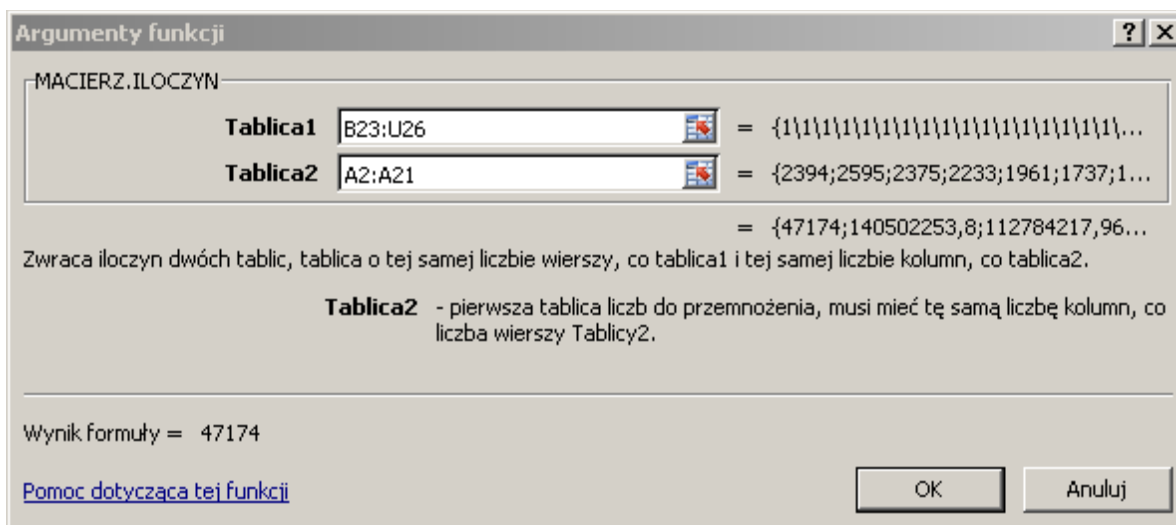
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.14. Fragment macierzy X^T

Kolejne operacje macierzowe na obszarach wektora (A2:A21) oraz macierzy podstawowej X (obszar C2:F21), macierzy transponowanej X^T (B23:U23), macierzy odwrotnej $(X^T X)^{-1}$ (obszar H2:K5) wynikających z Rycin 31.9 oraz 31.14 realizowane są formułami Excela:

=MACIERZ.ILOCZYN(B23:U26;C2:F21)
 =MACIERZ.ODW(H2:K5)
 =MACIERZ.ILOCZYN(B23:U26;A2:A21)

Przyjrzyjmy się jeszcze oknu dialogowemu definiowania funkcji **MACIERZ.ILOCZYN()**, gdzie np. w podoknie *Tablica 1* (obszar B23:U26) podajemy pierwszą mnożoną macierz a w podoknie *Tablica 2* – obszar wektora A2:A21 (zob. Rycina 31.15).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.15. Okno dialogowe mnożenia macierzy

Rezultat wykonania czterech operacji macierzowych w Excelu pokazano na Rycinie 31.16 stanowiącej fragment arkusza pliku *Dane.xls*, który obejmuje:

- macierz $[X^T X]$ o wymiarach $(m \times n) = (4 \times 4)$,
- macierz odwrotną $[X^T X]^{-1}$, również o wymiarach (4×4) ,
- wektor kolumnowy wynikający z mnożenia $(X^T y)$ o wymiarach (4×1) ,
- wektor wierszowy parametrów modelu liniowego wielowymiarowego stanowiącego efekt mnożenia macierzy $\{[X^T X]^{-1} * X^T y\}$ o wymiarach (4×1) .

Trzeba zwrócić uwagę na sposób zapisu parametrów (od prawej do lewej strony) tj. od a_0 do a_3 . Wyniki podane w zaokrągleniu do dwóch miejsc po przecinku są zgodne z realizacją operacji macierzowych wykonaną wcześniej programem R.

H	I	J	K	L
				$X^T X$
20	60065,2	48731,6	111,7	
60065,20	182513417,92	137905436,17	335038,33	
48731,62	137905436,2	159531664,7	277937,7	
111,7	335038,33	277937,712	629,05	
				$(X^T X)^{-1}$
34,68426028	-0,010904084	-0,002419533	0,717802621	
-0,010904084	4,21151E-06	9,76677E-07	-0,000738391	
-0,002419533	9,76677E-07	2,55573E-07	-0,000203475	
0,717802621	-0,000738391	-0,000203475	0,357307398	
47174	$X^T y$			
140502253,8				
112784218				
258409,8				
a_3	a_2	a_1	a_0	a1
-501,06	-0,67	-3,32	16748,99	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.16. Fragment arkusza Excela z realizacją operacji równania macierzowego

Ostatnia operacja równania macierzowego $(X^T X)^{-1} X^T y$ wykonana została formułą:

$$=MACIERZ.ILOCZYN(H7:K10;H12:H15)$$

Sprawdźmy jeszcze nasze wyniki stosując funkcję REGLINP, ze stałą lecz bez statystyki opisowej, przy czym format zapisu jest jednak inny – pionowo od a_0 do a_3 .

$$\begin{array}{r} 16748,99 \quad a_0 \\ \hline -3,32 \quad a_1 \\ \hline -0,67 \quad a_2 \\ \hline -501,06 \quad a_3 \end{array}$$

31.6. Inne operacje w R na macierzach

Macierz odwrotną możemy wyznaczyć również jako iloczyn odwrotności wyznacznika macierzy i transponowanej macierzy dopeńień algebraicznych. Komendą obliczania wyznacznika jest **det()**, dzielenie wykonujemy stosując operator „/”.

```
> det(MAT3A)
[1] 8.502284e+14
> 1/8.502284e+14
[1] 1.176155e-15
```

Program R podał nam wynik w formacie inżynierskim np. 8.502284e+14, gdzie jak już nadmieniono, $e = 10$. Spróbujmy teraz zrealizować wspomniany sposób określenia parametrów w Excelu (zob. Rycina 31.17).

	A	B	C	D	E
1	20	60065,2	48731,62	111,7	[X ^T X]
2	60065,2	182513418	137905436	335038,33	
3	48731,62	137905436	159531665	277937,712	
4	111,7	335038,33	277937,712	629,05	
5	8,5023E+14	det[X ^T X]	1,1762E-15	1/det[X ^T X]	
6	2,949E+16	9,271E+12	-2,057E+12	-6,103E+14	[D']
7	9,271E+12	3580741641	-830398906	-6,278E+11	
8	-2,057E+12	-830398906	217295662	1,73E+11	
9	-6,103E+14	-6,278E+11	1,73E+11	3,0379E+14	
10	1	2	3	4	(-1) ^{i+j}
11	1	-1	1	-1	1
12	-1	1	-1	1	2
13	1	-1	1	-1	3
14	-1	1	-1	1	4
15					
16	2,949E+16	-9,271E+12	-2,057E+12	6,103E+14	[D]
17	-9,271E+12	3580741641	830398906	-6,278E+11	
18	-2,057E+12	830398906	217295662	-1,73E+11	
19	6,103E+14	-6,278E+11	-1,73E+11	3,0379E+14	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.17. Fragment arkusza Excela z realizacją operacji macierzy odwrotnej $(X^T X)^{-1}$

Wyznacznik macierzy X zamieszczony w komórce A5 obliczamy korzystając z formuły:

$$=WYZNACZNIK.MACIERZY(A1:D4).$$

Następnie określimy odwrotność wyznacznika macierzy formułą: $(=1/A5)$. Pozostaje nam teraz wyznaczenie elementów macierzy dopełnień algebraicznych obliczanych np. jako iloczyn:

$$(-1)^{i+j} * \text{wyznacznik macierzy}$$

wyłonionej z macierzy wyjściowej, po odjęciu od niej kolumny j oraz wiersza i występowania danego elementu w macierzy dopełnień algebraicznych np. dla A1:

$$=WYZNACZNIK.MACIERZY(B2:D4) \\ =A6*A11$$

Na Rysunku 20.17, wstępna macierz D' powstała z wyznaczników, bez uwzględnienia współczynnika znaku $(-1)^{i+j}$. Dalsza realizacja wymaga zapisania macierzy dopełnień algebraicznych D tylko jako wartości komórek, bez formuł wewnętrznych (zob. Rycina 31.18).

21	2,949E+16	-9,271E+12	-2,057E+12	6,103E+14	[D _{wart}]
22	-9,271E+12	3580741641	830398906	-6,278E+11	
23	-2,057E+12	830398906	217295662	-1,73E+11	
24	6,103E+14	-6,278E+11	-1,73E+11	3,0379E+14	
25					
26	2,949E+16	-9,271E+12	-2,057E+12	6,103E+14	[D ^T]
27	-9,271E+12	3580741641	830398906	-6,278E+11	
28	-2,057E+12	830398906	217295662	-1,73E+11	
29	6,103E+14	-6,278E+11	-1,73E+11	3,0379E+14	
30					
31	34,6842603	-0,0109041	-0,0024195	0,7178026	[X ^T X] ⁻¹
32	-0,0109041	0,0000042	0,0000010	-0,0007384	
33	-0,0024195	0,0000010	0,0000003	-0,0002035	
34	0,7178026	-0,0007384	-0,0002035	0,3573074	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 31.18. Fragment arkusza Excela z realizacją operacji macierzy dopełnień algebraicznych

Jak już wspomniano macierz odwrotna jest iloczynem odwrotności wyznacznika macierzy (komórka \$C\$5) na Rycinie 31.17 i macierzy dopełnień algebraicznych. Musimy zatem dokonać transpozycji macierzy $[D_{wart}]$ uzyskując macierz $[D^T]$. Przemnożenie komórki \$C\$5 i poszczególnych komórek macierzy $[D^T]$ np.

$$=C5*A26$$

daje nam w efekcie końcowym macierz odwrotną postaci $[X^T X]^{-1}$.

Pośród jeszcze innych komend języka R dotyczących operacji macierzowych trzeba wymienić komendy pomocnicze: **dim()** – określającą wymiary macierzy oraz komendę **diag()** pokazującą wartości na przekątnej diagonalnej.

```
> dim(MAT3A)
[1] 4 4
> diag(MAT3A)
[1] 20.00 182513417.92 159531664.68 629.05
```

Łączenie wybranych obiektów (macierzy/wektorów) ma zastosowanie do określenia wyznaczników w macierzy dopełnień algebraicznych, gdzie trzeba wykreślić „domyślnie” określoną kolumnę lub wiersz rozpatrywanej macierzy. Podano teraz parę przykładów kompletowania nowych poprzez wyłączenie kolumn / wierszy czy też dołączenie nowego wektora. W tym względzie do „spinania” w całość bez określonej kolumny stosujemy komendę **cbind()** (zob. poniższy skrypt w języku R). Jak już wspomniano kolumny oznaczamy jako (przedział dalszych kolumn). Jeśli w kolejności wyłączymy wiersz komendą **rbind()** uzyskamy macierz do obliczenia wyznacznika elementu macierzy dopełnień algebraicznych. Sekwencję kodu źródłowego wymienionych operacji prezentuje poniższy skrypt:

```
> # utworzenie macierzy MAT5B bez kolumny pierwszej macierzy MAT3A
> MAT5B<-cbind(MAT3A[,2:4])
> MAT5B
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 60065.2 48731.62 111.70
[2,] 182513417.9 137905436.17 335038.33
[3,] 137905436.2 159531664.68 277937.71
[4,] 335038.3 277937.71 629.05
> # utworzenie macierzy MAT6B bez wiersza pierwszego macierzy MAT5B
> MAT6B<-rbind(MAT5B[2:4,])
> MAT6B
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 182513417.9 137905436.2 335038.33
[2,] 137905436.2 159531664.7 277937.71
[3,] 335038.3 277937.7 629.05
> det(MAT6B)
[1] 2.948954e+16
```

Powyższe dotyczyło elementu macierzy będącego w pierwszej kolumnie i pierwszym wierszu, a teraz spróbujmy obliczyć element macierzy $[D']$ dla wiersza drugiego i kolumny drugiej macierzy $[X^T X]$:

```
> MAT5C<-cbind(MAT3A[,1],MAT3A[,3:4])
> MAT5C
      [,1]      [,2]      [,3]
[1,] 20.00 48731.62 111.70
[2,] 60065.20 137905436.17 335038.33
[3,] 48731.62 159531664.68 277937.71
[4,] 111.70 277937.71 629.05
> MAT6C<-rbind(MAT3A[1,],MAT3A[3:4,])
> MAT6C
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]
[1,] 20.00 60065.2 48731.62 111.70
[2,] 48731.62 137905436.2 159531664.68 277937.71
[3,] 111.70 335038.3 277937.71 629.05
```

Zauważmy, że składamy nową macierz wyłączając kolumnę drugą przez podanie pierwszej kolumny i dalszych po kolumnie drugiej (MAT3A[,1], MAT3A[,3:4]) i podobnie postępujemy z wyłączeniem wiersza drugiego. Przetestujmy jeszcze dodanie wektora kolumnowego **a2** oraz wierszowego do określonej macierzy np. **MAT3A**:

```

> a2<-c(1,2,3,4)
> a2
[1] 1 2 3 4
> MAT7C<-cbind(MAT3A[,1:4],a2)
> MAT7C
                                     a2
[1,]    20.00    60065.2    48731.62    111.70    1
[2,]  60065.20 182513417.9 137905436.17 335038.33    2
[3,]  48731.62 137905436.2 159531664.68 277937.71    3
[4,]   111.70   335038.3   277937.71    629.05    4
> MAT8C<-rbind(MAT3A[1:4,],a2)
> MAT8C
      [,1]      [,2]      [,3]      [,4]
      20.00    60065.2    48731.62    111.70
      60065.20 182513417.9 137905436.17 335038.33
      48731.62 137905436.2 159531664.68 277937.71
      111.70   335038.3   277937.71    629.05
a2      1.00      2.0      3.00      4.00

```

31.7. Zagadnienia

1. Algebra liniowa macierzy
2. Wektor i macierz
3. Macierz transponowana
4. Macierz odwrotna
5. Serwer lokalny
6. Program Rcmdr
7. Podokna programu R Commander
8. Format inżynierski danych
9. Okno skryptowe w R
10. Funkcje macierzowe programu R

* * *

Opracowanie niniejsze skierowane jest w szczególności do studentów kierunków ekonomicznych zamiłowanych w modelowaniu ekonometrycznym zjawisk gospodarczych oraz prognozowaniu i wyznaczaniu funkcji celu w optymalizowanych zadaniach decyzyjnych. Choć ogólnie znajomość funkcjonalności Excela występuje, to jednak realizowanie operacji macierzowych jest mało znane lub wcale.

Godne uwagi jest posługiwanie się komendami programu R. Nabranie bowiem wprawy w pisanie skryptów w języku również nazwanym R, daje dużą satysfakcję i jest bardzo przydatne w pisaniu prac dyplomowych jak i rozważaniach naukowych z obszaru statystyki ekonometrii i badań operacyjnych.

32. Iteracyjna optymalizacja parametrów w wybranych modelach

32.1. Uogólniony model Holta

Zagadnienie doboru najlepszych parametrów równań modeli wyrównywania wykładniczego przewija się w różnych publikacjach. Jest przedmiotem zarówno ustaleń przez specjalistę, obliczenia według określonego wzoru, czy też postępowań iteracyjnych zarówno manualnych jak i komputerowych. W niniejszym materiale zwrócono uwagę na modele Holta, Wintersa, Holta-Wintersa oraz modele stanowiące uogólnienia rozwiązań „klasycznych”. Tematykę tę rozpatrzono w układzie przeglądu literaturowego włączając w to źródła internetowe. Realizacje komputerowe bazujące na module prognozowania programu WinQSB oparto o dane statystyczne dotyczące konsumpcji piwa przez jednego mieszkańca w latach 1989-2010.

W modelu Holta do wygładzania szeregu czasowego stosuje się średnią ruchomą z odpowiednim parametrem. Szeregi takie cechuje występowanie wahań przypadkowych oraz trend, czyli tendencja rozwojowa badanego zjawiska. Model Holta jest jedną z metod wygładzania (wyrównywania) wykładniczego. Oprócz omawianego modelu m.in. stosowany jest także prosty model wyrównywania wykładniczego, model Wintersa, model Holta-Wintersa, a także do prognoz długoterminowych model trendu tłumionego z uwzględnieniem sezonowości addytywnej i multiplikatywnej. Zagadnienie optymalizacji iteracyjnej parametrów uogólnionego modelu Holta, każdorazowo w odniesieniu do kolejnych okresów prognozowania spotykamy w publikacji Romana Szostka⁶⁰⁵, który proponuje modyfikację metody Holta polegającą na:

- nie ograniczaniu przedziału parametrów α oraz β do $[0, 1]$,
- ustalaniu najlepszych wartości tych parametrów kolejno dla okresu prognozowanego $[n + 1]$, $[n + 2]$, ..., $[n = T]$, przy czym n to ilość obserwacji, a T ostatni z okresów prognozowania.

Umożliwia to stosowanie omawianego modelu Holta również do bardziej odległych okresów czasowych, przy czym model ten dla okresu t bazuje na równaniu:

$$F_t = \alpha x_t + (1-\alpha)(F_{t-1} + S_{t-1}) \quad (1)$$

oraz

$$S_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)(S_{t-1}) \quad (2)$$

gdzie:

$t = 2, \dots, n - 1$,

F_t – wygładzona wartość szeregu czasowego,

S_t – wygładzona wartość przyrostu trendu na okres t ,

α, β – parametry modelu,

przy czym:

x_0, x_1, \dots, x_{n-1} – wartości empiryczne prognozowanego szeregu czasowego,

$F_1 = x_1$

$S_1 = x_1 - x_0$.

Prognozy na kolejne okresy $k = 1, 2, 3$, przy założeniu okresu początkowego $t = 0$ obliczamy rekurencyjnie według wzoru⁶⁰⁶:

$$x_{n+k-1}^* = F_{n-1} + kS_{n-1} \quad (3)$$

Wygaste prognozy dla okresów $t = 2, 3, \dots, n - 1$ obliczamy według wzoru:

$$x_t^* = F_{t-1} + S_{t-1} \quad (4)$$

Pozwala to nam na obliczenie błędów prognoz, a do oceny jakości stosować możemy średnią liniową lub średnią kwadratową J_2 o postaci:

⁶⁰⁵ Szostek R., *Uogólniony model Holta na przykładzie prognozowania liczby pasażerów w transporcie lotniczym w Polsce*, *Ekonometria*, 2(36) 2012.

⁶⁰⁶ Ibidem, wzory zaczerpnięto z podanego wyżej artykułu.

$$J_2 = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{t=2}^{n-1} (F_{t-1} + S_{t-1} - x_t)^2} \quad (5)$$

W kolejnych krokach dobieramy parametry α oraz β tak, aby otrzymać najmniejszą optymalną wartość błędu przykładowo według miary J_2 . Roman Szostek proponuje nie przestrzeganie założenia że⁶⁰⁷:

$$\alpha \in [0, 1] \text{ oraz } \beta \in [0, 1]$$

Dla przyjętych dwóch miar jakości (liniowej, kwadratowej) oraz obliczeń ze skokiem 0,0001 dla parametrów α oraz β przy wykorzystaniu specjalnego programu w języku (C++) uzyskano optymalne wartości tych parametrów. Dla miary kwadratowej $\alpha = 1,5676$ a $\beta = 0,1720$, przy czym zwróćmy uwagę, że $\alpha > 1$. Umożliwia to sporządzenie wykresu punktowego na podstawie wzorów (1), (2), (4) modelu Holta obejmującego :

- X_t – kolejne obserwacje zmiennej,
- F_t – wygładzone wartości szeregu czasowego,
- S_t – wygładzone wartości przyrostu trendu na okres t ,
- X_t^* – dokładnie wyznaczone wygasłe prognozy .

Natomiast przy zachowaniu ograniczenia przedziału $[0, 1]$ i przyjętej przykładowo miary kwadratowej parametrów α oraz β wynoszą: $\alpha = 1$, $\beta = 0,3057$.

Przy ustalaniu prognoz wygasłych krok prognozy ($k = 1$). Jeśli chcemy jednak, aby przy pomocy modelu Holta ustalać prognozy na k okresów do przodu, to również musimy tak samo obliczać prognozy wygasłe oraz odpowiednio dobrać (przykładowo na podstawie miary kwadratowej) optymalne wartości parametrów α oraz β . W takim przypadku minimalizujemy miarę jakości o następującej postaci:

$$J_2(k) = \sqrt{\frac{1}{n-k-1} \sum_{t=k+1}^{n-1} (F_{t-k} + kS_{t-} - x_t)^2} \quad (6)$$

gdzie: $k = 1, 2, 3, \dots$

Badania Szostka wykazały, że dzięki modyfikacji postępowania ze swobodą wartości parametrów α oraz β jak również ich odniesienia do ilości okresów prognozowania przy ustalaniu prognoz wygasłych doprowadzono do większej wiarygodności prognoz. Przez analogię można opracować kod programu dla przykładu danych spożycia piwa w przeliczeniu na 1 mieszkańca Polski zamieszczonych dalej w Tabeli 19.1⁶⁰⁸. Skorzystajmy jednak ze standardowego modułu w ramach pakietu WinQSB.

32.2. Modele wyrównywania wykładniczego w programie WinQSB

Dostępne bezpłatnie oprogramowanie WinQSB w Internecie umożliwia dla danego szeregu czasowego danych zastosowanie kolejno kilku modeli wyrównywania wykładniczego, a mianowicie⁶⁰⁹:

- prostego wyrównywania wykładniczego (SES),
- prostego wyrównywania wykładniczego z trendem (SEST),
- podwójnego wyrównywania wykładniczego (DES),
- podwójnego wyrównywania wykładniczego z trendem (DEST),
- adaptacyjnego wyrównywania wykładniczego (AES),
- modelu Holta-Wintersa z sezonowością addytywną (HWA),
- modelu Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną (HWM).

W zakresie SEST istnieje w programie WinQSB opcja określenia najlepszych wartości parametrów. Po zainstalowaniu WinQSB postępowanie sprowadza się do:

⁶⁰⁷ Ibidem, s. 18.

⁶⁰⁸ Ibidem, zob. s. 22-23.

⁶⁰⁹ Wornalkiewicz W., *Dobór metod i parametrów w budowaniu modeli ekonometrycznych*, monografia, *Ekonomiczno-społeczne problemy współczesnego zarządzania i komunikacji*, (red.) Duczmal M, Pokusa T, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2008.

- wywołania programu z dysku;
- wyboru modułu FC, a następnie wywołania z menu głównego kolejno: *File* (zbiór), *New Problem* (nowy problem), *Problem type* (typ problemu) i wybór w ramach niego: *Time Series Forecasting* (szereg czasowy);
- wprowadzamy informacje: tytuł problemu, jednostka czasu, liczba okresów obserwacji;
- wprowadzamy dane rzeczywiste – przykładowo spożycie piwa w kwartałach roku gospodarczego⁶¹⁰;
- zapisanie pliku na dysku i wywołanie funkcji: *Solve and Analyze Perform Forecasting*;
- zaznaczamy interesującą nas metodę prognozowania, np. SEST;
- wybieramy żądanie wyszukiwania iteracyjnego przez program wartości najlepszych (*Search the best*) dla naszego modelu wyrównywania wykładniczego według kryterium błędu:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (\hat{Y}_n - Y_n)} \quad (7)$$

gdzie:

n – liczba sumowanych reszt,

\hat{Y}_n – wartość określona z modelu,

Y_n – wartość z obserwacji w okresie t .

Zatem MSE stanowi wartość średnią sumy kwadratów reszt. Ponadto po wyborze *Search the best* podajemy programowi tylko zakres danego parametru z krokiem iteracyjnym przykładowo 0,01. W przypadku SES wpisujemy także liczbę okresów do prognozowania. Jeśli nie podamy prognozy inicjującej to program przyjmuje $F(0) = F_2 = Y_1$ i oblicza prognozę według wzoru⁶¹¹:

$$F_n = \alpha Y_{n-1} + (1-\alpha)F_{n-1} \quad (8)$$

Tu możemy zauważyć, że symbolizacja i znaczenia poszczególnych elementów wzorów są różne w zależności od autora publikacji zarówno zwartej jak i internetowej. Otrzymany wynik błędu jest mniejszy po wyborze przez komputer optymalnego parametru α . Przetestujmy teraz metodę SEST posiadającą analogię do przedstawionego już modelu Holta z zastosowaniem opcji *Search the best* na przykładzie danych zamieszczonych w Tabeli 32.1. Podajemy ilość okresów prognozowania – 1, nie określamy parametrów α oraz β , a także wartości początkowej $F(0)$. Jako kryterium błędu przyjmujemy MSE oraz krok iteracyjny 0.01 dla parametrów α i β . Trzeba tu jednak zaznaczyć, że zarówno krok iteracyjny oraz dane empiryczne podajemy z kropką dziesiętną zamiast przecinka.

Tab. 32.1. Ilość piwa wypitego w Polsce w litrach (l) przez jednego mieszkańca w latach (r) – (1989-2010)

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
r	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
l	31,3	30,4	37,2	38,6	33	36,4	39	42,8	49,8	54,1	60,7	66,9	66,5	70,7	74,6	75,5	80,7	87,4	93,4	94,4	91,2	90,5

Źródło: „Rocznik Statystyczny” za lata: 1988-2006, GUS, Warszawa, GUS; www.gov.pl – lata 2006-2010.

Realizację komputerową metody SEST z wykorzystaniem opcji *Search the best* przedstawiono na Rycinie 32.1.

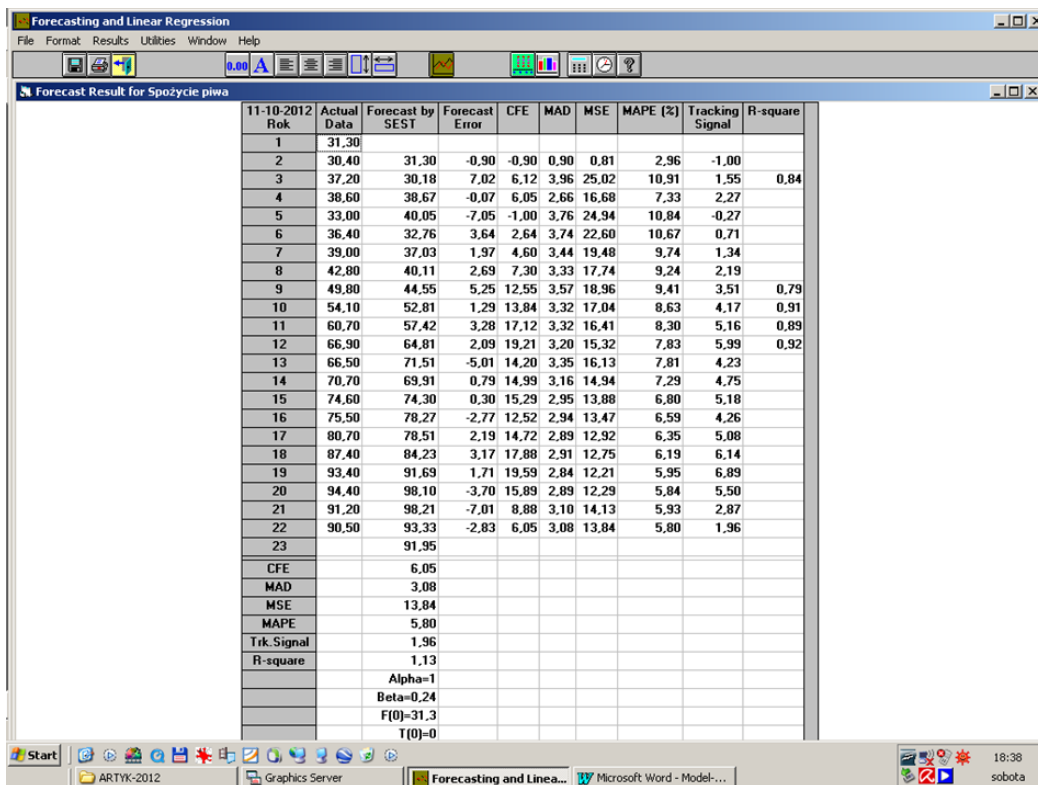
Program ustalił parametry optymalne $\alpha = 1$ oraz $\beta = 0,24$ oraz zainicjował prognozę $F(0) = F_2 = Y_1 = 31,3$. Kryterium błędu $MSE = 13,84$. Zatem RMSE jako pierwiastek z MSE wynosi 3,72. Oprócz miary MSE w raporcie występują także inne miary błędu, tj. CFE, MAD oraz spotykany często w literaturze średni procentowy absolutny błąd MAPE:

Z Ryciny 32.1 dowiadujemy się, że wartość prognozy na okres 23. wynosi 91,95.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{\hat{y}_n - y_n}{y_n} \right| 100$$

⁶¹⁰ Ibidem, tab. 2, s. 203.

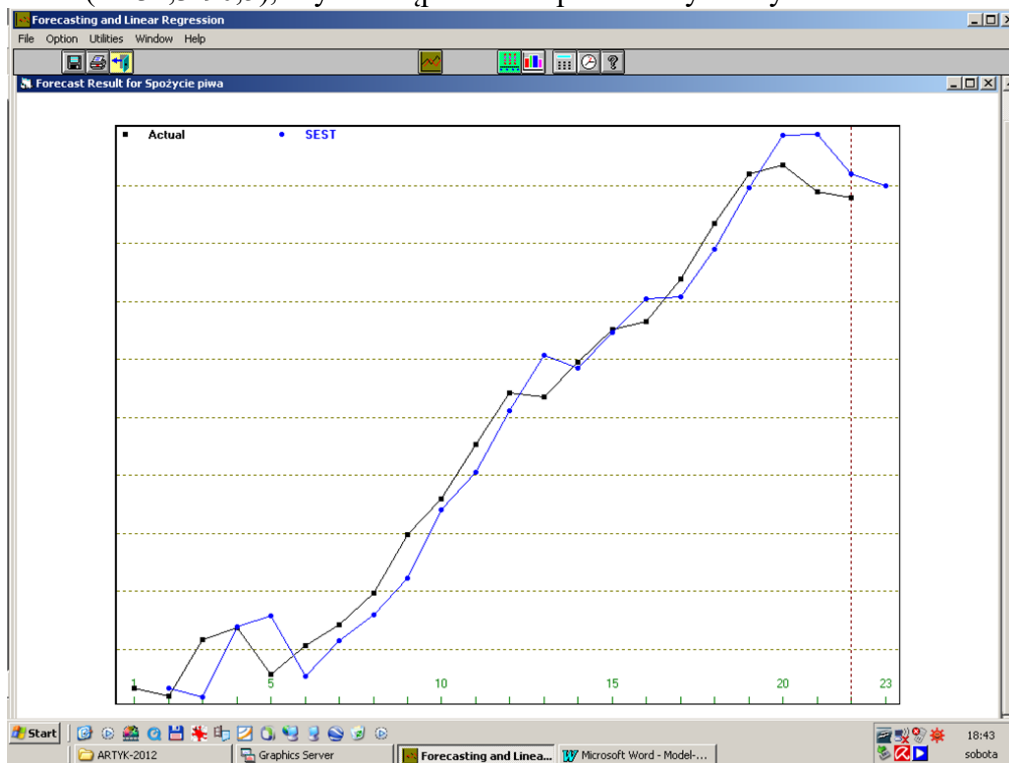
⁶¹¹ Ibidem, s. 196.



Źródło: Opracowanie własne modulem FC programu WinQSB.

Ryc. 32.1. Raport z realizacji metody SEST z określeniem prognozy na okres 23.

Skorzystajmy jeszcze z graficznej prezentacji danych empirycznych i modelowych generowanej przez moduł *Forecasting and Linear Regression* (FC) pakietu WinQSB (zob. Rycina 32.2). Jak łatwo zauważyć na załączonej rycinie, spożycie piwa w litrach w przeliczeniu na jednego mieszkańca wykazuje zmienność, a także trend rosnący i w kolejnych latach kształtowało się w przedziale (od 31,3-90,5), czyli nastąpił wzrost prawie trzykrotny.



Źródło: Opracowanie własne modulem FC programu WinQSB.

Ryc. 32.2. Graficzne przedstawienie empirycznych (Actual) i modelowych (SEST) wartości zmiennej prognozowanej

Dobór metody wygładzania wykładniczego zależy od cech badanego szeregu czasowego do których zaliczamy: wahania przypadkowe, trend, sezonowość. Cechy takie posiada spożycie piwa w kwartałach roku gospodarczego (III, IV oraz I i II następnego roku).

Procedury zastosowanie modułu FC do dalszych metod wyrównywania wykładniczego, a w tym określania wartości parametrów znajdzie Czytelnik w artykule „Dobór metod i parametrów w budowaniu modeli ekonometrycznych”⁶¹². Temu tematowi poświęcony jest także m.in. podrozdział „Przykłady doboru najlepszych parametrów modelu...” w książce „Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych ...”⁶¹³. Podano w nim także postępowanie w zakresie korzystania programu WinQSB obejmujące modele:

- podwójne wyrównywanie wykładnicze z trendem (DEST),
- model Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną.

32.3. Zastosowanie dodatku Solver Excela

Dodatek Solver arkusza kalkulacyjnego Excel służy do znalezienia rozwiązania optymalnego przy zadanej funkcji celu i ograniczeniach. Może więc być zastosowany do znalezienia wartości optymalnych parametrów równań modelu wygładzania wykładniczego. W publikacji Radzikowskiej użyto go do znalezienia wartości minimalnego średniego względnego błędu *ex post* (Ψ) wygasłych już prognoz⁶¹⁴, przy czym zaproponowano stosowanie Solvera do:

- prostego modelu wygładzania wykładniczego,
- modelu liniowego Holta.

W cytowanej publikacji prosty model wygładzania wykładniczego określony jest równaniem:

$$y_t^* = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)y_{t-1}^* \quad (9)$$

gdzie:

α – parametr wygładzania,

y_{t-1} – wartość obserwacji zmiennej szeregu czasowego dla okresu ($t-1$),

y_{t-1}^* – wartość prognozy zmiennej dla okresu ($t-1$).

Jako już wspomniano jako miarę błędu stosuje się (Ψ) w %, który według notacji we wspomnianej książce określony jest wzorem⁶¹⁵:

$$\psi = \frac{1}{n-k} \sum_{t=k+1}^n \frac{|y_t - y_t^*|}{y_t} 100 \quad (10)$$

gdzie: k – stała wygładzania (ilość okresów).

Zmieniła się zatem symbolizacja we wzorze stanowiącym analogię do poznanej wcześniej miary błędów MAPE. Wykorzystajmy nadal szereg czasowy podany w Tabeli 32.1. Jako wartość początkową prognozy przyjmuje się: $y_1^* = y_1 = 31,3$ lub średnią arytmetyczną z trzech pierwszych obserwacji: $y_1^* = (y_1 + y_2 + y_3) / 3 = (31,3 + 30,4 + 37,2) / 3 = 32,97$

Następnie zastosowano Solvera do określenia optymalnej wartości parametru α . Wymagało to wcześniejszego wprowadzenia wartości obserwacji do arkusza kalkulacyjnego Excel (zob. Tabela 32.2).

W Tabeli 32.2 zaznaczono dużymi literami wiersze i kolumny arkusza kalkulacyjnego programu Excel, przy czym obliczenia wykonano pod systemem operacyjnym Windows XP. Wygasłe prognozy spożycia piwa w litrach na 1. mieszkańca Polski dla poszczególnych okresów obliczono według wzoru (9).

⁶¹² Ibidem, s. 196-202.

⁶¹³ Duczmał M., Wornalkiewicz W.: *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych ...*, Wydawnictwo Instytut Śląski” Opole 2010, podrozdział 1.13.2.

⁶¹⁴ Radzikowska B. (red.), *Metody prognozowania Zbiór zadań*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2004, rozdz. 1.1.

⁶¹⁵ Ibidem, s. 12.

Tab. 32.2. Dane rzeczywiste, prognoza, błędy jej oszacowania modelem prostego wygładzania wykładniczego

A	B	C	D	E
2	t	Spożycie	Prognoza	Błąd [%]
3	1	31,3	32,97	5,32
4	2	30,4	29,71	2,28
5	3	37,2	31,06	16,50
6	4	38,6	43,06	11,57
7	5	33,0	34,33	4,04
8	6	36,4	31,73	12,84
9	7	39,0	40,87	4,79
10	8	42,8	37,22	13,04
11	9	49,8	48,13	3,35
12	10	54,1	51,39	5,01
13	11	60,7	56,69	6,61
14	12	66,9	64,53	3,54
15	13	66,5	69,16	4,00
16	14	70,7	63,96	9,54
17	15	74,6	77,14	3,41
18	16	75,5	72,17	4,41
19	17	80,7	78,68	2,50
20	18	87,4	82,63	5,46
21	19	93,4	91,96	1,54
22	20	94,4	94,78	0,40
23	21	91,2	94,04	3,11
24	22	90,5	88,49	2,22
25	23		92,42	
26	Σ			125,48
27	Ψ			5,70

gdzie: ψ – średni względny błąd prognoz *ex post* określony wzorem (10), przy czym $n = 22$, a $k = 0$.
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Natomiast błędy dla okresów (1-22) określono na podstawie wzoru:

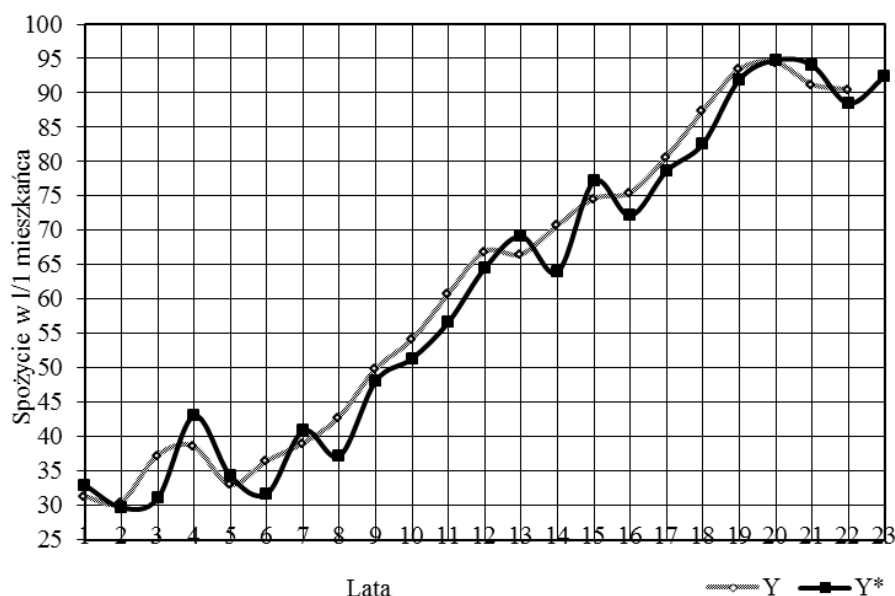
$$\psi_t = \frac{|y_t - y_t^*|}{y_t} 100 \quad (11)$$

po wcześniejszym wyznaczeniu wartości optymalnej parametru $\alpha = 1,9554$ w Solverze (Tab. 32.3).

Tab. 32.3. Raport z określenia parametru α przy minimum wartości średniego względnego błędu prognoz *ex post*

F			
α			
1,9554			
Microsoft Excel 8.0 Raport wyników			
Arkusze: [Optymalizacja.xls]Arkusze1			
Raport utworzony: 2012-11-11 15:12:34			
Komórka celu (Min)			
Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa
\$E\$27	Psi Błąd	38,71	5,70
Komórki decyzyjne			
Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa
\$G\$3	<input type="checkbox"/>	0	1,9553954
Warunki ograniczające			
BRAK			

Raport wykonano dodatkiem Excel-Solver. Wynik dla α otrzymano w Solverze bez podawania typowego ograniczenia $\alpha = (0, 1)$. Przy $\alpha = 1,9553954 \approx 1,9554$, $\psi = 5,70$ stanowi wartość minimalną. Zobaczmy jeszcze jak układają się na wykresie punktowym wartości rzeczywiste i modelowe zmiennej „Spożycie piwa”.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 32.3. Spożycie piwa w litrach w przeliczeniu na 1. mieszkańca Polski

Mimo użycia prostego modelu wygładzania wykładniczego lecz nie ograniczania parametru α widzimy dobre dopasowanie danych teoretycznych do empirycznych.

Rozwiążmy jeszcze nasze zadanie w Solverze stosując model liniowy Holta. Jak już wiemy jest to model dwurównaniowy (zob. wzory 1 oraz 2). Ze względu na oznaczenie zmiennej jako y oraz w nawiązaniu do wcześniejszego prostego modelu wygładzania wykładniczego skorzystajmy ze wzorów⁶¹⁶:

- a) Wygładzone wartości szeregu czasowego w okresie $t - 1$:

$$F_{t-1} = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)(F_{t-2} + S_{t-2}) \quad (12)$$

- b) Wygładzone wartości przyrostu trendu w okresie $t - 1$:

$$S_{t-1} = \beta(F_{t-1} - F_{t-2}) + (1 - \beta)S_{t-2} \quad (13)$$

gdzie: α, β – parametry wygładzania modelu o typowym przedziale $[0, 1]$, dobierane również według średniego względnego błędu prognoz (zob. wzór 10).

Wartość prognozy na okres T , który jest większy od n , czyli liczby wyrazów zmiennej prognozowanej w szeregu czasowym określamy z zależności⁶¹⁷:

$$y_T^* = F_n + (T - n)S_n \quad (14)$$

Istotną rolę odgrywa wyznaczenie wartości początkowych. Przyjmijmy dla naszego przykładu, że $F_1 = y_1 = 31,3$; $S_1 = y_2 - y_1 = 30,4 - 31,3 = -0,9$. I tu również posłużono się dodatkiem Solver dla określenia najlepszych parametrów α oraz β przy kryterium według wzoru (10). Obliczenia pomocnicze elementów oraz wygasłych prognoz wykonano w arkuszu kalkulacyjnym Excel (zob. tabela 32.4). Dla początkowych wartości $\alpha = 0,35$ i $\beta = 0,55$ suma kwadratów błędów wygasłych prognoz dla obserwacji (3-22) wynosi 491,1. Średnia wartość kwadratu błędów przy 20 obserwacjach równa się 24,555. Tak więc miara RMSE jest pierwiastkiem średniego kwadratu błędów i wynosi 4,96.

⁶¹⁶ Radzikowska B. (red.), *Metody prognozowania ...*, op.cit., s. 33.

⁶¹⁷ Ibidem, s. 34.

Tab. 32.4. Rozplanowanie arkusza kalkulacyjnego do optymalizacji parametrów α i β modelu Holta

1	A	B			C	D
2	t	y_t	F_t	S_t	y^*_t	
3	1	31,3	31,30	-0,90		
4	2	30,4	30,40	-0,90	30,40	
5	3	37,2	44,65	0,70	29,50	
6	4	38,6	32,08	-0,70	45,34	
7	5	33,0	34,57	-0,36	31,38	
8	6	36,4	38,52	0,09	34,21	
9	7	39,0	39,37	0,17	38,61	
10	8	42,8	45,95	0,85	39,55	
11	9	49,8	52,71	1,47	46,79	
12	10	54,1	54,03	1,45	54,18	
13	11	60,7	65,75	2,54	55,48	
14	12	66,9	65,56	2,25	68,29	
15	13	66,5	65,23	1,98	67,81	
16	14	70,7	74,07	2,70	67,21	
17	15	74,6	72,50	2,25	76,78	
18	16	75,5	76,23	2,41	74,75	
19	17	80,7	82,70	2,84	78,64	
20	18	87,4	89,21	3,22	85,53	
21	19	93,4	94,34	3,42	92,43	
22	20	94,4	91,15	2,73	97,76	
23	21	91,2	88,61	2,17	93,87	
24	22	90,5	90,22	2,11	90,79	
25	23			Prognoza	92,34	207,6
26				Średni		10,38
27				RMSE		3,22

gdzie: Średni (=G25/20)

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

W obliczeniu wygasłych prognoz oraz prognozy na okres 23. zastosowano wyznaczone przez Solvera wartości optymalne parametrów $\alpha = 1,9671$ i $\beta = 0,1055$. Ponadto posłużono się funkcją Excela (=SUMA.XMY.2(C5:C24;F5:F24) dla szybkiego obliczenia (207,6) tj. sumy kwadratów różnic wartości empirycznych od prognozowanych dla obserwacji 3-22. Miara RMSE jest pierwiastkiem z wartości w komórce (Średni).

Raport z procedury wyznaczenia wartości optymalnych parametrów α i β przy nieograniczaniu typowym ich przedziałów [0, 1] wykonany dodatkiem Solver Excela prezentuje Tabela 32.5. Jako funkcję celu przyjęto minimum RMSE. Komórkami zmienianymi były F3 oraz G5, których początkowe wartości, jak już wspomniano były odpowiednio: 0,3500 oraz 0,5500.

Tab. 32.5. Raport Solvera przy nieograniczaniu parametrów α oraz β

F	G		
α	β		
1,9671	0,1055		
Microsoft Excel 8.0 Raport wyników dla RMSE			
Arkusz: [Optymalizacja.xls]Holta			
Raport utworzony: 2012-11-20 21:49:15			
Parametry bez ograniczeń			
Komórka celu (Min)			
Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa
\$G\$27	RMSE	4,96	3,22
Komórki decyzyjne			
Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa
\$I\$3	a	0,3500	1,9671
\$J\$3	b	0,5500	0,1055
Warunki ograniczające:			Brak

Źródło: Opracowanie własne w Solverze.

Dla przykładu zobaczmy jak kształtować się będą wartości parametrów α i β przy warunku przedziału $[0, 1]$.

Tab. 32.6. Dane i obliczenia pomocnicze przy ograniczeniu przedziału parametrów α i β do $[0, 1]$

1	A	B			C	D
2	t	y_t	F_t	S_t	y^*_t	
3	1	31,3	31,30	-0,90		
4	2	30,4	30,40	-0,90	30,40	
5	3	37,2	37,20	1,38	29,50	
6	4	38,6	38,60	1,39	38,58	
7	5	33,0	33,00	-0,68	39,99	
8	6	36,4	36,40	0,53	32,32	
9	7	39,0	39,00	1,14	36,93	
10	8	42,8	42,80	1,93	40,14	
11	9	49,8	49,80	3,43	44,73	
12	10	54,1	54,10	3,69	53,23	
13	11	60,7	60,70	4,55	57,79	
14	12	66,9	66,90	5,04	65,25	
15	13	66,5	66,50	3,43	71,94	
16	14	70,7	70,70	3,66	69,93	
17	15	74,6	74,60	3,73	74,36	
18	16	75,5	75,50	2,89	78,33	
19	17	80,7	80,70	3,57	78,39	
20	18	87,4	87,40	4,50	84,27	
21	19	93,4	93,40	4,94	91,90	
22	20	94,4	94,40	3,78	98,34	
23	21	91,2	91,20	1,71	98,18	
24	22	90,5	90,50	1,00	92,91	
25	23			Prognoza	91,50	299,4
26				Średni		14,97
27				RMSE		3,87

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Widzimy wyraźny wzrost miary błędu RMSE wygasłych już prognoz dla okresów (3-22). Obliczenia wykonano po wcześniejszym wyznaczeniu najlepszych wartości parametrów $\alpha = 1$ i $\beta = 0,2963$ przyjmując dla nich ograniczenia przedziału $[0, 1]$ (zob. Tabela 32.7).

Tab. 32.7. Raport Solvera przy zadanych ograniczeniach parametrów α i β

F	G		
α	β		
1,0000	0,2963		
0	0		
1	1		
Komórka celu (Min)			
Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa
\$G\$27	RMSE	4,96	3,87
Komórki decyzyjne			
Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa
\$I\$3	<input type="checkbox"/>	0,3500	1,0000
\$J\$3	<input type="checkbox"/>	0,5500	0,2963

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

32.4. Zagadnienia

1. Model Holta
2. Wygładzanie szeregu czasowego
3. Parametry modelu
4. Prognozowanie krótkookresowe
5. Proste wyrównywanie wykładnicze z trendem
6. Modele Holta-Wintersa
7. Model z sezonowością multiplikatywną
8. Model z sezonowością addytywną
9. Moduł FC
10. Prognozy wygasłe

* * *

Zamieszczone rozważania potwierdzają celowość pozostawienia otwartości wartości parametrów modeli w procesie ich optymalizacji. Zaprezentowano trzy możliwości doboru najlepszych wartości parametrów w równaniach modeli jednorównaniowych, dwurównaniowych stosując:

- specjalny program napisany w języku PL/I,
- moduł programowania liniowego i całkowitoliczbowego programu WinQSB,
- dodatek Solver arkusza kalkulacyjnego Excel.

Na uwagę zasługuje też propozycja zachowania zgodności „skoku” aktywnej prognozy np. ($T = n + 1$) z skokiem doboru obserwacji przy obliczaniu miary błędu wygasłych prognoz.

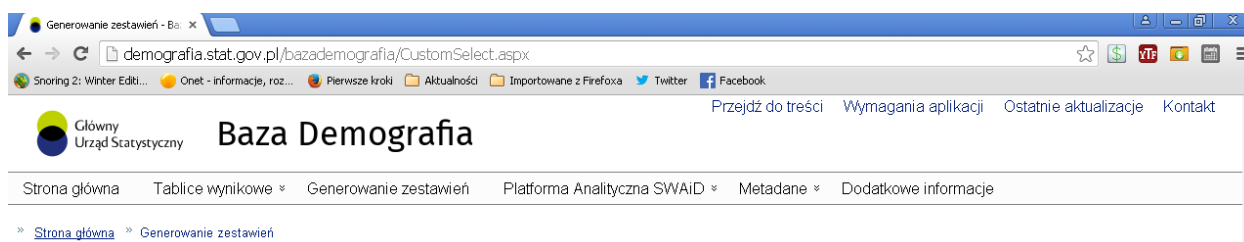
Dodam, że iteracyjna optymalizacja parametrów z zastosowaniem programu WinQSB jest też pomocna w doborze parametrów w modelach trzyparametrowych Holta-Wintersa o parametrach α , β , γ z sezonowością multiplikatywną lub addytywną⁶¹⁸.

⁶¹⁸ Przykład doboru najlepszych parametrów z punktu widzenia miary błędów RMSE występuje w podrozdziale 1.13.2.2 *Model Holta-Wintersa z sezonowością multiplikatywną* książki: Duczmal. M., Wornalkiewicz W.: *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2010.

33. Modelowanie umieralności

33.1. Wstęp

Niniejszy materiał zrodził się jako echo wystąpienia jednego z mieszkańców na konferencji poświęconej demografii w Nysie^{619 620}. Jego zdaniem występuje nasilenie rozstępu między wiekiem umieralności kobiet i mężczyzn, co jest powodem coraz mniejszej odporności emocjonalnej mężczyzn, ich małą dbałością o zdrowy tryb życia, procesem zaniedbywania ich przez własne dzieci oraz niedbałością służby zdrowia w stosunku do zniedołężniałych już panów w starszym wieku. Ta myśl przewodnia była dla mnie kanwą do zagłębienia do danych statystycznych zgromadzonych w *Bazie Demografia* w Internecie⁶²¹. Menu główne tej bazy ze wskazaniem możliwości skorzystania z zakładki „Generowanie zestawień” pokazano na Rycinie 33.1.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Baza Demografia*.

Ryc. 33.1. Menu główne aplikacji *Baza Demografia*

Aby jednak przejść do tego specyficznego tematu proponuję zapoznać się niektórymi miarami stosowanymi w tym zakresie przez demografię. Na początek niech to będzie *współczynnik zgonów* (*Death rate*)⁶²², który stanowi stosunek liczby zgonów w okresie badanym do liczby ludności w połowie tego okresu lub do średniego stanu ludności w tym okresie, który jest wyrażony w ‰, czyli na 1000 ludności. Synonimem współczynnika zgonów jest *współczynnik umieralności*⁶²³. Współczynniki zgonów mogą być obliczane dla różnych cech, przykładowo płeć (mężczyzna, kobieta). Ponadto omawiane współczynniki mogą być określone z powodu wszystkich przyczyn, czy też z powodu poszczególnych jednostek chorobowych.

Współczynniki zgonów cząstkowe iW_{zg} według wieku, obliczane są jako stosunek liczby zgonów osób w danym wieku iZ_t do liczby ludności w tym wieku iL , z wyjątkiem grupy w wieku do 1 roku, dla której współczynnik zgonów oblicza się w stosunku do liczby urodzeń⁶²⁴. Podawane są zazwyczaj w przeliczeniu $c = 1000$ lub 100000 oraz dla 5-letnich grup wieku. Nieco inne oznaczenia cech w cząstkowym współczynniku zgonów spotykamy w publikacji Uniwersytetu Łódzkiego⁶²⁵:

$$W_{zg,x}(t) = \frac{Z_x(t)}{L_x(t)} \cdot C$$

przy czym:

$$x = 1, 2, \dots$$

$Z_x(t)$ – ogólna liczba zgonów w x -tej podpopulacji w roku t ,

$L_x(t)$ – średnia liczebność x -tej podpopulacji w roku t ,

C – stała (1000 lub 100 000).

⁶¹⁹ *Uwarunkowania demograficzne rozwoju społecznego i ekonomicznego miasta Nysa i powiatu nyskiego*, materiały pokonferencyjne, Nysa maj 2018.

⁶²⁰ *Niniejszy artykuł ujęto w monografii: Modern Technologies in Economy and Management*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁶²¹ <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/CustomSelect.aspx>, dostęp: 26.12.2018.

⁶²² <http://stat.gov.pl/metainformacje/sloownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/3960,pojecie.html>, dostęp: 26.12.2018.

⁶²³ http://zdrowiepol.nazwa.pl/zdrowiepol/termin,89,wspolczynnik_zgonow.html, dostęp: 26.12.2018.

⁶²⁴ http://www.lider.szs.pl/sloownik/download.php?plik_id=665&f=sloownik_665.doc, dostęp: 26.12.2018.

⁶²⁵ http://www.demografia.uni.lodz.pl/dlstud/urodzenia_zgony_reprodukcja.pdf, dostęp: 26.12.2018.

Podobnie jak poprzednio x może stanowić podpopulację wyodrębnioną ze względu na określoną cechę, np. płeć, wykształcenie, wiek. W sytuacji, gdy x oznacza roczną grupę wieku, wówczas powyższy współczynnik cząstkowy zgonów jest interpretowany jako natężenie zgonów w grupie osób w wieku x ukończonych lat.

33.2. Skorzystanie z Bazy Demografia

Dogodnym źródłem danych statystycznych GUS-u jest internetowa Baza Demografia⁶²⁶. Dla przykładu przyjmijmy, że rozpatrujemy zgony w województwie opolskim w latach 2002-2017. Po wskazaniu roku, województwa, grupy wieku i płci, w kroku piątym i szóstym selekcji danych otrzymujemy zestawienie pokazane na Rycinie 33.2.

Zgony w 2002, Opolskie.

Krok 5 wybierz cechy

- Grupa wieku
- Miasto/Wies zamieszkania
- Miejsce zgonu
- Płeć
- Podregion zamieszkania
- Powiat zamieszkania
- Rodzaj karty (dziecko do 1 roku / inni)
- Stan cywilny
- Województwo zdarzenia
- Wykształcenie

Krok 6 Pokaż dane

Zgony w 2002, Opolskie (wg Grupa wieku, Płeć)

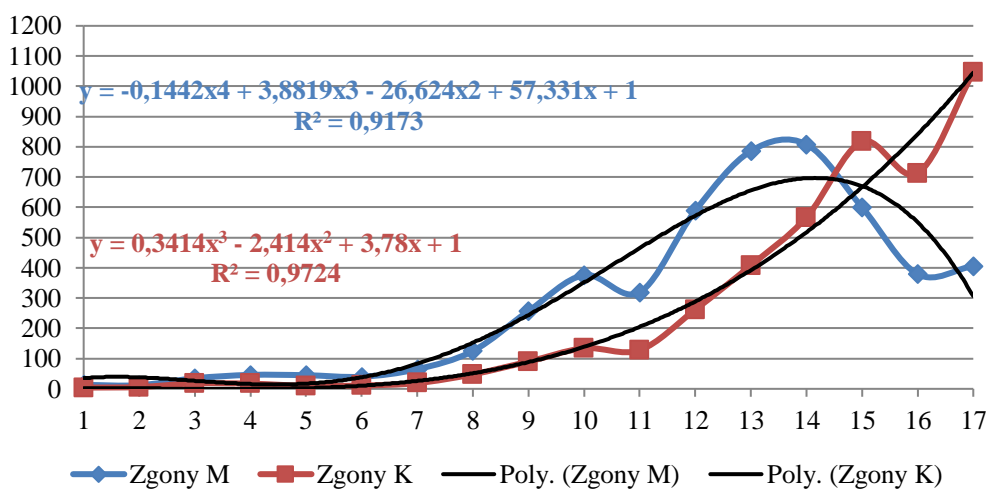
Grupa wieku	0 dni	1 do 27 dni	28,29 dni, 11 miesięcy	1-4 lata	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85 lat i więcej	Razem
Płeć																						
Mężczyzna	9	9	11	10	13	12	35	46	45	40	65	125	257	376	319	589	786	808	600	379	406	4940
Kobieta	4	11	1	4	4	6	18	17	10	11	19	48	90	164	128	262	408	567	817	713	1046	4348
Razem	13	20	12	14	17	18	53	63	55	51	84	173	347	540	447	851	1194	1375	1417	1092	1452	9288

Ryc. 33.2. Zestawienie liczbowe zgonów w roku 2002

Dla celów tej publikacji zainteresujemy się grupami wieku [5-9 do (85 lat i więcej)], które oznaczymy sobie liczbami porządkowymi (1-17) i wybierzemy dane liczbowe dla mężczyzn i kobiet.

Grupa wieku	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	>= 85
Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Mężczyzna	13	12	35	46	45	40	65	125	257	376	319	589	786	808	600	379	406
Kobieta	4	6	18	17	10	11	19	48	90	134	128	262	408	567	817	713	1046

W roku 2002 największa umieralność mężczyzn wystąpiła w grupie wiekowej (70-74) – 14, a kobiet w grupie (>= 85) – 17. Zobaczmy teraz jak nasze dane statystyczne prezentują się na Rycinie 33.3.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 33.3. Dane rzeczywiste i trendy zgonów dla mężczyzn i kobiet w roku 2002

⁶²⁶ <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/CustomSelectData.aspx?s=zgo&y=2002&t=00/16>, dostęp: 26.12.2018.

Zwróćmy uwagę na dobre dopasowanie trendów wielomianowych do danych rzeczywistych zgonów mężczyzn (M) oraz zgonów kobiet (K). Podobnie postępując możemy zestawić dane statystyczne i określić trendy dla kolejnych lat 2003 do 2017. Zamieszczenie wszystkich zestawień, wygenerowanych przez autora niniejszej publikacji z *Bazy Demografia*, w tym materiale jest niecelowe i z tego względu popatrzymy jeszcze tylko na zestawienia z roku 2010 (Rycina 33.4) i 2017.

Grupa wieku	0 dni	1 do 27 dni	28,29 dni, 11 miesięcy	1-4 lata	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85 lat i więcej	Razem	
Płeć																							
Mężczyzna	7	8		11	1	4	3	22	40	34	45	74	98	193	328	483	595	540	781	785	639	467	5158
Kobieta	12	4		6	3	1	2	7	5	11	12	15	42	65	141	238	278	276	527	777	1008	1294	4724
Razem	19	12		17	4	5	5	29	45	45	57	89	140	258	469	721	873	816	1308	1562	1647	1761	9882

Ryc. 33.4. Zestawienie liczbowe zgonów w roku 2010

Grupa wieku	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	>=85
Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Mężczyzna	4	3	22	40	34	45	74	98	193	328	483	595	540	781	785	639	467
Kobieta	1	2	7	5	11	12	15	42	65	141	238	278	276	527	777	1008	1294

Nastąpiło więc zmniejszenie rozstępu między maksimum zgonu mężczyzn i kobiet w stosunku do roku 2002. Przyjrzyjmy się jeszcze – dla porównania, zestawieniu danych rzeczywistych dla roku 2017 (Rycina 33.5).

Zgony w 2017, Opolskie (wg Grupa wieku, Płeć)

Grupa wieku	0 dni	1 do 27 dni	28,29 dni, 11 miesięcy	1-4 lata	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85 lat i więcej	Razem	
Płeć																							
Mężczyzna	4	5		3	4	2	2	7	18	41	67	77	110	161	241	438	630	785	582	772	792	811	5552
Kobieta	4	5		10	3	-	2	5	2	8	10	15	29	61	82	187	334	421	399	704	975	2072	5328
Razem	8	10		13	7	2	4	12	20	49	77	92	139	222	323	625	964	1206	981	1476	1767	2883	10880

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Baza Demografia.

Ryc. 33.5. Zestawienie liczbowe zgonów w roku 2017

Grupa wieku	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	>=85
Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Mężczyzna	2	2	7	18	41	67	77	110	161	241	438	630	785	582	772	792	811
Kobieta	0	2	5	2	8	10	15	29	61	82	187	334	421	399	704	975	2072

W roku 2017 jest wyrównanie położenia maksimum zgonów mężczyzn i kobiet. Występuje ono dla grupy wiekowej (85 lat i więcej), a więc wiek dożywania mężczyzn wyraźnie się przesunął – jeśli porównamy z rokiem 2002.

33.3. Zlogarytmowany cząstkowy współczynnik zgonów

Obliczenie tego współczynnika wymaga znajomości liczby ludności w danym roku według grup wiekowych. Po skorzystaniu z Bazy Demografia uzyskujemy zestawienie dla roku 2002 zamieszczone na Rycinie 33.6.

Ludność w 2002 (stan w dniu 31 XII), Opolskie.

Krok 1 Wybrać cechy

- Grupa wieku - 5 lat
- Miasto/Wieś
- Płeć
- Podregion
- Powiat

Krok 2 Pokaż dane

Ludność w 2002 roku (stan w dniu 31 XII), Opolskie (wg Grupa wieku - 5 lat, Płeć)

Grupa wieku - 5 lat	0-4 lat	5-9 lat	10-14 lat	15-19 lat	20-24 lat	25-29 lat	30-34 lat	35-39 lat	40-44 lat	45-49 lat	50-54 lat	55-59 lat	60-64 lat	65-69 lat	70 i więcej lat	Razem
Płeć																
Mężczyzna	24399	29640	36844	46821	42753	40233	36408	38654	42622	41892	36982	22738	22787	21107	28751	514839
Kobieta	22926	28735	36709	44919	43312	39657	36334	36917	41061	41818	38922	24680	27152	27374	55654	546170
Razem	47325	58383	75553	91740	86065	79890	72742	75571	83883	83710	75904	47418	49939	48481	84405	1061009

Ryc. 33.6. Zestawienie liczbowe ludności według grup wiekowych w roku 2002

Dla potrzeb obliczania zlogarytmowanego współczynnika zgonów wybieramy grupy wiekowe (5-9) do (70 i więcej) i dane dla mężczyzn i kobiet. Występuje w tym przedziale – dla roku 2002, tylko 14 grup wiekowych.

Grupa wieku	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>= 70
Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Mężczyzna	29648	38844	46821	42753	40233	36408	38654	42822	41892	36982	22738	22787	21107	28751
Kobieta	28735	36709	44919	43312	39657	36334	36917	41061	41818	38922	24680	27152	27374	55654

Największa liczba mężczyzn była w grupie wiekowej (15-19) lat, a dla kobiet (>= 70). Obliczmy przykładowo dla tych grup zlogarytmowany cząstkowy współczynnik zgonów w odniesieniu na 1000 ludności:

- o mężczyźni – grupa (15-19): liczba zgonów – 35, liczba ludności – 46821

$$\ln m_{x,t} = \ln \left(\frac{35}{46821} \times 1000 \right) = \ln(0,748) = -0,290,$$

- o kobiety – grupa (>= 70): liczba zgonów według ryciny 33.2 → (567 + 817 + 713 + 1046) = 3143, liczba ludności – 55654

$$\ln m_{x,t} = \ln \left(\frac{3143}{55654} \times 1000 \right) = \ln(56,474) = 4,034$$

Zestawienie ludności według grup wiekowych dla roku 2010 pokazano na Rycinie 33.7.

Ludność w 2010 roku (stan w dniu 31 XII) - bilans oparty na wynikach NSP'2002, Opolskie (wg Grupa wieku - 5 lat, Płeć)

Grupa wieku - 5 lat	0-4 lat	5-9 lat	10-14 lat	15-19 lat	20-24 lat	25-29 lat	30-34 lat	35-39 lat	40-44 lat	45-49 lat	50-54 lat	55-59 lat	60-64 lat	65-69 lat	70 i więcej lat	Razem	
Płeć																	
Mężczyzna		23271	21625	26236	32264	39909	44296	40192	36863	35064	37497	39949	36586	27991	16352	39426	497521
Kobieta		21073	20343	24921	31256	39362	43745	40014	36665	34350	36414	40519	39264	32252	20567	70319	531064
Razem		44344	41968	51157	63520	79271	88041	80206	73528	69414	73911	80468	75850	60243	36919	109745	1028585

Ryc. 33.7. Zestawienie liczbowe ludności według grup wiekowych w roku 2010

Grupa wieku	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>= 70
Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Mężczyzna	21625	26236	32264	39909	44296	40191	36863	35064	37497	39949	36586	27991	16352	39426
Kobieta	20343	24931	31256	39362	43745	40014	36665	34350	36414	40519	39264	32252	20567	70319

W roku 2010 największa liczba mężczyzn była w grupie wiekowej (25-29), czyli w porównaniu do roku 2002 nastąpiło przesunięcie o dwie grupy, natomiast największa liczba kobiet utrzymała się w tej samej grupie, czyli (>=70). Na pewno ciekawi jesteśmy jak to wyglądało dla roku 2017 (zob. Rycina 33.8).

Ludność w 2017 roku (stan w dniu 31 XII), Opolskie (wg Grupa wieku - 5 lat, Płeć)

Grupa wieku - 5 lat	0-4 lat	5-9 lat	10-14 lat	15-19 lat	20-24 lat	25-29 lat	30-34 lat	35-39 lat	40-44 lat	45-49 lat	50-54 lat	55-59 lat	60-64 lat	65-69 lat	70 i więcej lat	Razem	
Płeć																	
Mężczyzna		22020	23626	21978	23458	28010	35562	40071	39275	37119	33313	34439	36811	34128	27570	41580	478960
Kobieta		20645	22508	20584	22169	27377	34075	40108	39274	36516	33617	33801	37367	37566	33741	71761	511109
Razem		42665	46134	42562	45627	55387	69637	80179	78549	73635	66930	68240	74178	71694	61311	113341	990069

Ryc. 33.8. Zestawienie liczbowe ludności w roku 2017

Grupa wieku	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>= 70
Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Mężczyzna	23623	21978	23458	28010	35562	40071	39275	37119	33313	34439	36811	34128	27570	41580
Kobieta	22508	20584	22169	27377	34075	40108	39274	36516	33617	33801	37367	37566	33471	71761

Tak więc w roku 2017 nastąpiło występowanie maksimum również dla mężczyzn w grupie wiekowej (>=70), co wskazuje na wyraźne starzenie się społeczeństwa biorąc pod uwagę horyzont czasowy (2002-2017).

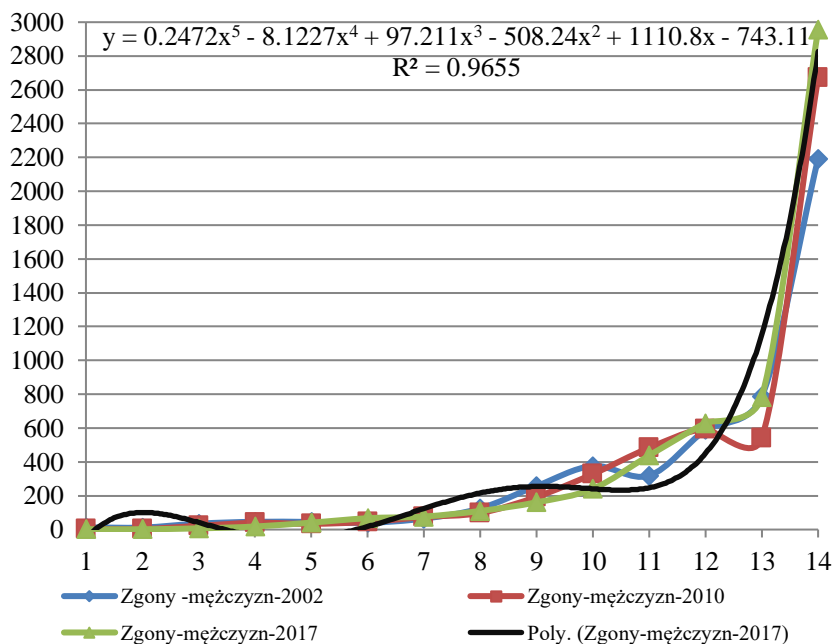
Teraz, korzystając z podanych przykładów oraz zestawień ludności, według grup wiekowych, sporządzimy przykładowo tabelę wartości logarytmów cząstkowych współczynników zgonów najpierw dla mężczyzn z przedziału wiekowego [(5-9) do (>=70)] oraz dla lat: 2002, 2010, 2017.

Tab. 33.1. Logarytmy cząstkowych współczynników zgonów mężczyzn według grup wiekowych (lata: 2002, 2010, 2017)

Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2002	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>= 70
Zgony	13	12	35	46	45	40	65	125	257	376	319	589	786	2193
Ludność	29648	38844	46821	42753	40233	36408	38654	42822	41892	36982	22738	22787	21107	28751
m_x	0,438	0,309	0,748	1,076	1,118	1,099	1,682	2,919	6,135	10,167	14,029	25,848	37,239	76,276
$\ln m_x$	-0,824	-1,175	-0,291	0,073	0,112	0,094	0,520	1,071	1,814	2,319	2,641	3,252	3,617	4,334
2010	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>= 70
Zgony	4	3	22	40	34	45	74	98	193	328	483	595	540	2672
Ludność	21625	26236	32264	39909	44296	40191	36863	35064	37497	39949	36586	27991	16352	39426
m_x	0,185	0,114	0,682	1,002	0,768	1,120	2,007	2,795	5,147	8,210	13,202	21,257	33,023	67,773
$\ln m_x$	-1,688	-2,169	-0,383	0,002	-0,265	0,113	0,697	1,028	1,638	2,105	2,580	3,057	3,497	4,216
2017	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	>= 70
Zgony	2	2	7	18	41	67	77	110	161	241	438	630	785	2957
Ludność	23626	21978	23458	28010	35562	40071	39275	37119	33313	34439	36811	34128	27570	41580
m_x	0,085	0,091	0,298	0,643	1,153	1,672	1,961	2,963	4,833	6,998	11,899	18,460	28,473	71,116
$\ln m_x$	-2,469	-2,397	-1,209	-0,442	0,142	0,514	0,673	1,086	1,575	1,946	2,476	2,916	3,349	4,264

Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie danych statystycznych BAZA DEMOGRAFIA.

W obliczeniu cechy m_x w Excelu np. w komórce B4 użyto wyrażenia np.: =(B2/B3)*1000; natomiast dla zlogarytmowania zastosowano funkcję np.: =LN(B4). Proponuję teraz przyjrzeć się kształtowaniu zlogarytmowanych cząstkowych współczynników zgonów przeliczonych na 1000 osób w grupach wiekowych na wykresie zbiorczym obejmującym lata: 2002, 2010, 2017 (zob. Rycina 33.9).

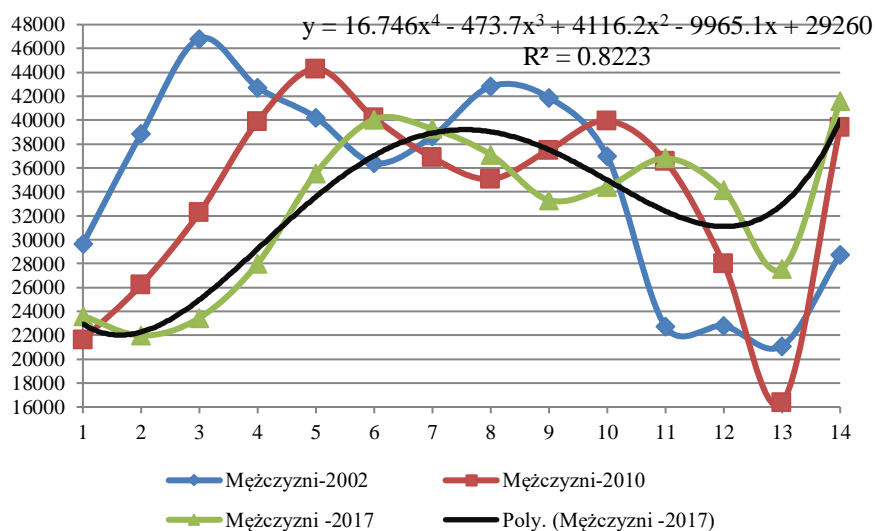


Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 33.9. Kształtowanie się zgonów mężczyzn w latach: 2002, 2010, 2017

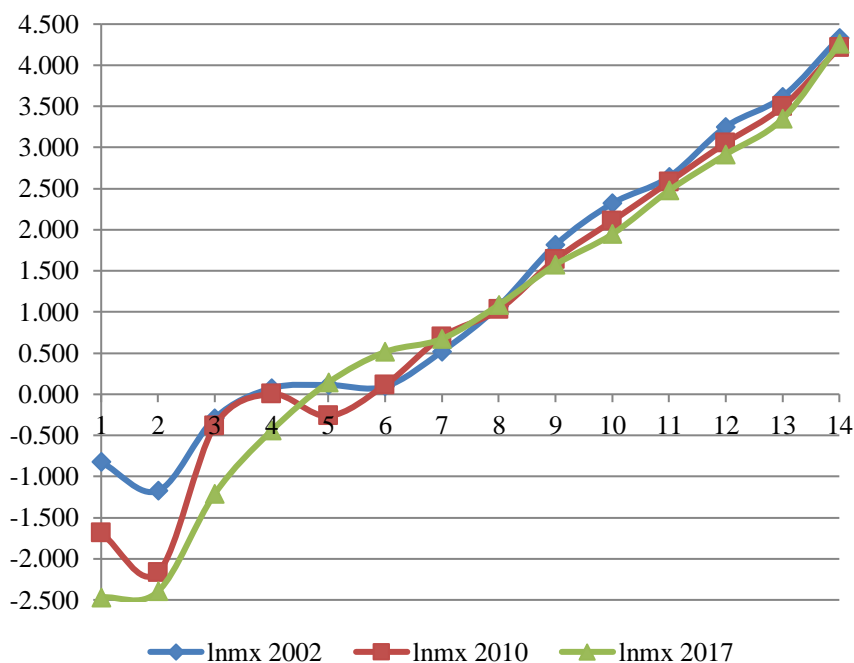
Zauważmy, że dla grupy wiekowej (≥ 70 lat) – 14 występuje wyraźnie rosnąca liczba zgonów mężczyzn, gdy porównamy lata 2002, 2010 oraz 2017. Na rycinie 33.9 pokazano również trend wielomianowy piątego stopnia o wysokim współczynniku determinacji $R^2 = 0,9655$, co świadczy o dobrym dopasowaniu modelu dla roku 2017 do danych empirycznych. Przyjrzyjmy się jeszcze wykresowi liczby mężczyzn w poszczególnych grupach wiekowych (patrz Rycina 33.10).

Na Rycinie 33.10 zaznaczono też trend wielomianowy czwartego stopnia dla roku 2017, wykazujący dobre dopasowanie do danych z obserwacji statystycznych ($R^2 = 0,8223$). Proponuję jeszcze zauważenie zbieżności wartości współczynnika ($\ln m_x$) dla okresu 14, czyli grupy wiekowej (70 i więcej).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 33.10. Liczby mężczyzn w poszczególnych grupach wiekowych (w latach: 2002, 2010, 2017)



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 33.11. Zlogarytmowany cząstkowy współczynnik zgonów mężczyzn w grupach wiekowych z rozróżnieniem lat 2002, 2010, 2017

33.4. Wykrywanie punktów przełączania

W rozdziale 4.4.2 publikacji „Hybrydowe modelowanie procesów demograficznych z wykorzystaniem rozmytych przełączających układów dynamicznych” autorzy przypuszczają, że zmiany zlogarytmowanych cząstkowych współczynników umieralności w niektórych grupach wiekowych nie przebiegają według jednego wzorca trendu⁶²⁷. Zobrazowane mogą być bowiem w formie linii łamanej, wokół której występują obszary rozmytości wyznaczone przez skrajne punkty obserwacji.

Przedstawienie tego zjawiska wymaga obliczenia i zestawienia zlogarytmowanych cząstkowych współczynników dla całego okresu czasowego (2002-2017) i zabazowania np. na

⁶²⁷ Rossa A., Socha L., Szymański A., *Hybrydowe modelowanie procesów demograficznych z wykorzystaniem rozmytych przełączających układów dynamicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015.

jednym z roczników danej płci. Dla naszego przykładu przyjmijmy jednak, że będą to mężczyźni w przedziale zgonu (70 i więcej). Pełne zestawienie współczynników ($\ln m_x$) dla mężczyzn w Tabeli 33.2.

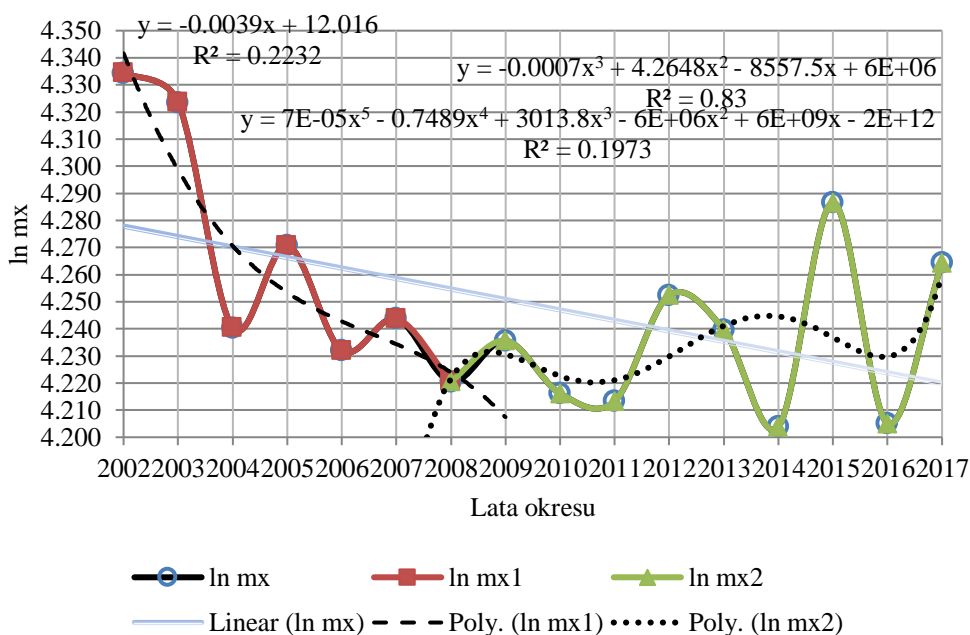
Tab. 33.2. Logarytmy cząstkowych współczynników zgonów mężczyzn dla grupy wiekowej (≥ 70) i okresu czasowego lat (2002-2017)

Lp.	Rok	70-74	75-79	80-84	≥ 85	Zgony	Ludność	m_x	$\ln m_x$
1	2002	808	600	379	406	2193	28751	76,276	4,334
2	2003	857	622	420	367	2266	30031	75,455	4,324
3	2004	823	614	440	311	2188	31511	69,436	4,240
4	2005	874	674	459	360	2367	33071	71,573	4,271
5	2006	829	701	475	376	2381	34583	68,849	4,232
6	2007	803	769	498	433	2503	35927	69,669	4,244
7	2008	768	842	480	438	2528	37137	68,072	4,221
8	2009	769	834	584	464	2651	38361	69,107	4,236
9	2010	781	785	639	467	2672	39426	67,773	4,216
10	2011	739	776	672	469	2656	39302	67,579	4,213
11	2012	728	819	706	510	2763	39316	70,277	4,252
12	2013	639	840	686	573	2738	39463	69,381	4,240
13	2014	558	791	713	601	2663	39778	66,947	4,204
14	2015	576	841	760	693	2870	39468	72,717	4,287
15	2016	524	743	767	668	2702	40313	67,026	4,205
16	2017	582	772	792	811	2957	41580	71,116	4,264

Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie danych statystycznych Baza Demografia.

Przedstawmy teraz na wykresie (zob. Rycina 33.12) zlogarytmowane cząstkowe współczynniki zgonów mężczyzn w okresie (2002-2017) z uwzględnieniem:

- linii prostej regresji dla wszystkich obserwacji;
- oszacowaniem wzrokowo położenia punktu przełączenia w roku 2008;
- dopasowaniem stopnia trendów wielomianowych z prognozami dla podokresów: 2002-2008, 2008-2017.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 33.12. Dopasowane trendy wielomianowe współczynników $\ln m_x$ dla mężczyzn dwóch podokresów z uwzględnieniem punktu przełączenia w roku 2008

Przykład ten pokazuje, że w przypadku mężczyzn w grupie wiekowej (70 i więcej) w roku 2008 następuje przecięcie trendów wielomianowych, co jest potwierdzeniem naszej oceny położenia punktu przełączania. W naszym przykładzie występuje jeden punkt przełączania, jednak w sytuacji badania dłuższego okresu czasowego, może tych punktów wystąpić większa ilość⁶²⁸.

W przypadku tzw. *rozmywania zlogarytmowanych cząstkowych współczynników zgonów*, tak dzielimy na n podokresów, aby współczynnik determinacji R^2 był jak największy.

Zainteresujmy się jeszcze analogicznym badaniem obserwacji współczynnika $\ln m_x$, lecz w odniesieniu do kobiet, również dla grupy wiekowej (70 i więcej) oraz okresu (2002-2017).

Tab. 33.3. Logarytmy cząstkowych współczynników zgonów kobiet dla grupy wiekowej (≥ 70) i okresu czasowego lat (2002-2017)

Lp.	Rok	70-74	75-79	80-84	≥ 85	Zgony	Ludność	m_x	$\ln m_x$
1	2002	567	817	713	1046	3143	55654	56,474	4,034
2	2003	585	881	789	1035	3290	57135	57,583	4,053
3	2004	607	800	835	957	3199	58963	54,254	3,994
4	2005	573	816	883	1041	3313	60866	54,431	3,997
5	2006	576	786	937	985	3284	63044	52,091	3,953
6	2007	545	799	927	1093	3364	65052	51,712	3,946
7	2008	529	799	959	1216	3503	66778	52,457	3,960
8	2009	489	778	970	1215	3452	66682	51,768	3,947
9	2010	527	777	1008	1294	3606	70319	51,281	3,937
10	2011	530	747	980	1347	3604	70294	51,270	3,937
11	2012	493	740	1067	1525	3825	70202	54,486	3,998
12	2013	471	735	1064	1584	3854	70038	55,027	4,008
13	2014	396	758	983	1597	3734	70196	53,194	3,974
14	2015	395	730	954	1825	3904	69641	56,059	4,026
15	2016	344	666	979	1768	3757	70487	53,301	3,976
16	2017	399	704	975	2072	4150	71761	57,831	4,058

Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie danych statystycznych *Baza Demografia*.

Wyznaczenie trendu liniowego dla całego okresu obserwacji zlogarytmizowanego cząstkowego współczynnika zgonów wykazuje stacjonarność, gdyż równanie trenu jest następujące (zob. Rycina 33.13): $y = 0,0001x + 3,776$ i nikłe dopasowanie modelu liniowego do danych empirycznych ($R^2 = 0,0002$). Natomiast trend wielomianowy trzeciego stopnia z oszacowanym wzrokowo punktem przełączania – rok 2010 dla podokresu (2002-2010) ma dość wysoki współczynnik determinacji R^2 , świadczący o dobrym dopasowaniu tego modelu do danych z obserwacji:

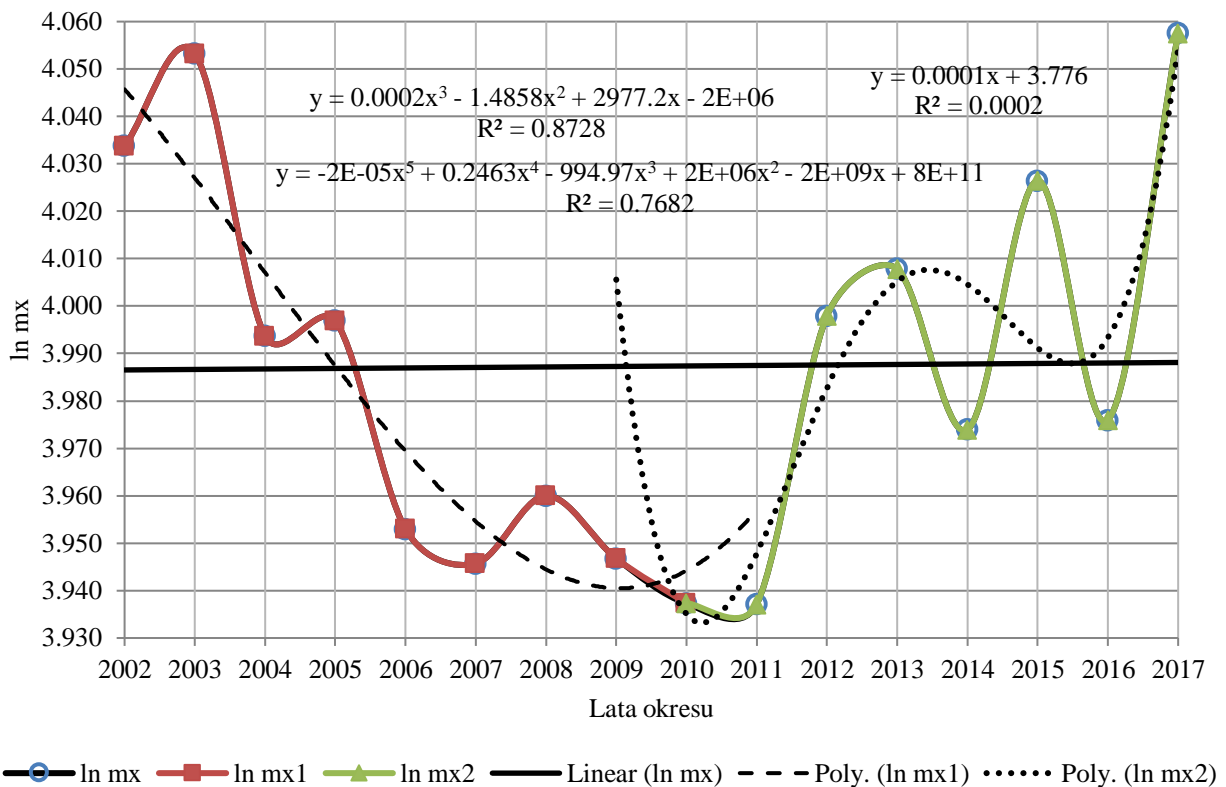
$$y = 0,0002x^3 - 1,4858x^2 + 2977,2x - 2E+06.$$

Występujące tu oznaczenie stałej (2E+06) jest zapisem inżynierskim stosowanym w arkuszu kalkulacyjnym Excel dla dużych lub małych wartości danych, przy czym $E = 10$, a np. 06 oznacza potęgę szóstą.

Kolejny trend wielomianowy piątego stopnia dla podokresu 2010-2017 o $R^2 = 0,7682$ jest następujący:

$$y = -2E-05x^5 + 0,2463x^4 - 994,97x^3 + 2E+09x - 8E+11.$$

⁶²⁸ Rossa A., Socha L., Szymański A., *Hybrydowe modelowanie procesów demograficznych z wykorzystaniem rozmytych przełączających układów dynamicznych*, op.cit., s. 111.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 33.13. Dopasowane trendy wielomianowe współczynników $\ln m_x$ dla kobiet dwóch podokresów z uwzględnieniem punktu przełączenia w roku 2010

33.5. Zagadnienia

1. Demografia
2. Współczynnik zgonów
3. Współczynniki cząstkowe
4. Populacja i podpopulacja ludności
5. Baza Demografia
6. Zlogarytmowany cząstkowy współczynnik zgonów
7. Dane empiryczne
8. Punkty przełączania
9. Współczynnik determinacji
10. Trend liniowy

* * *

Najniższa umieralność kobiet liczona współczynnikiem $\ln m_x$ wystąpiła w roku 2010 i 2011 i wynosiła 3,937. Zwróćmy uwagę na Rycinę 33.13, gdzie obserwujemy dość gwałtowny wzrost umieralności kobiet liczony przeliczaniem na 1000 osób tej podpopulacji tj. w grupie wiekowej (70 i więcej).

Moim zdaniem jest to zjawisko niepokojące, być może wynika małej dbałości społecznej o tą grupę zasłużonych senierek, jak też niedbałego stosunku opieki zdrowotnej do najstarszych. Zwrócę jeszcze uwagę, że ten trend wzrostu umieralności kobiet jest silniejszy w porównaniu do mężczyzn w tej samej grupie wiekowej (zob. Rycina 33.12).

34. Techniki rozwiązań optymalizacyjnych zadania decyzyjnego⁶²⁹

34.1. Wstęp

Zagadnienia dotyczące metod i technik optymalizacji zadań decyzyjnych w obszarach zarządzania spotykamy w różnych publikacjach. Szersze odniesienie występuje w części drugiej książki „*Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych ...*”⁶³⁰. W definiowaniu funkcji celu pomocna jest publikacja „*Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*”⁶³¹. Jednak z kontaktu z Czytelnikami oczekiwana jest krótka publikacja stanowiąca zwięzły przegląd technik, zwłaszcza komputerowych, rozwiązujących standardowe zadania optymalizacyjne, w tym uwzględniające również nowe aplikacje z zakresu programowania liniowego. Sięgnąłem więc po źródło obszernej wiedzy jakim jest Internet, a zwłaszcza zawarte w nim artykuły oraz prezentacje z obszaru badań operacyjnych.

Jedną z konkretnych jest przykład zastosowania programu Matlab do prowadzenia zajęć dydaktycznych i to nie tylko⁶³². Program ten jest komercyjny, wymaga więc licencji od potencjalnego użytkownika.

Dokonując przeglądu technik optymalizacyjnych w niniejszym materiale zaprezentowałem, dla lepszej popularyzacji wśród studentów kierunków Zarządzanie, Logistyka, Administracja, zastosowanie wybranego modułu pakietu WinQSB, skorzystanie z dodatku Solver Excela, a także realizację w kolejnych iteracjach sposobu według elementu rozwiązującego. Poświęcono więcej miejsca na użycie funkcji macierzowych Excela przy korzystaniu z rachunku macierzowego do rozwiązywania zadań decyzyjnych. Ponadto przytoczono procedurę postępowania przy definiowaniu danych wejściowych oraz formatowaniu funkcji programowania liniowego „linprog”. W programie Matlab. Alternatywnym pakietem do Matlab’a, ogólnie dostępnym, jest Octave. Z tego względu pokazano jak określić poszczególne składniki funkcji „glpk”, stanowiącej odpowiednik funkcji „linprog”. W celu przekonania Czytelnika o poprawności zademonstrowanych procedur zabazowano na prostym zadaniu decyzyjnym zamieszczonym we wspomnianej już publikacji⁶³³.

34.2. Zastosowanie pakietu WinQSB

Pakiet programowy WinQSB zawiera szereg modułów z obszaru badań operacyjnych, statystyki i prognozowania. Jednym z zakresu optymalizacji jest moduł LP-ILP (*Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe*). Rozpocznijmy naszą prezentację korzystając z tego modułu do wspomnianego wcześniej zadania, które nazwano „Bułki”, gdyż dotyczy wskazania najlepszej liczby wypieku trzech rodzajów bułek, przy zadanych warunkach technologicznych norm zużycia mąki, cukru i rodzynek (zob. Rycina 34.1.).

Z Ryciny 34.1. wynika, że nasz przykład na początku wymaga podania tytułu problemu (*Problem Title*) – Bułki, liczby zmiennych (*Number of Variables*) – 3, a są to: x_1 – liczba wypieczonych bułek rodzaju B1, x_2 oraz x_3 – odpowiednio liczby bułek typu B2 oraz B3. W oknie dialogowym podajemy także liczbę ograniczeń zasobów (*Number of Constraints*). W naszym przykładzie mamy 3 zasoby: mąka (S_1), cukier (S_2), rodzynek (S_3). Jako *opcję Data Entry Format* (format danych wejściowych) zaznaczamy *Spreadsheet Matrix Format* (format arkusza macierzowego). Natomiast kryterium dla funkcji celu jest „*Maximization*”, czyli maksymalizacja przychodu z wypieku bułek stanowiącego sumę ich cen razy liczby optymalne wskazane przez procedurę obliczeniową. W oknie pozostawiono domyślnie jako typ danych „*Nonnegative*

⁶²⁹ Niniejszy materiał stanowi mój artykuł ujęty w monografii: *Współczesne zagadnienia zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019, strony: 63-82.

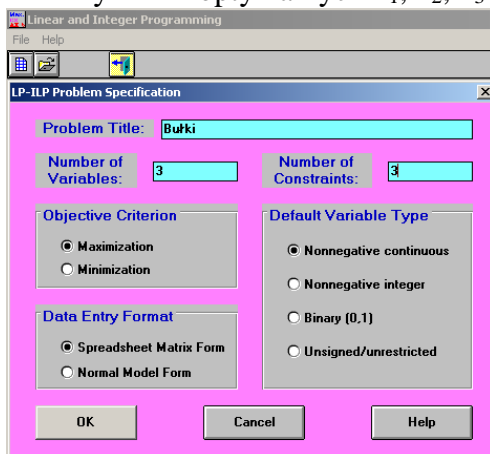
⁶³⁰ Duczmał M., Wornalkiewicz W., *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydanie II, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2012.

⁶³¹ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

⁶³² Tomkowska A., *Zastosowanie Mallab-a*, Internet, Koszalin 2006.

⁶³³ Ibidem.

continuous”, czyli liczby rzeczywiste z przecinkiem, chociaż lepiej by było podać „Nonnegative integer” tj. zaznaczenie otrzymania wyników optymalnych x_1, x_2, x_3 w liczbach całkowitych.



Źródło: Opracowanie własne w module LP-ILP.

Ryc. 34.1. Okno dialogowe określenia problemu decyzyjnego

Po naciśnięciu OK pojawia się nam kolejne okno wprowadzania danych wejściowych (zob. Rycina 34.2), czyli norm jednostkowych zużycia poszczególnych surowców na trzy rodzaje bułek, przy czym występuje tu dwuznak wskazania nierówności (\leq) oraz zapas (R.H.S). Ponadto mamy możliwość wpisania cen poszczególnych wyrobów. Określamy również ograniczenia dolne (*Lower Bound*) jako zera oraz górne (*Upper Bound*) jako „M”, czyli otwarte. Program jako typ danych wpisał *Continuous* (ciągłe), który poprzez kliknięcia możemy sobie zmieniać na inne np. *Integer* (całkowitoliczbowy).

Variable -->	X1	X2	X3	Direction	R. H. S.
Maximize	1	3	2		
C1	1	2	1	\leq	5
C2	1	1	1	\leq	4
C3	0	1	2	\leq	1
LowerBound	0	0	0		
UpperBound	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous		

Źródło: Opracowanie własne w module LP-ILP.

Ryc. 34.2. Wprowadzone dane wejściowe zadania decyzyjnego „Bułki”

Pozostaje nam teraz skorzystanie z funkcji „Solve and Analyze” (rozwiąż i przeanalizuj) w menu głównym Solvera. Program daje nam rozwiązanie kombinowane (*Combined Report for Bułki*) obejmujące: optymalne wyniki dla x_1, x_2, x_3 ; funkcję celu, przedziały wykonanej analizy wrażliwości dotyczące cen jednostkowych wyrobów, przedziałów zasobów surowców. Utrzymanie się w zakresie przedziałów wskazanych przez analizę wrażliwości umożliwia utrzymanie tej samej wartości funkcji celu (zob. Rycina 34.3).

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1 X1	3,0000	1,0000	3,0000	0	basic	0	1,3333
2 X2	1,0000	3,0000	3,0000	0	basic	2,5000	M
3 X3	0	2,0000	0	-1,0000	at bound	-M	3,0000
Objective	Function	(Max.) =	6,0000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	5,0000	\leq	5,0000	0	1,0000	2,0000	5,0000
2 C2	4,0000	\leq	4,0000	0	0	4,0000	M
3 C3	1,0000	\leq	1,0000	0	1,0000	1,0000	2,5000

Źródło: Opracowanie własne w module LP-ILP.

Ryc. 34.3. Raport kombinowany

Prezentowany moduł IL-ILP umożliwia też edytowanie uzyskanego rozwiązania np. z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku (zob. Rycina 34.4). Alternatywnym rozwiązaniem jest raport sumujący, a także wykresne przedstawienie, co można wybrać w opcjach zakładki „Solve and Analyze”.

23:45:41		Thursday	June	20	2019			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c[i]	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c[i]	Allowable Max. c[i]	
1	X1	3,00	1,00	3,00	0	basic	0	1,33
2	X2	1,00	3,00	3,00	0	basic	2,50	M
3	X3	0	2,00	0	-1,00	at bound	-M	3,00
Objective		Function	(Max.) =	6,00				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	5,00	<=	5,00	0	1,00	2,00	5,00
2	C2	4,00	<=	4,00	0	0	4,00	M
3	C3	1,00	<=	1,00	0	1,00	1,00	2,50

Źródło: Opracowanie własne w module LP-ILP.
Ryc. 34.4. Zmiana precyzji wyników

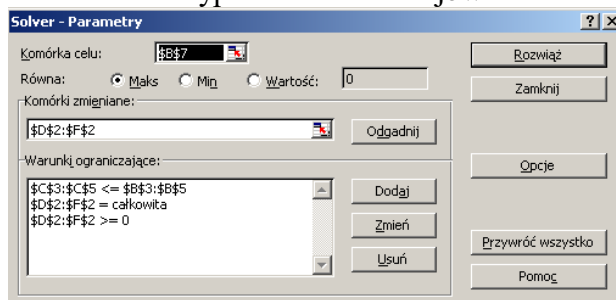
Proponuję teraz skorzystanie z dodatku Solver w arkuszu kalkulacyjnym Excel. Zademonstrowano to w dwóch wersjach, a mianowicie z użyciem starszej wersji programu Excel 97 oraz nowszej Excel 2010.

34.3. Rozwiązanie zadania w dodatku Solver Excela 97

Formatowanie danych wejściowych do aplikacji Excel 97 odbiega od już poznanej w module IL-ILP pakietu WonQSB. Zwróćmy więc uwagę na rycinę 34.5. Mamy tu następujące elementy: macierz zużycia jednostkowego dla trzech wyrobów B1, B2, B3; wektor kolumnowy zasobów, wektor wierszowy cen, przychód jako funkcja celu. Zaprezentowano to w ramach arkusza kalkulacyjnego w wierszach 1-8 oraz kolumnach A-F. Inicjujemy liczby wyrobów jako zero, a w komórce przychodu dla naszego przykładu wpisujemy formułę (=D6*D2+E6*E2+F6*F2), a także wpisujemy zależności w komórkach C3-C5.

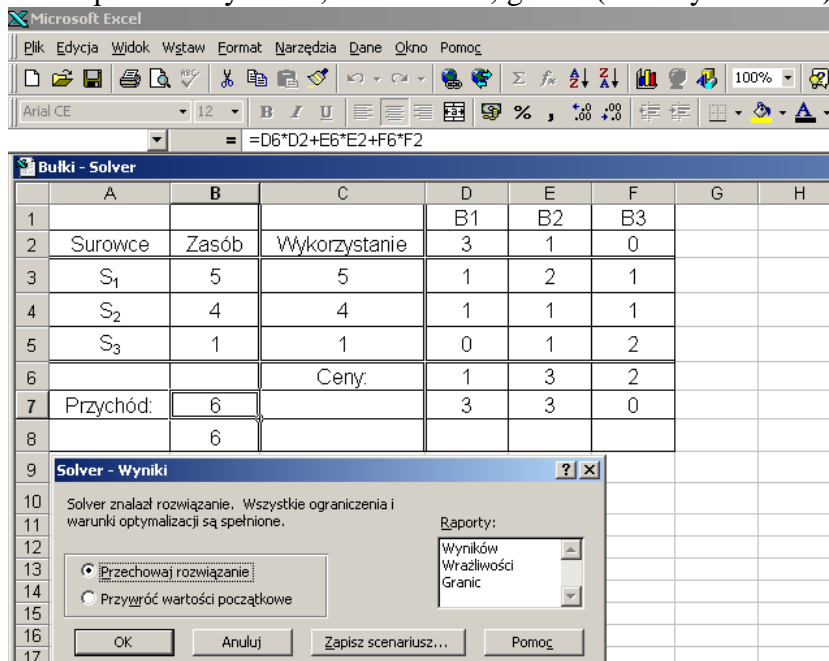
Źródło: Opracowanie własne w dodatku Solver Excela 97.
Ryc. 34.5. Zainicjowanie danych i formuł wejściowych

Po wykonaniu wymienionych wcześniej czynności ustawiamy się w komórce funkcji celu, czyli na przychodzie (B7) oraz poszukujemy w menu głównym zakładki „Solver”, po kliknięciu której pojawia się nam okno parametrów pokazane na Rycinie 34.6. Wprowadzamy tu adresowanie bezwzględne oraz ograniczenia odnoszące się do: komórki celu, komórek zmienianych, warunków ograniczających zużycie surowców na wpyiek trzech rodzajów bułek.



Źródło: Opracowanie własne w dodatku Solver Excela 97.
Ryc. 34.6. Wypełnione okno parametrów do zadania decyzyjnego

Możemy jeszcze wprowadzić dodatkowe parametry klikając na przycisk „*Opcje*”, w tym liczbę iteracji, prawdopodobieństwo oszacowania wyników, ale rezygnujemy i dajemy od razu „*Rozwiąż*”. Uzyskujemy wynik „6”, który określiliśmy sobie jako sumy iloczynów (zob. komórka B7) lub sumę z komórek D7-F7. Po tych czynnościach pojawia się nam na naszym arkuszu danych podokno „*Solver – Wyniki*”, umożliwiające przechowanie rozwiązania w formie pliku, czy też uzyskanie dodatkowo raportów: wyników, wrażliwości, granic (zob. Rycina 34.7).

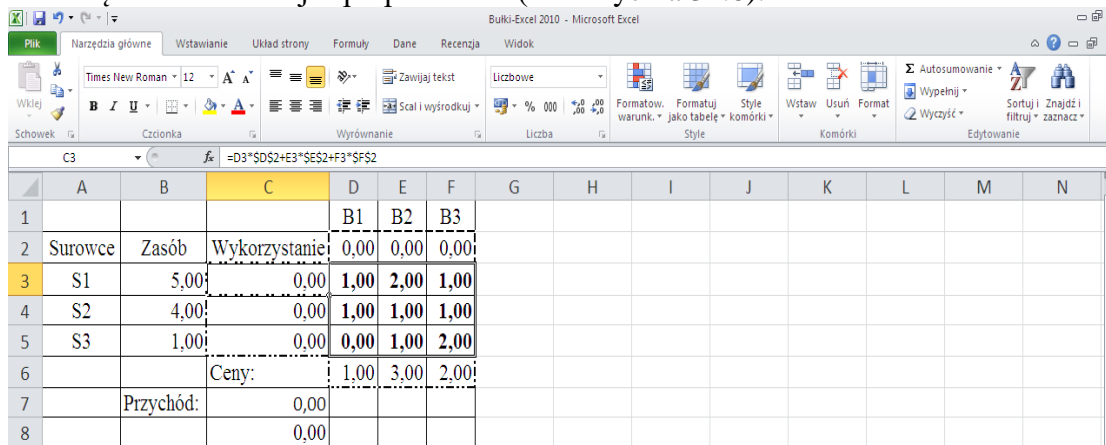


Źródło: Opracowanie własne w dodatku *Solver* Excela.

Ryc. 34.7. Informacja o zrealizowaniu zadania optymalizacyjnego

34.4. Rozwiązanie zadania w dodatku *Solver* Excela 2010

Jak już wspomniałem, alternatywnym podejściem jest skorzystanie z arkusza kalkulacyjnego w wersji Excel 2010. Formułowanie tabeli danych wejściowych w *Solverze* tego arkusza jest analogiczne do wcześniej pokazanego w Excel 97, z tym, że tutaj dla odmiany sformatowałem dane z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku (zob. Rycina 34.8).



Źródło: Opracowanie własne.

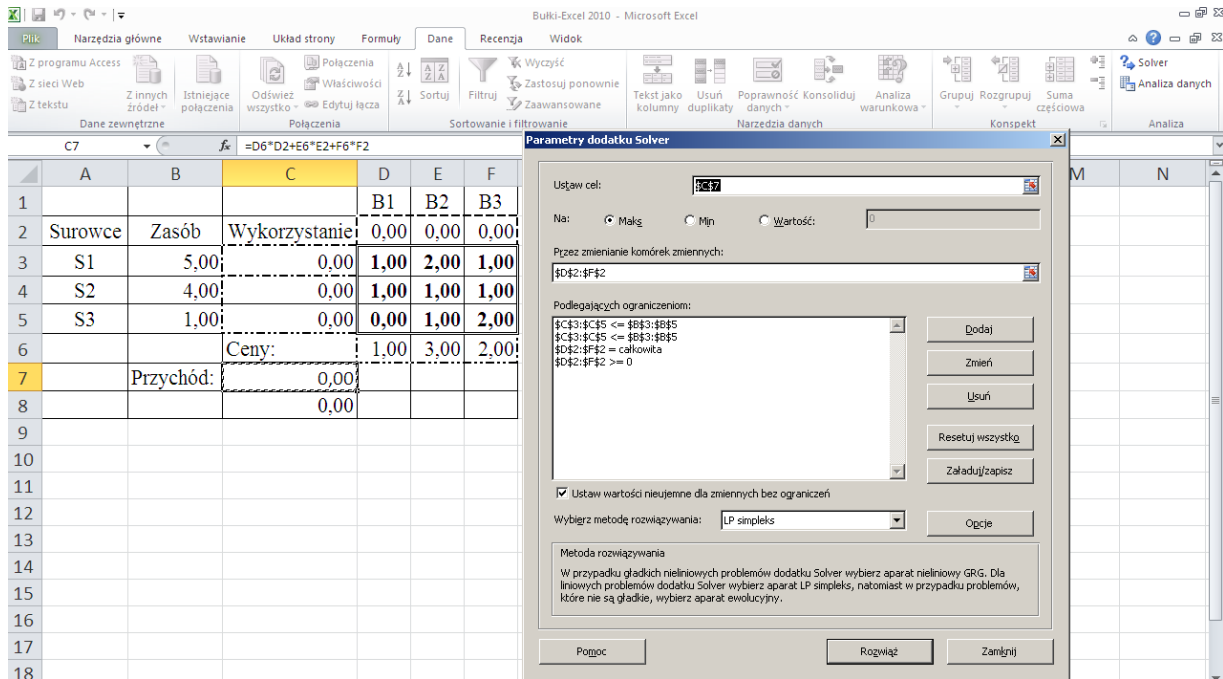
Ryc. 34.8. Zainicjowanie zadania decyzyjnego w *Solverze* Excela 2010

Jednak nieco inaczej wygląda okno dialogowe do określenia w postaci adresowania bezwzględnych (z dolarem) następujących składników:

- komórka celu (\$C\$7);
- komórki zmieniane (\$D\$2:\$F\$2);
- ograniczenia zasobów, przy czym wprowadzono:

- $\$C\$3:\$C\$5 \leq \$B\$3:\$B\5 ;
- $\$D\$3:\$F\$3 = \text{całkowita}$, czyli zdefiniowanie całkowitoliczbowe wyników dla x_1, x_2, x_3 ;
- $\$D\$2:\$F\$2 \geq 0$.

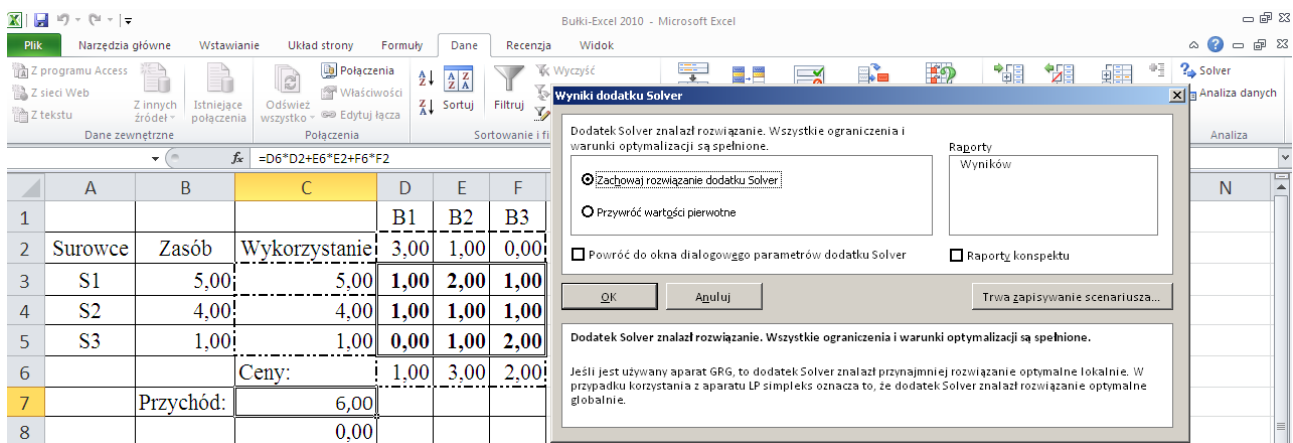
Program wymaga ponadto wybrania metody rozwiązywania problemu decyzyjnego, przy czym spośród trzech możliwości wskazano na „LP simpleks” (zob. Rycina 34.9.) Zwróćmy jeszcze uwagę na występowanie zakładki „Solver” w menu głównym.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 34.9. Zainicjowanie zadania decyzyjnego w Solverze Excela 2010

Kolejnym krokiem postępowania jest kliknięcie na przycisk „Rozwiąż” i w efekcie pracy programu otrzymujemy rozwiązanie identyczne, co do przychodu oraz rozwiązań optymalnych, jak dla wersji Solver Excela 97. W wyświetlonym komunikacie program informuje nas „Dodatek Solver znalazł rozwiązanie. Wszystkie ograniczenia i warunki optymalizacji są spełnione” (zob. Rycina 34.10).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 34.10. Wyniki realizacji procedury przez Solvera Excela 2010

Możemy jeszcze skorzystać z wygenerowania raportu wyników, którego fragment pokazano na Rycinie 34.11. Dowiadujemy się z niego między innymi, że Solver zrealizował zadanie w czasie 0,016 sekundy w dwóch iteracjach.

Kolumna	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Microsoft Excel 14.0 Raport wyników												
2	Arkusz: [Bulki-Excel 2010.xlsx]Arkusz1												
3	Raport utworzony: 2019-06-21 11:04:05												
4	Wynik: Dodatek Solver znalazł rozwiązanie. Wszystkie ograniczenia i warunki optymalizacji są spełnione.												
5	Aparat dodatku Solver												
6	Aparat: LP simpleks												
7	Czas rozwiązania: 0,016 sek.												
8	Liczba iteracji: 2 Podproblemy: 0												
9	Opcje dodatku Solver												
10	Maksymalny czas Nieograniczone, Iteracje Nieograniczone, Precision 0,000001												
11	Maksymalna liczba podproblemy Nieograniczone, Maksymalna liczba rozwiązań całkowitoliczbowych Nieograniczone, Tolerancja całkowitoliczbową 1%, Przyjmij nieujemne												
12													
13													
14	Komórka celu (Maks)												
15	Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa									
16	\$C\$7	Przychód: Ceny:	6,00	6,00									
17													
18													
19	Komórki zmiennych												
20	Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa	Całkowite								
21	\$D\$2	Wykorzystanie B1	3,00	3,00	Całkowite								
22	\$E\$2	Wykorzystanie B2	1,00	1,00	Całkowite								
23	\$F\$2	Wykorzystanie B3	0,00	0,00	Całkowite								

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 34.11. Fragment raportu wyników wygenerowany przez Solvera w Excelu 2010

34.5. Rozwiązanie manualne sposobem według elementu rozwiązującego

Spróbujmy teraz manualnie, wspomagając się funkcjami elementarnymi Excela, otrzymać wyniki standardowego zadania decyzyjnego sposobem według elementu rozwiązującego. Postępowanie to sprowadza się do tworzenia kolejnych tablic simpleksowych o coraz to lepszym wyniku funkcji celu. Pierwsza tablica składa się z podtablicy podstawowej oraz bazowej. Zamieniamy nierówności ograniczeń zasobów na równości wprowadzając w tym celu kolejne zmienne swobodne x_4, x_5, x_6 po zmiennych x_1, x_2, x_3 . Zmienne swobodne wchodzi do funkcji celu ze współczynnikiem zero, a w macierzy norm zużycia tworzą macierz jednostkową. W części bazowej występują ceny bazowe (c_b), zmienne bazowe (x_b) oraz ograniczenia b_j (zob. Rycina 34.12).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			X_j	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Θ
2			c_j	1	3	2	0	0	0	
3	c_b	x_b	b_j/a_j	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	
4	0	X_4	5	1	2	1	1	0	0	2,5
5	0	X_5	4	1	1	1	0	1	0	4
6	0	X_6	1	0	1	2	0	0	1	1
7			Zerowy	0	0	0	0	0	0	
8			Kryterium g_j	-1	-3	-2	0	0	0	
9										

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.12. I tablica simpleksowa

W celu wyłonienia elementu rozwiązującego, obliczamy wartości w wierszu zerowym stanowiące sumy iloczynów ceny bazowej i współczynnika technologicznego odpowiadającego wierszowi. Ponadto obliczamy kryteria g_j , które są różnicą między wartością w wierszu zerowym a ceną danego wyrobu. Kolumną rozwiązującą jest ta, która ma największą wartość kryterium simpleksowego co do modułu, dla naszego przykładu (-3). Natomiast wierszem rozwiązującym ten dla którego Θ_i (teta) jest najmniejsze, a u nas jest to „1”. Zatem komórka rozwiązująca jest na skrzyżowaniu kolumny i wiersza rozwiązującego i równa się ona „1”. W kolejnej tablicy simpleksowej miejsce zmiennej swobodnej x_6 zajmie zmienna decyzyjna x_2 wraz ze swoją ceną „3”. Wszystkie wartości w wierszu rozwiązującym dzielimy przez wartość komórki rozwiązującej, a inne komórki dzielimy według zasady obliczania wyznacznika 2-go stopnia i dzielimy przez wartość komórki rozwiązującej. Przekształcone wyniki zaprezentowano na Rycinie 34.13.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			X_j	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Θ
2			c_j	1	3	2	0	0	0	
3	c_b	x_b	b_i/a_i	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	
4	0	X_4	3	1	0	-3	1	0	-2	3
5	0	X_5	3	1	0	-1	0	1	-1	3
6	3	X_2	1	0	1	2	0	0	1	#DZIEL/0!
7			Zerowy	0	3	6	0	0	3	
8			Kryterium g_j	-1	0	4	0	0	3	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.13. II tablica simpleksowa

Zwróćmy uwagę na komórkę Excela zaznaczoną symbolem #, co sygnalizuje potrzebę odrzucenia danego wyniku, gdyż występuje tu niedopuszczalne dzielenie przez zero. We wcześniejszych komórkach $\Theta_1 = 3$ oraz $\Theta_2 = 3$, zatem mamy tu alternatywny wybór. Przyjmijmy Θ_2 jako wskazanie wiersza rozwiązującego. W kolejnej tabelicy zmienna x_1 zajmie miejsce zmiennej swobodnej x_5 w części bazowej. Po obliczeniu kryterium wszystkie jego wartości dla poszczególnych zmiennych są dodatnie, a więc mamy rozwiązanie optymalne: $x_1 = 1$, $x_2 = 3$, $x_3 = 0$, zgodnie ze wcześniejszymi sposobami rozwiązania zadania decyzyjnego. Funkcja celu o podanym wyrażeniu w komórce J17 równa się 6 zł. Możemy to zaobserwować na Rycinie 34.14.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2			c_j	1	3	2	0	0	0	
3	c_b	x_b	b_i/a_i	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	
4	0	X_4	0	0	0	-2	1	1	-1	
5	1	X_1	3	1	0	-1	0	1	-1	
6	3	X_2	1	0	1	2	0	0	1	
7			Zerowy	1	3	5	0	1	2	6
8			Kryterium g_j	0	0	3	0	1	2	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.14. Rozwiązanie zadania optymalizacyjnego sposobem według elementu rozwiązującego

Mamy rozwiązanie optymalne: $x_1 = 3$, $x_2 = 1$, $x_3 = 0$, a zmienna swobodna $x_4 = 0$, co świadczy o braku zapasu surowca S_1 , gdyż został wykorzystany na wyroby B_1 i B_2 .

34.6. Zastosowanie rachunku macierzowego

W rozwiązywaniu zadań decyzyjnych rachunkiem macierzowym wykorzystujemy dwa formaty tablic simpleksowych, a mianowicie bazowy i kolejnych iteracji. Obraz tablicy bazowej z macierzami i wektorami przedstawiono na Rycinie 34.15. Tablica bazowa stanowi analogię do I tablicy simpleksowej przedstawionej wcześniej przy rozwiązywaniu zadania decyzyjnego sposobem według elementu rozwiązującego.

		c		
c_b	X_b	A	I	b
	z_j	0		F_c
	$k_j = c_j - z_j$	c		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.15. Tablica bazowa

Zastosowano tu jednak nieco inne kryterium, a mianowicie: $k_j = c_j - z_j$, przy czym podane na Rycinie 34.15. symbole oznaczają:

- c – wektor wierszowy cen wyrobów,
- A – macierz współczynników technologicznych jednostkowego zużycia surowców,
- I – macierz jednostkowa, b – wektor kolumnowy zasobów – surowców,
- F_c – funkcja celu, $\mathbf{0}$ – wektor wierszowy zerowy,
- c_b – wektor kolumnowy cen bazowych,
- x_b – wektor kolumnowy zmiennych bazowych.

Wypełnioną tablicę bazową danymi wejściowymi naszego przykładu zaprezentowano na Rycinie 34.16.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6		
2	c_b	x_b	1	3	2	0	0	0	b_i	$Q_i = b_i/a_{ij}$
3	0	x_4	1	2	1	1	0	0	5	2,5
4	0	x_5	1	1	1	0	1	0	4	4
5	0	x_6		1	2	0	0	1	1	1
6		z_j	0	0	0	0	0	0		0
7		$k_j = c_j - z_j$	1	3	2	0	0	0		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.16. Tablica bazowa z danymi

W celu wyłonienia macierzy odwrotnej, potrzebnej do drugiej iteracji, skorzystajmy ze sposobu według elementu rozwiązującego. Elementem rozwiązującym jest „1” leżący na skrzyżowaniu kolumny rozwiązującej i wiersza rozwiązującego (zob. zaciemnione pasy na Rycinie 34.16). Jak już wspomniałem kolejna tablica simpleksowa, przy zastosowaniu rachunku macierzowego, ma jednolitą formę dla wszystkich dalszych iteracji. Podstawą jej budowy jest macierz odwrotna B_1^{-1} obejmująca dla drugiej iteracji zmienne x_4, x_5, x_2 (zob. Rycinie 34.17).

		c		
c_{bl}	x_{bl}	$B_1^{-1}A$	B_1^{-1}	$B_1^{-1}b$
	z_j	$c_{bl}^T B_1^{-1}A$	$c_{bl}^T B_1^{-1}$	$c_{bl}^T B_1^{-1}b$
	$k_j = c_j - z_j$	$c_j - c_{bl}^T B_1^{-1}A$	$-c_{bl}^T B_1^{-1}$	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.17. Budowa tablicy simpleksowej kolejnej iteracji

Wypełnienie tablicy drugiej iteracji poprzedzone zostało wcześniejszym przykładowym określeniem podstawowych macierzy i wektorów w arkuszu kalkulacyjnym o nazwie „*Bulki – rachunek macierzowy*” począwszy od wiersza 10-24 (zob. Rycina 34.18).

C	D	E	F	G	H	I	J
	x_4	x_5	x_2				10
$B_2 =$	1	0	2	$b =$	5		11
	0	1	1		4		12
	0	0	1		1		13
							14
$c_b =$	0						15
	0	$c_b^T =$	0	0	3		16
	3						17
							18
$c =$	1	3	2	0	0	0	19
							20
	x_1	x_2	x_3				21
$A =$	1	2	1				22
	1	1	1				23
	0	1	2				24

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.18. Wprowadzone do arkusza Excela podstawowe składniki tablicy II iteracji

Skorzystajmy teraz z funkcji macierzowej Excela: =MACIERZ.ODW(D11:F13), gdzie D11:F13 obszar zapisania B_2 w ramach arkusza kalkulacyjnego. Dodam, że do akceptacji funkcji macierzowych musimy użyć trzech klawiszy jednocześnie: <Ctrl> + <Shift> + <Enter>. Widzimy zapisanie macierzy odwrotnej w obszarze D26:F28.

fx {=MACIERZ.ODW(D11:F13)}							
C	D	E	F	G	H	I	J
	1	0	-2				26
$B_2^{-1} =$	0	1	-1				27
	0	0	1				28

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.19. Określenie macierzy odwrotnej 2-giej iteracji

Powróćmy teraz do Ryciny 34.17, z której dowiadujemy się, że trzeba nam jeszcze określić dalsze złożone składniki stosując głównie funkcję: =MACIERZ.ILOCZYN(...:...). W wyniku przemnożenia macierzy odwrotnej drugiej iteracji zapisanej w obszarze (D26:F28) przez macierz **A** (D22:F24), a następnie przez wektor zasobów **b** uzyskujemy kolejno wyniki pokazane na Rycinach 34.20 i 34.21:

fx {=MACIERZ.ILOCZYN(D26:F28;D22:F24)}							
C	D	E	F	G	H	I	J
	1	0	-3				32
$B_2^{-1}A =$	1	0	-1				33
	0	1	2				34

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.20. Określenie iloczynu macierzy odwrotnej i macierzy **A**

fx {=MACIERZ.ILOCZYN(D26:F28;I3:I5)}					
C	D	E	F	G	H
	3				38
$B_2^{-1}b =$	3				39
					40

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.21. Określenie iloczynu macierzy odwrotnej i wektora **b**

Macierz iloczynu możemy też obliczyć w tradycyjny sposób, przez przemnożenie odpowiadających sobie komórek wiersza i kolumny, a następnie sumowanie otrzymanych wartości (zob. Ryc. 34.22).

=D42*5+E42*H43+F42*H44							
D	E	F	G	H	I	J	K
1	0	-2		5		3	42
0	1	-1	*	4	=	3	43
0	0	1		1		1	44

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.22. Określenie iloczynu macierzy odwrotnej i wektora **b** poprzez przemnożenie

Mając wektor ceny bazowej transponowany (zob. Rycina 34.18), przy czym w tym względzie możemy skorzystać z funkcji (=TRANSPONUJ(...)) Excela, i wcześniej uzyskaną macierz wynikającą z iloczynu ($B_2^{-1}A$) otrzymamy.

fx {=MACIERZ.ILOCZYN(F16:H16;D32:F34)}							
C	D	E	F	G	H	I	J
$c_b^T B_2^{-1}A =$	0	3	6				47

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.23. Określenie iloczynu wektora cen bazowych transponowanego i macierzy powstałej z iloczynu $B_2^{-1}A$

W wierszu zerowym pod zmiennymi swobodnymi wystąpi zapis będący iloczynem wektora ceny bazowej transponowany 2-giej iteracji i macierzy odwrotnej tej samej iteracji.

fx {=MACIERZ.ILOCZYN(F16:H16;D26:F28)}							
C	D	E	F	G	H	I	J
$c_b^T B_2^{-1} =$	0	0	3				49

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.24. Określenie iloczynu wektora cen bazowych transponowanego i macierzy odwrotnej B_2^{-1}

Dla uzyskania wartości funkcji celu wystarczy zatem pomnożenie wcześniejszego wektora ($c_b^T B_2^{-1}$) przez wektor zasobów **b**.

fx {=MACIERZ.ILOCZYN(D49:F49;H11:H13)}						
C	D	E	F	G	H	I
$c_b^T B_2^{-1}b =$	3	FC	52			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.25. Określenie wartości funkcji celu po 2-giej iteracji

Tak więc jeszcze pozostał nam wiersz kryterium realizowany dla zmiennych decyzyjnych i zmiennych swobodnych.

C	D	E	F	G	H	I	J	K
$c - c_b^T B_2^{-1} A =$	1	3	2	-	0	3	6	54
								55
	1	0	-4					56
								57
$-c_b^T B_2^{-1} =$	0	0	-3					58

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.26. Określenie kryteriów simpleksowych k_j po 2-giej generacji

Dobrnęliśmy do sformatowania tablicy simpleksowej 2-giej iteracji, po wstawieniu określonych macierzy i wektorów (zob. Rycina 34.27).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	
2	c_b	x_b	1	3	2	0	0	0	b_1
3	0	x_4	1	0	-3	1	0	-2	3
4	0	x_5	1	0	-1	0	1	-1	3
5	3	x_2	0	1	2	0	0	1	1
6		z_j	0	3	6	0	0	3	3
7		$k_j = c_j - z_j$	1	0	-4	0	0	-3	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 34.27. II tablica simpleksowa otrzymana po wstawieniu składników rachunku macierzowego

Kolejne iteracje, czyli tworzenie tablic simpleksowych jest analogiczne, aż do wystąpienia wszystkich kryteriów ≥ 0 , przy czym będzie jednak kolejna macierz odwrotna.

34.7. Zastosowanie programu Matlab

Dotychczasowe przykłady oparte były na metodzie simpleks, gdzie dane wejściowe wprowadzane były w postaci tablic. Zaprezentowano różne techniki (sposoby) rozwiązywania zadań decyzyjnych optymalizacyjnych, w których nastąpiło:

- wykorzystanie modułu „Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe” pakietu WinQSB;
- zastosowanie dodatku Solver arkusza kalkulacyjnego Excel;
- przedstawienie sposobu uzyskiwania tablic simpleksowych kolejnych iteracji według elementu rozwiązującego;
- zastosowanie rachunku macierzowego, a w tym funkcji do określenia macierzy odwrotnej, iloczynu macierzy oraz macierzy transformowanej w formułowaniu kolejnych tablic simpleksowych dążących do rozwiązania optymalnego.

W rozwiązaniu zadania decyzyjnego naszego przykładu z zastosowaniem WinQSB, dla potrzeb procedury komputerowej, formułujemy jego składniki, co podano w postaci ogólnej i z danymi.

Funkcja celu	FC: $c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 \rightarrow \max$	FC: $1x_1 + 3x_2 + 2x_3 \rightarrow \max$
Ograniczenia zasobów	$C_1: a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \leq b_1$ $C_2: a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 \leq b_2$ $C_3: a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 \leq b_3$	$C_1: 1x_1 + 2x_2 + 1x_3 \leq 5$ $C_2: 1x_1 + 1x_2 + 1x_3 \leq 4$ $C_3: 0x_1 + 1x_2 + 2x_3 \leq 1$
Warunki brzegowe	$x_i \geq 0$	$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$

Sięgnijmy teraz jeszcze raz po publikację Anny Tomkowskiej, która proponuje do rozwiązania zagadnienia standardowego optymalizacyjnego program Matlab, który ma różne wersje. Jest to produkt firmy The MathWorks Inc z USA, wymagający od użytkownika licencji indywidualnej lub zbiorowej od firm. Nie dysponując tym pakietem, przytoczę tylko założenia w zakresie przygotowania danych wejściowych do funkcji *linprog*, czyli programowania liniowego do potrzeb procedury optymalizacyjnej Matlab’a. W wyniku realizacji programem Matlab uzyskujemy wektor rozwiązania optymalnego x oraz określony przychód (zmienna *fval*). Funkcja ta ma następującą składnię:

$$[x, fval] = \text{linprog}[f, A, b, Aeq, beq, lb, ub],$$

gdzie poszczególne składniki oznaczają:

f – wektor współczynników funkcji celu, w naszym przykładzie cen w zł:

$$\mathbf{f} = [1 \ 3 \ 2];$$

A – macierz współczynników technologicznych – norm jednostkowych zużycia surowców w kg:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix};$$

b – wektor zasobów surowców w kg:

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 5 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix};$$

Aeq – macierz dotycząca równości (informacja o zmianie nierówności na równości w ograniczeniach zasobów):

$$\mathbf{Aeq} = [];$$

beq – wektor, pozostawiono jako puste: **beq** = []; **lb** – wektor ograniczeń dolnych rozwiązania dla zmiennych x_1, x_2, x_3 : **lb** = [0 0 0], informujący, że każda zmienna ma być ≥ 0 ;

ub – wektor ograniczeń górnych rozwiązania zapisany jako:

$$\mathbf{ub} = [], \text{ lub } \mathbf{ub} = [\text{in}, \text{inf}, \text{inf}],$$

czyli nie ma zakresu górnego, a symbol *inf* w odniesieniu do naszych trzech zmiennych x_1, x_2, x_3 oznacza nieskończenie dużą liczbę. W formułowaniu zadania decyzyjnego w module ILiLP pakietu WinQSB oznaczone było literą „M”. Standardowo program Matlab funkcją *linprog* określa minimum funkcji celu i z tego względu dla uzyskania w naszym przykładzie maksimum tej funkcji wstawiamy wektor **f** ze znakiem minus: **[x, fval] = linprog[-f, A, b, Aeq, beq, lb, ub]**.

Mając zdefiniowane składniki pozostaje nam teraz odpowiednie wstawienie ich do funkcji *linprog*, a rezultatem programowego działania tej funkcji jest wektor rozwiązania optymalnego oraz wartość funkcji celu, podane z kropką dziesiętną, zamiast przecinka:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} 3.000 \\ 1.000 \\ 0.000 \end{bmatrix} \quad \text{oraz} \quad \mathbf{fval} = 6.000.$$

Widzimy dużą analogię do sposobu formułowania zadania decyzyjnego w formacie *matrix* (macierzowym) w WinQSB. Zdaniem Anny Tomkowskiej skorzystanie z funkcji *linprog* w Matlab daje szybko wynik, chociaż moim zdaniem, dla celów dydaktycznych bardziej pogładowe jest skorzystanie z procedur zaprezentowanych wcześniej.

Zachęcam Czytelników, mających dostęp do pakietu Matlab o różnych wersjach rozwojowych, do przetestowania działania funkcji *linprog*. Warto też skorzystać z informacji, że zamiennikiem Matlab jest program Octavia stanowiący tzw. wolne ogólnodostępne oprogramowanie. Dodam, że Matlab np. w wersji 6.5 umożliwia także wizualizację rozkładu zmiennej objaśnianej zdefiniowanej funkcji. Bliższe informacje dotyczące nie tylko programu Matlab możemy znaleźć w książce: B. Mrozek, Z. Mrozek „Matlab 5.x. Simulink 2.x. Poradnik użytkownika”, ILJ, 1998.

34.8. Rozwiązanie zadania w programie Octave

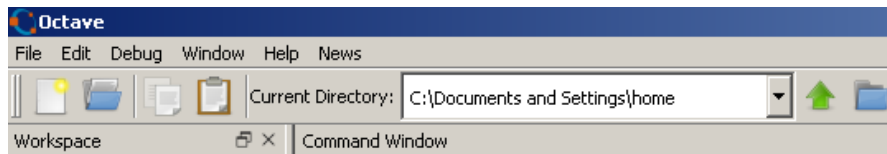
Występują różne ogólnie dostępne wersje programu Octave, w kilku środowiskach systemów operacyjnych, które można pozyskać z Internetu, a spośród nich wybrałem pierwszy z listy tj. octave-4.0.0_0-installer.exe, stanowiący program instalacyjny różnorodnych funkcji tego oprogramowania wspomagającego prace naukowe (zob. Rycina 34.28). Pobrany program pracuje pod Windowsem.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 34.28. Okno po wywołaniu „program Octave” w Internecie

Program ten pobiera pliki upakowane z serwera zewnętrznego i po jego uruchomieniu mamy program wykonywalny zapisany na ścieżce: *C:\Documents and Settings\home*, co pokazano na Rycinie 34.29.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 34.29. Menu główne programu „Octave”

Dla celów niniejszej pracy wykorzystano opcję *Octave (GUI)* umożliwiającą wprowadzanie instrukcji bezpośrednio do linii komend (>>) i obserwowanie reakcji programu. Do potrzeb naszego wcześniejszego przykładu zdefiniowano wektory oraz macierze, które oznaczono dużymi literami, co wynika z formatu instrukcji „*glpk*”, będącej w Octave odpowiednikiem „*linprog*” (zob. Rycina 34.29).

```

Command Window
GNU Octave, version 4.0.0
Copyright (C) 2015 John W. Eaton and others.
This is free software; see the source code for copying conditions.
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type 'warranty'.

Octave was configured for "i686-w64-mingw32".

Additional information about Octave is available at http://www.octave.org.

Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/get-involved.html

Read http://www.octave.org/bugs.html to learn how to submit bug reports.
For information about changes from previous versions, type 'news'.

>> C=[1 3 2]
C =

    1    3    2

>> A=[1 2 1;1 1 1;0 1 2]
A =

    1    2    1
    1    1    1
    0    1    2

>> B=[5 4 1]
B =

    5    4    1

>> LB=[0 0 0]
LB =

    0    0    0

>> UB=[inf inf inf]
UB =

    Inf    Inf    Inf

>> CTYPE="UUU"
CTYPE = UUU
>> VARTYPE="CCC"
VARTYPE = CCC
>> SENSE=-1
SENSE = -1

```

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 34.29. Zdefiniowanie danych wejściowych i parametrów funkcji „*glpk*”

Określenie wektorów **C**, **B**, oraz macierzy **A** już poznaliśmy wcześniej. W zakresie programowania liniowego, dla naszego przykładu, ograniczenia dolne **LB** dla zmiennych decyzyjnych x_1 , x_2 , x_3 są równe zero, a górne **UB** nie jest określone. Zapisy parametrów CTYPE, VARTYPE są standardowe, natomiast dla zamiany kierunku funkcji celu na „Maximum” wpisujemy SENSE = -1. Tak więc pozostaje nam teraz wpisanie w linii komend instrukcji wraz ze zdefiniowanymi w postaci liter obszarami danych i parametrami. W odpowiedzi uzyskujemy natychmiast wyniki (XOPT, FMIN), tj. wartości optymalne zmiennych $x_1 = 3$, $x_2 = 1$ oraz $x_3 = 0$, a maksymalny przychód funkcja celu wynosi 6.

```
>> [XOPT, FMIN] = glpk (C, A, B, LB, UB, "UUU", "CCC", -1)
XOPT =
     3
     1
     0
FMIN =  6
>> |
```

W linii końcowej „Octave” zachęca nas do dalszych prac z zastosowaniem rozległej funkcjonalności tego pakietu. Warto też podjąć próbę wykonania wizualizacji rozkładu zmiennej z wykorzystaniem instrukcji „Octave”.

34.9. Zagadnienia

1. Techniki optymalizacji
2. Programowanie liniowe
3. Pakiet Matlab
4. Pakiet Octave
5. Format matrix
6. Adresowanie bezwzględne i względne
7. Raport wrażliwości
8. Scenariusz obliczeń w Solver
9. Tablica simpleksowa
10. Środowisko systemu operacyjnego

* * *

Rozpoznanie zaprezentowanych technik optymalizacji wymagało dużo „samozaparcia”, gdyż dostępna literatura jak również źródła internetowe, nie trudzą się w szczegółowym wyłożeniu procedur rozwiązywania optymalizacyjnych zadań decyzyjnych. Wykonałem jednak to celowo ze względów dydaktycznych, aby zainteresowani mogli możliwie gładko przekonać się o wygodzie korzystania z instrukcji macierzowych, jak też propozycji darmowych aplikacji programowych.

Warto też podjąć kolejny trud rozpoznania i przedstawienia technik rozwiązywania zagadnień transportowych. Pewne elementy w tym zakresie zawarłem w skrypcie „*Popularyzacja metod ilościowych w Internecie*”⁶³⁴.

⁶³⁴ Wornalkiewicz W. , *Popularyzacja metod ilościowych w Internecie*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2017.

35. Zastosowanie edytora Tinn-R do optymalizacji programem R⁶³⁵

35.1. Wstęp

Program R określany także jako platforma programowa stanowi aplikacje o szerokiej funkcjonalności w zakresie metod statystycznych oraz ekonometrycznych. Jest tworzony na bieżąco przez środowiska programistów. Stanowi oprogramowanie otwarte (Open Source) koncentrujące się na nadaniu jemu wysokich walorów obliczeniowych, nie zważając na efektywność interfejsu, czyli komunikacji użytkownika z programem⁶³⁶. R wymaga 60 MB miejsca na dysku przy pełnej instalacji. W sytuacji instalowania wersji minimalnej wystarczy 20 MB. Szereg pakietów komercyjnych sprzedawanych jest w „porcjach”. Wymaga to później dokupywania dodatkowych aplikacji do obliczeń optymalizacyjnych, ekonometrycznych, prognostycznych oraz generujących grafikę reprezentacji danych i ich wzajemnych zależności. Program R stara się zawierać w sobie cały dorobek merytoryczny w zakresie metod ilościowych. Problemy rozwiązywane są za pomocą komend pisanych w języku R. Język ten posługuje się strukturami danych – klasami, a przykładem jest wektor stanowiący uporządkowany np. narastająco szereg liczbowy. Operacje przeprowadzane są na obiektach klasy *data.frame* w ramach wektora, przy czym jedna liczba stanowi też wektor. Dla przykładu komenda *mean()* skierowana na wektor liczb w rezultacie daje ich średnią. Stosowanie programu R wymaga jednak choć minimalnych umiejętności programistycznych. Stopniowo twórcy R opracowują nakładki umożliwiające odchodzenie od pisania sekwencji kodu przy pomocy prostego edytora skryptów dla rozwiązania określonego problemu, a korzystanie tylko z menu.

Stosowanie R wymaga zainstalowania na własnym komputerze pozyskanej aplikacji z serwera zdalnego. Serwery te zlokalizowane są przeważnie różnych ośrodkach uniwersyteckich w świecie. Jednak często korzysta się z serwera lokalnego. Program R oraz dodatkowe pakiety można pobrać z zakładki CRAN z sekcji *Download*. Ściągany jest najpierw pakiet podstawowych programów, a później można sobie doinstalować kolejne specjalizowane moduły. W ramach zestawu podstawowego są funkcje umożliwiające analizę danych i generowanie wykresów zależności zmiennych. Stosowanie programu R wymaga jednak poznania wielu komend realizujących określone funkcje. W ponad 1750 pakietach tego programu zebrano procedury obliczeniowe określonych problemów, metod oraz modeli. Jednak większość z nich trzeba ściągać przed obliczeniami z Internetu korzystając z komendy: **Install package(s) from zip files ...** i zapisać je w bibliotece programu R. Pakiety wprowadza się do pamięci komendą **library()**⁶³⁷. Opis pakietu znajduje się na stronie projektu R (www.r-project.org). Zasoby pakietów ulegają aktualizacji, przy czym część z nich jest wycofanych ze stosowania. Zarówno silnik R jak i pakiety są aktualizowane przeważnie co pół roku, gdy formułuje się nową wersję programu R, a do w miarę stabilnych pakietów należą:

- *lmtest* – testowanie modeli regresji liniowej,
- *foreign* – wczytywanie różnych formatów danych,
- *tseries* – analiza szeregów czasowych,
- *plm* – modele panelowe,
- *fPortfolio* – modele portfelowe.

Podstawową wersją programu R jest *base*. Pakiet *Rcmdr* jest statystyczną nakładką graficzną na R, pozwalająca przyspieszyć obliczenia statystyczne czy też modelowanie ekonometryczne. Umożliwia także import danych np. z Excela. Występują także inne nakładki graficzne do specyficznych zastosowań. Nakładki jednak osuwają w czasie dokładne nauczanie się języka komend R. Można je traktować jako kolejny język „syntetyczny”. Konsensus stanowi

⁶³⁵ Opracowanie uwzględnia fragmenty tekstu rozdziału 22. zawarte w książce autora: *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2015.

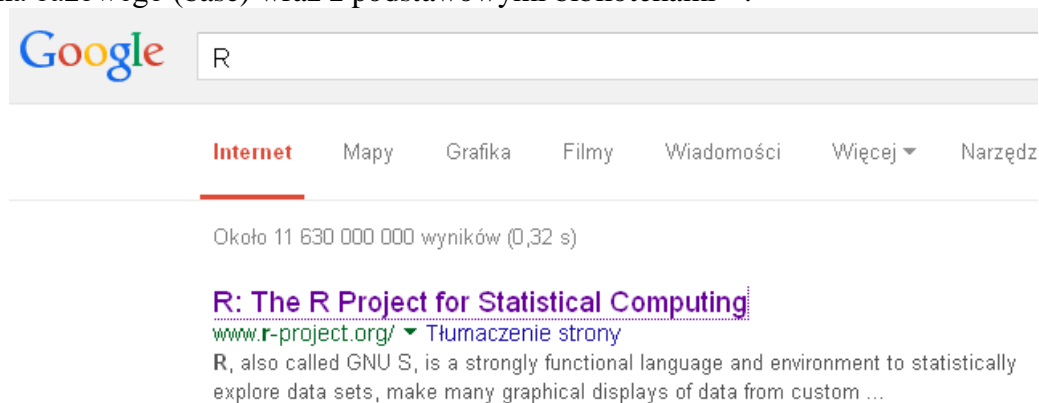
⁶³⁶ Kopczevska K., Kopczevski T., Wójcik P., *Metody ilościowe w R Aplikacje ekonomiczne i finansowe*, CeDeWu, Warszawa 2009, s. 16.

⁶³⁷ Ibidem, s. 33.

zaadoptowany do potrzeb R edytor tekstów Tinn (*Tinn is not Notepad*)⁶³⁸. Po integracji z R pełni rolę interfejsu graficznego ułatwiającego edytowanie i sprawdzanie sekwencji kodu pisanego w języku R. Umożliwia on instalowanie pakietów, zmianę trybu pracy konsoli, konfigurowanie pliku startowego, przeszukiwanie pliku pomocy. Został on opracowany jako samodzielny pakiet współpracujący z modułami trybu pracy możliwymi w platformie R. Tinn R przywołuje programy z R i ułatwia w ten sposób edycje kodu źródłowego oprogramowania do testowanego przykładu np. z zakresu rysowania funkcji wielomianu, określenia jej ekstremów w podanym przedziale oraz obliczenia pierwiastków danego wielomianu. Stosowanie tego udogodnienia, jak już wspomniano, jest możliwe po zainstalowaniu z Internetu oprogramowania bazowego. Tinn-R umożliwia dostęp do funkcji oraz ich składni.

35.2. Instalowanie R

Program R zwany także platformą, pakietem, środowiskiem programistycznym będziemy nazywali dalej jako program R, chociaż zawiera komplet specjalistycznych pakietów. Dla wygody zwłaszcza studentów zaprezentuję procedurę postępowania w celu posadowienia R na własnym komputerze. W tym względzie korzystamy z Internetu, gdzie w haśle domeny Google wpisujemy **R**. Spośród wielu możliwości wywołania strony do instalacji programu R wybieramy *R: The R Project for Statistical Computing* (zob. Rycina 35.1). Pierwszym krokiem jest instalowanie środowiska bazowego (base) wraz z podstawowymi bibliotekami⁶³⁹.

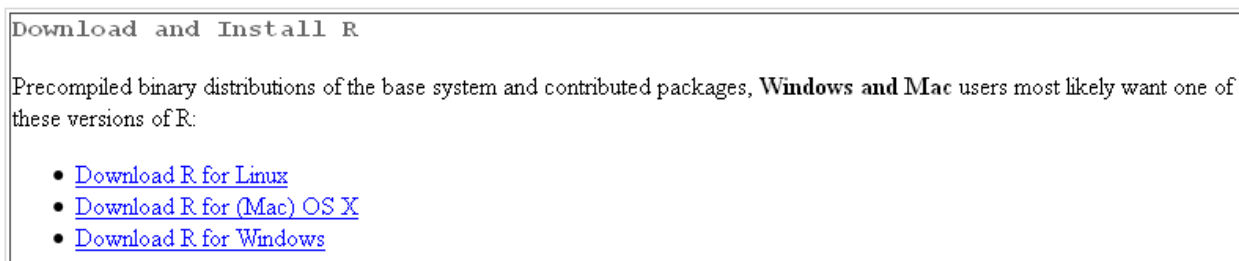


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.1. Widok tytułu strony do przywołania programu R

Po kliknięciu na tytuł strony pojawia się jej rozwinięcie i musimy wskazać pod jakim systemem operacyjnym będzie pracował R. Wybieramy *Download R for Windows*. Z Ryciny 35.2 dowiadujemy się, że program R może jeszcze pracować w środowiskach: Linux i (Mac) OS X. Program ten pozyskiwany będzie z serwera na *University of Wrocław* (strona: <http://meteo.uni.wroc.pl/>).

The Comprehensive R Archive Network



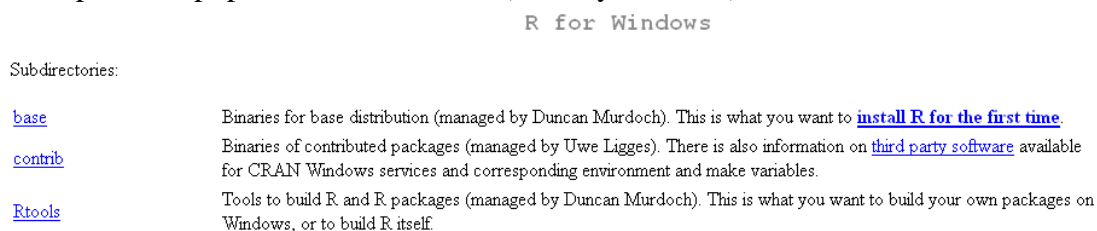
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.2. Wybór systemu operacyjnego z serwera lokalnego

⁶³⁸ Ibidem, s. 41.

⁶³⁹ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014, s. 38.

Następnie wskazujemy serwerowi pobranie podstawowych funkcji programu R tj. *base* oraz informujemy, że instalacja odbywa się poraz pierwszy naciskając *install R for the first time* na naszym komputerze np. pod Windowsem XP (zob. Rycina 35.3).

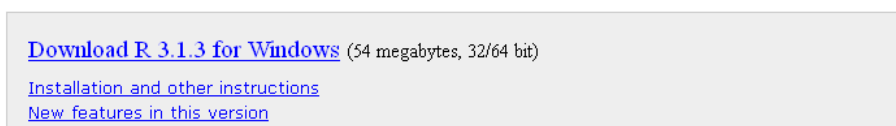


Źródło: Opracowanie własne; fragment widoku ekranu.

Ryc. 35.3. Fragment okna wyboru zakresu pakietu oraz informacja o podejściu do instalacji R

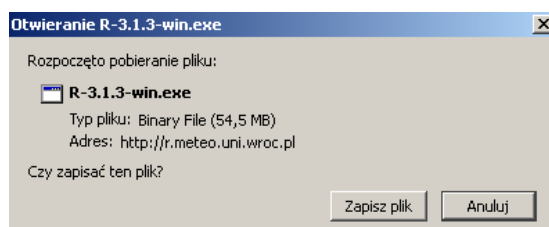
Program R jako oprogramowanie otwarte jest ogólnie dostępny dla użytkowników w wersji wykonywalnej. Również potencjalni twórcy – kreatorzy nowych funkcji lub aktualizujący stare metody mogą wejść do współpracy z twórcami R. W ten sposób R mimo skromnego interfejsu (postaci wprowadzania i korzystania z programu) stale się rozwija. Powstają nowe wersje, a opisy książkowe wcześniejszych stają się stopniowo nieaktualne. W niniejszej prezentacji instalowania programu R pozyskano z serwera wersję *R-3.1.3 for Windows (32/64 bit)*. Zajmuje ona 54 MB pamięci dyskowej. Naciśnięcie podkreślenia *Download R 3.1.3 for Windows* powoduje rozpoczęcie procesu pobierania pliku wykonywalnego R-3.1.3-win.exe (zob. Ryciny 35.4 oraz 35.5).

R-3.1.3 for Windows (32/64 bit)



Źródło: Opracowanie własne.

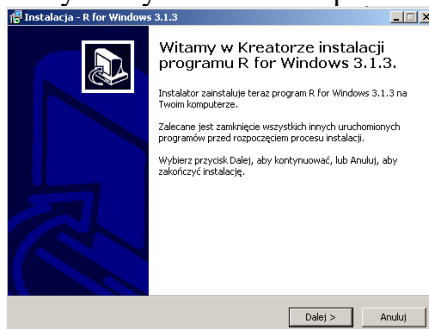
Ryc. 35.4. Wskazanie na ekranie wersji programu R



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.5. Podokno informujące o rozpoczęciu pobierania pliku z serwera wywoływanego ze strony <http://r.meteo.uni.wroc.pl>

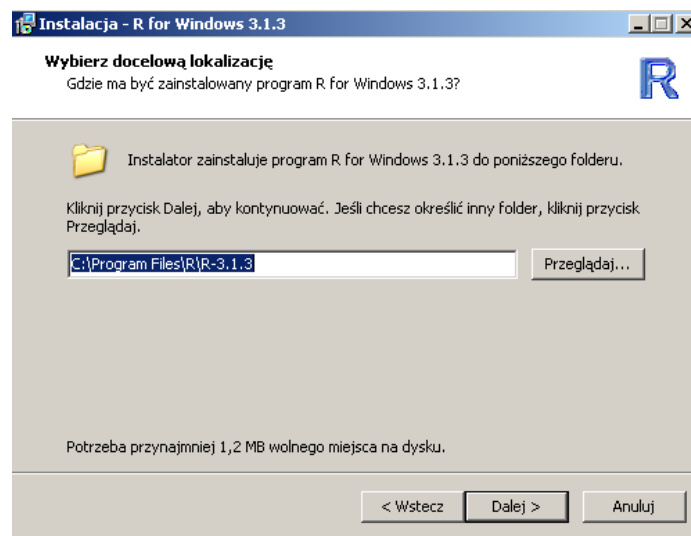
Po kliknięciu przycisku *Zapisz plik* pojawia się kreator instalacji programu *R for Windows 3.1.3*. Ze względu na potrzebną pamięć zalecane jest zamknięcie innych aplikacji programowych np. Word, Excel. Od tej pory kreator będzie nas pytał o różne opcje, a my naciskając na przycisk *Dalej* będziemy kontynuowali nasz proces instalacji R (zob. Rycina 35.6).



Źródło: Opracowanie własne.

Rycina 35.6. Okno kreatora instalacji R

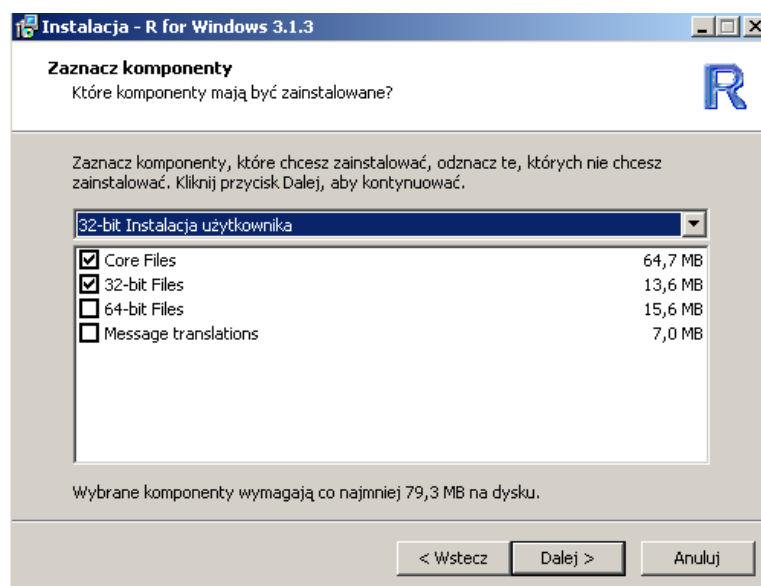
W kolejności musimy podać docelową lokalizację programu w wersji: R for Windows 3.1.3, a jest nią ścieżka C:/Program Files/R-3.1.3 dysku C naszego komputera (zob. Rycina 35.7). Zwróćmy uwagę na symbol naszego programu – poprostu **R**. Istnieje możliwość zmiany foldera (podkatalogu) na własny np. na zlokalizowany dysku D:.



Źródło: Opracowanie własne.

Rycina 35.7. Określenie foldera na dysku ze zbiorem programów

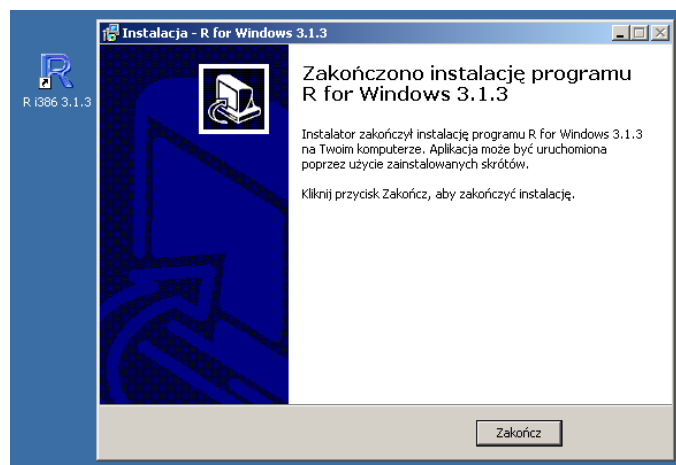
Teraz kreator żąda od nas wskazania podstawowych komponentów i domyślnie podpowiada nam dla wersji 32 bitowej komputera *Core Files* i *32-bit Files* zajmujących łącznie 78,3 MB i te pozostawiamy. Kliknięcie *Dalej* pozwala nam na kontynuowanie instalacji (zob. Rycina 35. 8).



Źródło: Opracowanie własne.

Rycina 35.8. Domyślne komponenty do instalacji

Pozostajemy wierni kreatorowi i słuchamy jego podpowiedzi pozostawiając standardowe opcje startowe i naciskamy *Dalej*. Teraz instalator utworzy skrót **R** do programu R w folderze *Menu Start*. Występuje również możliwość zmiany domyślnego symbolu skrótu oraz zrezygnowanie z wejścia poprzez folder *Menu Start*. Kontynuujemy procedurę naszej instalacji naciskając przycisk *Dalej*. W kolejnym oknie kreator podpowiada nam, że utworzy ikonę na pulpicie, zapisze numer wersji programu R w rejestrze oraz powiąże R z plikami o rozszerzeniu *.RData*. Widok ekranu kończącego instalację pokazano na Rycinie 35.9.



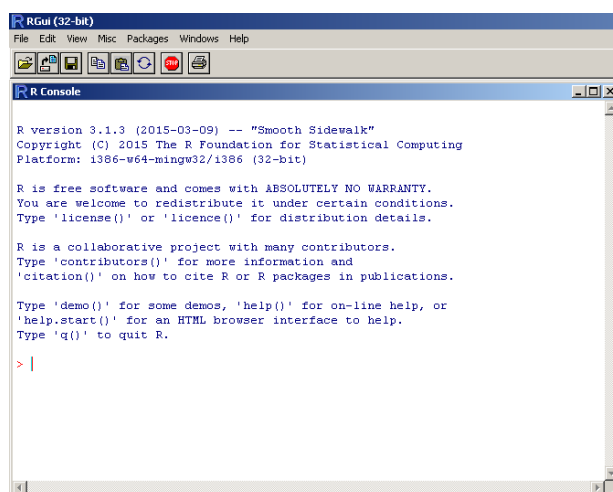
Źródło: Opracowanie własne.

Rycina 35.9. Widok ekranu informującego o zakończeniu procesu instalacji

35.3. Uruchomienie programu R

Po wywołaniu programu R z foldera *Menu Start* pojawia się nam ekran w z podoknem RGui pozwalającym po znaku zachęty na wprowadzanie komend języka R zwanego tak samo jak omawiany program R. Po wpisaniu kolejnej komendy naciskamy klawisz Enter i jeśli formuła tej komendy jest poprawna to pojawia się znowu czerwony znak zachęty w formie strzałki. Jeśli format zapisu jest niepoprawny to pojawia się komunikat o błędzie. W takiej sytuacji dokonujemy edycji starego tekstu i w nowej linii kopiujemy poprawny. Moduł RGui posiada menu, które ułatwia nam edycje kodu źródłowego programu (zob. Rycina 25.10). Wyjście z programu następuje przez wpisanie *q* i naciśnięcie Enter. Tak więc przy pierwszym uruchomieniu korzystamy z pliku programu *Rgui.exe* w katalogu *bin*, przy czym menu *Rgui* zawiera opcje, a w ramach nich funkcje⁶⁴⁰:

- *File* – wskazanie pliku tekstowego: listy komend w języku R; otwarcie wbudowanego edytora tekstów do edycji nowego pliku; wyświetlenie zawartości wskazanego pliku; odczytanie obszaru roboczego o obiektach w pamięci komputera,
- *Edit* – standardowe operacje do kopiowania i wklejania informacji do i z schowka,
- *View* – włączenie/wyłączenie pasków stanów wraz z narzędziami,
- *Misc* – przerwanie aktualnie wykonywanego polecenia,
- *Packages* – załadowanie wybranego pakietu w ramach oprogramowania R,
- *Windows* – wybranie określonego sposobu określania okien,
- *Help* – lista skrótów klawiszowych przyspieszających wykonywanie zadań.



Źródło: Opracowanie własne.

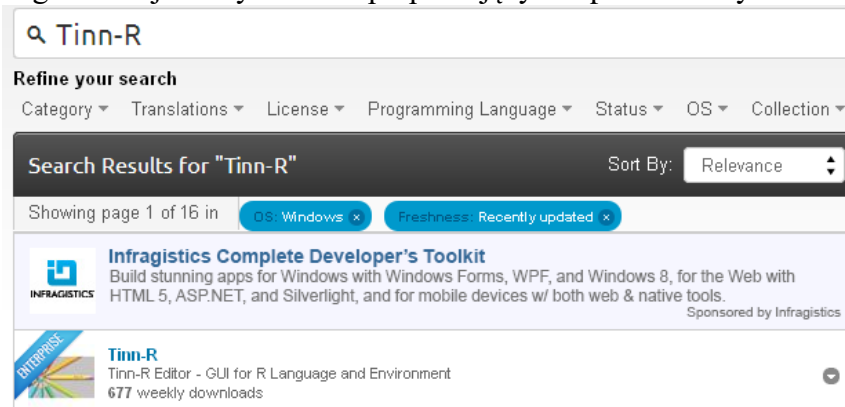
Rycina 35.10. Okno programu RGui w ramach oprogramowania R version 3.1.3

⁶⁴⁰ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania, op.cit.*, s. 39.

W środowisku R możemy wykonywać wiele różnorodnych operacji odwołując się do obiektów typu: listy, wektory, macierze, ramki danych. Wymieniona ramka danych jest strukturą przechowującą dane tabelaryczne. Do opisu zależności między zmiennymi używa się odpowiednich formuł. Stanowią one argumenty funkcji statystycznych. W formułach stosowane są operatory arytmetyczne i logiczne.

35.4. Instalowanie edytora Tinn-R

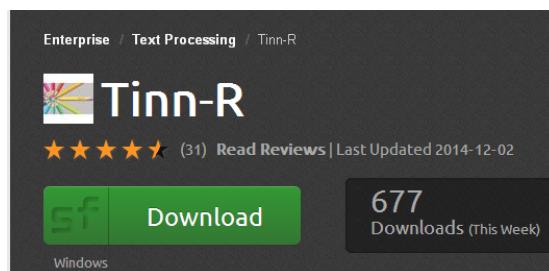
Edytor Tinn-R jest bezpłatnie dostępnym w Internecie pakietem. Jak już nadmieniono pomyślano go jako pomocniczy w korzystaniu z programu R, w którym wpisywanie i akceptowanie kolejnych poleceń języka R jest jednak uciążliwe. Edytor *Tinn-R* uzyskujemy poprzez Google wpisując jako hasło jego nazwę. Spośród różnych możliwości wybieramy stronę: Tinn-R (zob. Rycina 35.11). Program ten jest edytorem współpracującym z pakietem trybu okienkowego RGui.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.11. Okno do wyboru strony programu Tinn-R

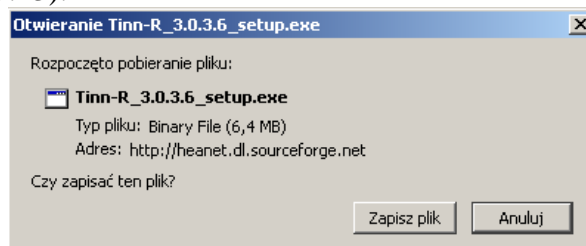
Po akceptacji strony Tinn-R pojawia się podokno z którego poprzez naciśnięcie *Download* ściągamy z Internetu bezpłatny program Tinn-R. Duże jest zainteresowanie tym edytorem, wskazuje na to ilość wejść w danym tygodniu pobierania programu – 677 (zob. Rycina 35.12).



Źródło: Opracowanie własne.

Rycina 35.12. Okno do instalacji programu Tinn-R

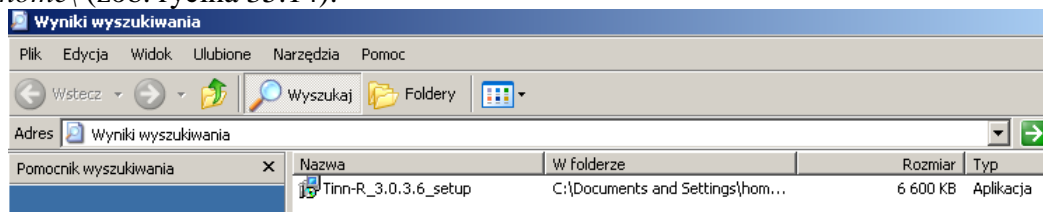
Rozpoczyna się teraz pobieranie pomocniczego pliku *Tinn-R_3.0.3.6_setup.exe* w postaci wykonywalnej do zainstalowania edytora Tinn-R. Plik pobierany jest poprzez stronę <http://heanet.dl.sourceforge.net>. Zapisujemy wymieniony wcześniej plik na dysku własnego komputera (zob. Rycina 35.13).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.13. Podokno informujące o rozpoczęciu pobierania pliku dla programu Tinn-R

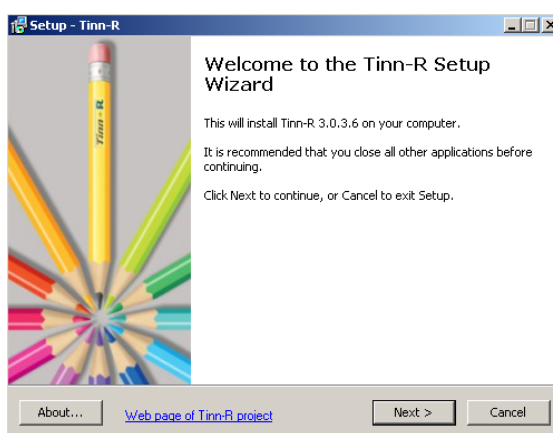
Następuje automatyczne zapisanie pliku *Tinn-R_3.0.3.6_setup* w folderze *C:\Documents and Settings\home* (zob. rycina 35.14).



Źródło: Opracowanie własne; fragment widoku ekranu.

Rycina 35.14. Efekt wyszukiwania pliku *Tinn-R_3.0.3.6_setup*

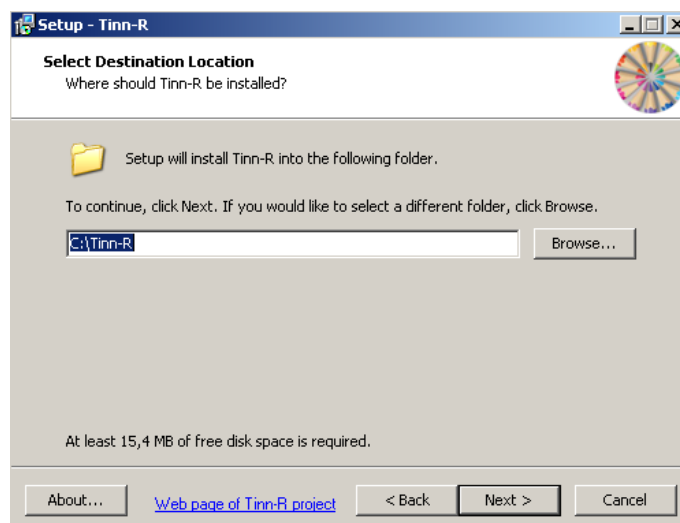
Po zainstalowaniu aplikacji pomocniczej do właściwej instalacji i jej zaakceptowaniu pojawia się ekran powitalny informujący o rozpoczęciu instalacji edytora Tinn-R (zob. Rycina 35.15). Zobaczmy jaki ciekawy symbol graficzny w postaci rozety kredek reprezentuje ten edytor. W dalszym postępowaniu poprzez naciśnięcie klawisza *Next* kontynuujemy procedurę instalacji edytora Tinn_R.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.15. Ekran powitalny instalacji edytora Tinn-R

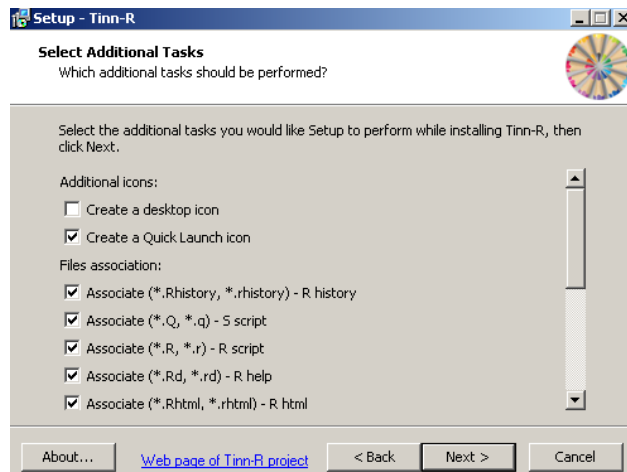
Musimy jeszcze zaakceptować warunki korzystania z publicznej licencji informującej nas o statusie oprogramowania. W kolejności występuje żądanie podania folderu zapisu programu. Akceptujemy domyślny *C:\Tinn-R*. Program ten wymaga co najmniej 15,4 MB pamięci dyskowej (zob. Rycina 35.16).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.16. Podokno zapisu foldera do instalacji edytora Tinn-R

Kolejne zapytanie dotyczy integracji z zadaniami programu R i przyjmujemy opcje domyślne (zob. Rycina 35.17).



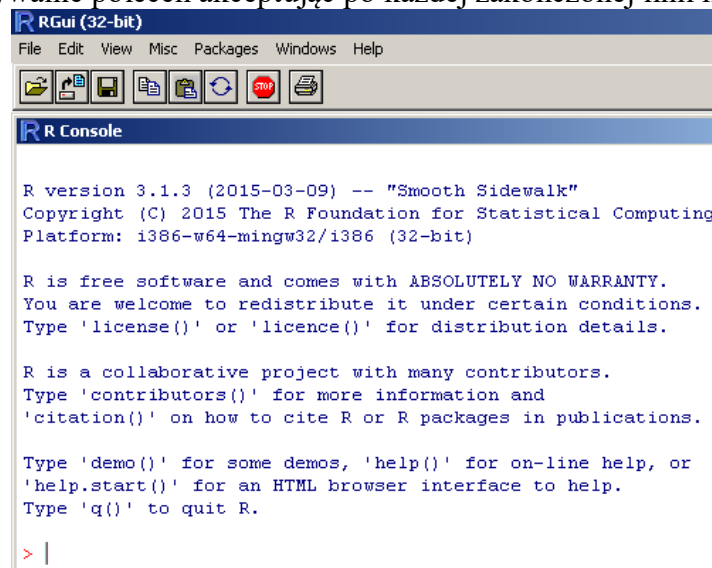
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.17. Podokno wyboru asocjacji (powiązania) z plikami programu R

Jesteśmy już na zakończeniu procesu parametryzacji do instalacji edytora Tinn_R. Informowani jesteśmy o tym oknem *Ready to Install*, a naciśnięcie przycisku *Install* zamyka procedurę.

35.5. Uruchomienie RGui w programie R

Po wywołaniu programu R z folderu Start Menu pojawia się okno do wpisywania tekstu kodu źródłowego w języku R. Kończy się ono czerwonym znakiem zachęty „>” (zob. Rycina 35.18). Rozpoczynamy wpisywanie poleceń akceptując po każdej zakończonej linii klawiszem Enter.



Źródło: Opracowanie własne.

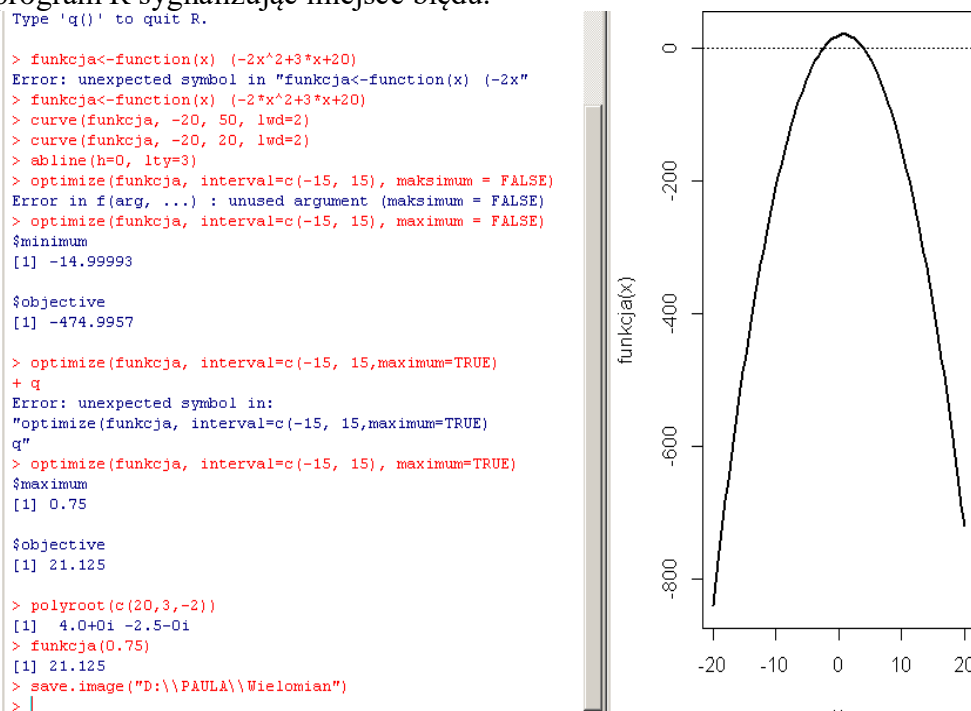
Ryc. 35.18. Zainicjowane okno modułu RGui do wprowadzania poleceń w języku R

Na kolejnej Rycinie 35.19 pokazano widok ekranu wzbogacony o wykonany przez program wykres wielomianu. Po wprowadzeniu polecenia (komendy) następuje odpowiednia reakcja graficzna tj. rysowanie wykresu wielomianu, zaznaczenie linii poziomej. Poprzez menu istnieje możliwość skopiowania błędnej komendy, jej wklejenie, a następnie dokonanie edycji. Problem optymalizacyjny sprowadza się do:

- narysowania funkcji wielomianu: $f(x) = -2x^2 + 3x + 20$,
- znalezienie ekstremów funkcji w przedziale $(-15, 15)$,
- określenie pierwiastków danego wielomianu.

Z tekstu kodu widzimy, że funkcja określona została komendą **function()**. Rysunek krzywej wykonano komendą **curve()**. Zastosowanie komendy **optimize()** umożliwiło określenie ekstremów lokalnych. Do wyznaczenia pierwiastków wielomianu użyto komendy **polyroot()**. Tu warto

zauważyć, że aby wprowadzać kolejne współczynniki wielomianu zaczynając od wyrazu wolnego. Wprowadzając jako początkujący adept języka R poszczególne komendy łatwo o pomyłkę. Pilnuje nas jednak program R sygnalizując miejsce błędu.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.19. Obraz wprowadzania oraz uzyskanego efektu problemu optymalizacyjnego

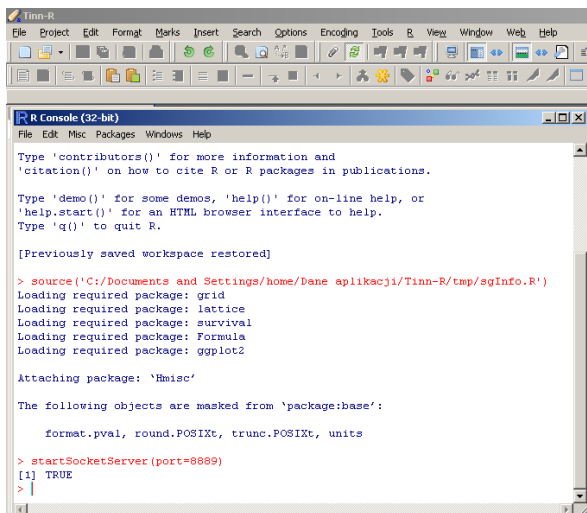
Funkcja rozpatrywanego wielomianu osiąga maksimum w punkcie $x = 0,75$ (program R podaje w postaci kropki dziesiętnej) – zob. rycina 35.19, a wartość funkcji w tym miejscu wynosi:

$$f(x) = -2 \times 0,75^2 + 3 \times 0,75 + 20 = 21,125$$

Na końcach przedziału – zob. parametr (interval=c(-15, 15)) – występują minima lokalne.

35.6. Rozwiązanie problemu za pomocą programu Tinn-R

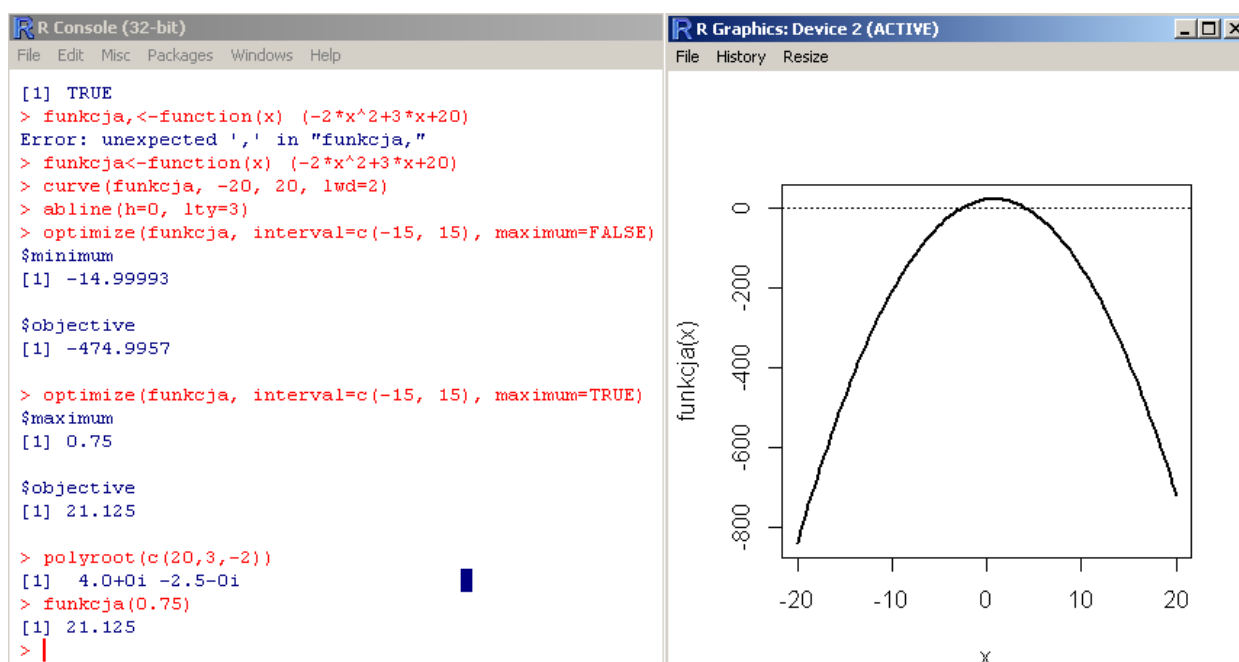
Z poziomu folderu Start Menu wywołujemy edytor Tinn-R. Funkcja R w menu głównym umożliwia nam przywołanie modułu RGui. W oknie konsoli R Console wprowadzać będziemy podobnie jak na rycinie 35.18 te same komendy. Jest teraz łatwiej, bo mamy już doświadczenie z zapisem formuł komend. Ekran wprowadzający komendy edytorem Tinn-R pokazano na Rycinie 35.20.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.20. Okno inicjujące programu Tinn-R

Łatwo zauważyć, że rozwiązanie wykonane w edytorze Tinn-R jest identyczne jak wcześniej (porównaj Ryciny 35.19 i 35.21).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 35.21. Komendy i ich realizacja dotyczące problemu optymalizacyjnego rozwiązane w Tinn-R

35.7. Zagadnienia

1. Edytor Tinn R
2. Oprogramowanie otwarte
3. Edytor skryptów
4. Serwer zdalny
5. Sinik R
6. Platforma R
7. Oprogramowanie bazowe, nakładki i dodatki
8. Wersje pakietu R
9. Kreator instalacji programu R
10. Funkcjonalność programu R

* * *

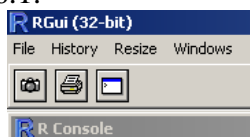
W opracowaniu niniejszego tematu bazowano na następującej literaturze pomocniczej:

1. Biecek P., *Przewodnik po pakiecie R*, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2008.
2. Duczmal M., Wornalkiewicz Wł., *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Część I i II, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2012.
3. Walesiak M., Gatnar E., (red. nauk.), *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.

36. Elementy modelowania grafiki w programie R⁶⁴¹

36.1. Zastosowanie komendy persp()

Program R cechuje rozbudowana możliwość tworzenia różnorodnych wykresów, od dwuwymiarowych po zaawansowane wykresy trójwymiarowe. Uzyskane wyniki – pliki mogą być zapisane w formatach: postscript, png, jpeg, PDF, bitmap. Komenda **persp()** służy do kreowania powierzchni. Możliwości tej komendy przy odpowiednim doborze parametrów pokazano na przykładach funkcji trygonometrycznych dwuwymiarowych **sin()** oraz **cos()**. Po uruchomieniu programu R pojawia się okno RGui do wpisywania tekstu kodu źródłowego w języku R. Fragment menu tego okna pokazano na Rycinie 36.1.



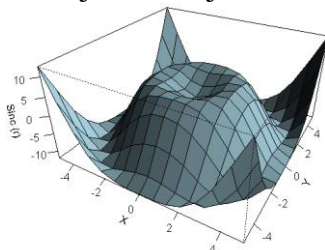
Źródło: Opracowanie własne w programie R.
Ryc. 36.1. Fragment z menu RGui

Sekwencję kodu źródłowego do wygenerowania grafiki funkcji $f = 5 * \frac{\sin(r)}{2} * r$, gdzie r to promień koła podano poniżej:

```
> x<-seq(-5, 5, length=15)
> y<-x
> f<-function(x, y) { r<-sqrt(x^2+y^2); 5*sin(r)/2*r }
> z<-outer(x, y, f)
> z[is.na(z)]<-1
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="lightblue",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="Sinc (r)")->res
```

Teksty wprowadzamy wiersz po wierszu akceptując klawiszem Enter. Program R sprawdza poprawność podanej komendy wraz z jej opcjami, a gdy jest poprawny przechodzi do kolejnego wiersza. Teksty zapisywane są w kolorze czerwonym. Jeśli formuła komendy jest nieprawidłowa generowany jest przez program R w kolorze granatowym komunikat błędu z sugestią miejsca poprawy. Gdy sekwencja komendy wraz z jej opcjami jest zbyt długa, to po Enter program R pisze „+” w kolejnym wierszu. Każdy poprawny wiersz rozpoczyna się od znaku zachęty „>”. Przedział wartości danej zmiennej np. X podany jest w postaci $(-5, 5, \text{length}=15)$ przy czym parametr length określa ilość pasm wykresu trójwymiarowego. Jeśli sekwencja drugiej zmiennej jest identyczna zapisujemy to jako: $y<-x$. Promień koła r stanowi pierwiastek z sumy kwadratów współrzędnych, co podajemy w postaci formuły: $\sqrt{x^2+y^2}$.

Tło wykresu może być w różnych kolorach; w naszym przykładzie jest białe ($\text{bg}="white"$). Linie wykresu są w tonacji jasno niebieskiej ($\text{col}="lightblue"$), a etykiety współrzędnych przyjęto jako X , Y , $\text{Sinc}(r)$ ⁶⁴². W pakiecie R możemy używać nazw słownych, chociaż dostępne są także nazwy numeryczne. Efekt realizacji podanej sekwencji kodu zaprezentowano na Rycinie 36.2.



Źródło: Opracowanie własne w programie R.

Ryc. 36.2. Wykres powierzchniowy funkcji: $f = 5 * \frac{\sin(r)}{2} * r$

⁶⁴¹ Opracowanie bazuje na rozdziale 23. książki autora: *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁶⁴² W opracowaniu bazowano na rozdziale 4.1. *O grafice w R*, książki; Kopczevska K., Kopczevski T., Wójcik P., *Metody ilościowe w R Aplikacje ekonomiczne i finansowe*, CeDeWu, Warszawa 2009.

Zobaczmy teraz jak komenda **persp()** zareaguje po zmianie funkcji **sin()** na funkcję dwuwymiarową **cos()**. Zmieńmy jednak opcje w naszej sekwencji kodu, pozostawiając jednak przedział zmiennej *X*. Wprowadzono większą ilość pasm tworzących wykres trójwymiarowy, tj. 40. Podział na osi *y* jest dwa razy gęstszy ($y <- 0.5 * x$) – zob. rycina 36.4. W zapisie danych numerycznych rzeczywistych stosujemy kropkę dziesiętną zamiast przecinka. Funkcja jest następująca: $f = 5 * \frac{\cos(r)}{2} * r$. Podczas pisania sekwencji komendy **persp()** wprowadzono celowo błędny kolor pasm (**col**) i po Enter nastąpiła reakcja programu *R* komunikatem o błędnej nazwie koloru.

```
> x<-seq(-5, 5, length=40)
> y<-0.5*x
> f<-function(x, y) { r<-sqrt(x^2+y^2); 5*cos(r)/2*r }
> z<-outer(x, y, f)
> z[is.na(z)]<-0.5
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="lightred",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="Cosc (r)")->res
Error in persp.default(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col = "lightred", :
  invalid color name 'lightred'
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="lightblue",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="Cosc (r)")->res
```

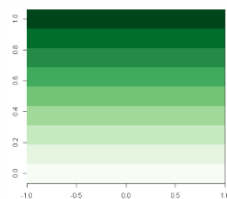
Poprawiamy błędnie wpisaną formułę komendy **persp()**. Kolory bowiem mają ustaloną nazwę. Nazwy słowne wszystkich kolorów są dostępne po wprowadzeniu komendy **colors()**⁶⁴³. Na zamieszczonym wydruku wymienionych jest 16 pierwszych kolorów spośród palety 657 kolorów.

```
> colors()
 [1] "white"           "aliceblue"       "antiquewhite"
 [7] "antiquewhite4"  "aquamarine"     "aquamarine1"
[13] "azure"          "azure1"         "azure2"
[19] "bisque"         "bisque1"        "bisque2"
[25] "blanchedalmond" "blue"           "blue1"
[31] "blueviolet"    "brown"          "brown1"
[37] "burlywood"     "burlywood1"    "burlywood2"
[43] "cadetblue1"    "cadetblue2"    "cadetblue3"
[49] "chartreuse2"   "chartreuse3"    "chartreuse4"
[55] "chocolate3"   "chocolate4"    "coral"
[61] "coral4"        "cornflowerblue" "cornsilk"
[67] "cornsilk4"     "cyan"           "cyan1"
[73] "darkblue"      "darkcyan"       "darkgoldenrod"
[79] "darkgoldenrod4" "darkgray"       "darkgreen"
[85] "darkolivegreen" "darkolivegreen1" "darkolivegreen2"
[91] "darkorange1"   "darkorange2"    "darkorange3"
```

Pakiet **RColorBrewer** umożliwia uzyskanie palety kolorystycznej o określonym numerze np. palety zielonej „*Greens*” zawierającej 9 pasm kolorystycznych. Sekwencja instrukcji w tym zakresie jest następująca:

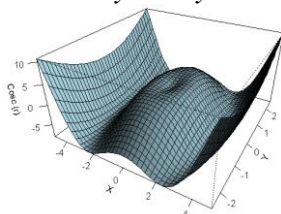
```
> library(RColorBrewer)
> paleta2<-brewer.pal(9,"Greens")
> image(matrix(1:9, 1), col=paleta2) # Rysunek 1
```

Rezultatem jest paleta kolorów pokazana na Rycinie 36.3 oraz grafika przedstawiona na Rycinie 36.4.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.3. Paleta kolorów zielonych uzyskana pakietem *RcolorBrewer*



Źródło: Opracowanie własne.

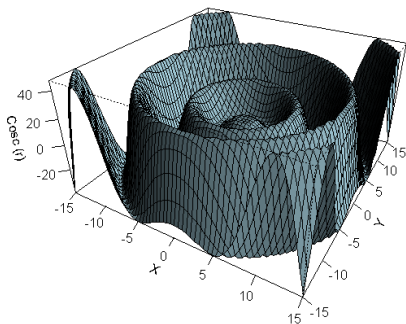
Ryc. 36.4. Wykres powierzchniowy funkcji: $f = 5 * \cos(r) / 2 * r$

⁶⁴³ Ibidem, s. 128.

Zmieńmy teraz w sekwencji kodu zakres, ilość pasm oraz etykietę osi z rysowanej funkcji typu `cos()`:

```
> x<-seq(-15, 15, length=60)
> y<-x
> f<-function(x, y) { r<-sqrt(x^2+y^2); 5*cos(r)/2*r }
> z<-outer(x, y, f)
> z[is.na(z)]<-0.5
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="lightblue",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="Cosc (r)")->res
```

W wyniku następuje wyraźna zmiana wykresu powierzchniowego (zob. Rycina 36.5).

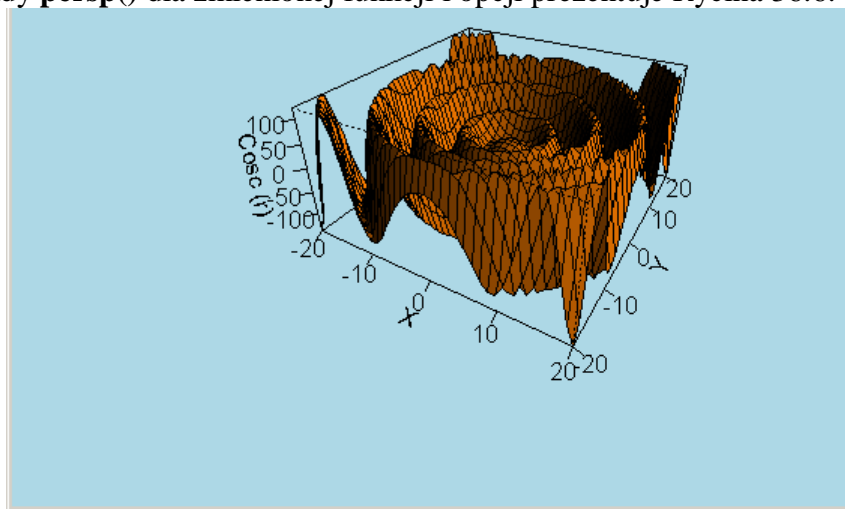


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.5. Wykres powierzchniowy funkcji: $f = 5 * \cos(r) / 2 * r$

36.2. Rysowanie powierzchni i płaszczyzn

Edytor tekstów *Tinn-R* zaprojektowano między innymi z myślą o dogodności korzystania z programu *R* poprzez wywołanie opcji *R* z menu głównego tego programu. Pozwala to nam przywołać pakiet *RGui* i korzystać z tego edytora jak z programu *R*. Z tego względu przetestowano również tą możliwość, a efektem jest widok ekranu na którym widzimy: tło programu *Tinn-R*, sekwencję kodu źródłowego, grafikę złożonej funkcji bazującej na `cos()`. Przetestujmy jeszcze reakcję poprzez edytor *Tinn-R* na korektę tła wykresu na kolor jasno-niebieski (*lightblue*), zmianę zakresu zmiennych *X* oraz *Y* na $(-20, 20)$, ilość pasm ($length = 40$), jednakową proporcję osi *x* oraz *y* (równą 1) i zadajemy kolor pasm wykresu jako ciemno-pomarańczowy (*darkorange*). Efekt realizacji komendy `persp()` dla zmienionej funkcji i opcji prezentuje Rycina 36.6.



```
> x<-seq(-20, 20, length=40)
> y<-x
> f<-function(x, y) {r<-sqrt(x^2+y^2); 10*cos(r)/2*r }
> z<-outer(x, y, f)
> z[is.na(z)]<-1
> op<-par(bg="lightblue")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="darkorange1",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="Cosc (r)")->res
```

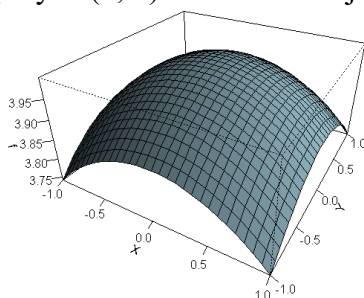
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.6. Wykres powierzchniowy funkcji: $f = 10 * \cos(r) / 2 * r$

Funkcja $f = \sqrt{16 - x^2 - y^2}$ przedstawia sferę, czyli części powierzchni kuli⁶⁴⁴. Do wykonania wykresu powierzchniowego możemy wykorzystać również komendę **persp()**, a sekwencja kodu jest następująca:

```
> x<-seq(-1, 1, length=30)
> y<-x
> f<-function(x, y) { sqrt(16-x^2-y^2) }
> z<-outer(x, y, f)
> z[is.na(z)]<-0.05
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="lightblue",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="f")->res
```

Przyjęto dla zmiennej X oraz Y przedział $[-1, 1]$. Ilość pasm do rysowania wynosi 30. Podziałka zmiennej Y odpowiada zmiennej X . Funkcja zapisana jest jako $\text{sqrt}(16-x^2-y^2)$. Skok na osi z wynosi 0,05 a na osiach X oraz Y równa się 0,5. Tło wykresu jest białe ($bg=$ „white”), natomiast kolor wykresu jest jasno-niebieski (zob. Rycina 36.7). Przyjęto etykiety zmiennych na wykresie jako: X, Y, f . Dla współrzędnych $(0, 0)$ wartość funkcji wynosi: $f = \sqrt{16 - 0^2 - 0^2} = 4$.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 17.7. Wykres powierzchniowy sfery: $f = \sqrt{16 - x^2 - y^2}$

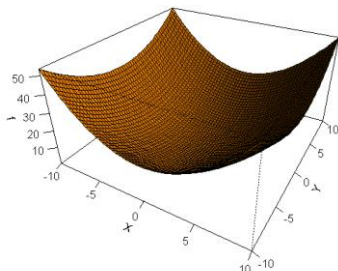
Kolejny wykres powierzchniowy przedstawia paraboloidę eliptyczną o równaniu:

$$f = x^2/3 + y^2/5$$

Sekwencja kodu w języku R jest następująca:

```
> x<-seq(-10, 10, length=60)
> y<-x
> f<-function(x, y) { (x^2)/3+(y^2)/5 }
> z<-outer(x, y, f)
> z[is.na(z)]<-1
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="darkorange",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="f")->res
```

Zmieniono zakres zmiennych X, Y , ilość pasm, stopniowanie współrzędnej Z , a ponadto kolor wykresu na ciemno-pomarańczowy. Efekt końcowy wygenerowany komendą **persp()** pokazano na Rycinie 36.8.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.8. Wykres powierzchniowy paraboloidy eliptycznej: $f = x^2/3 + y^2/5$

⁶⁴⁴ Bronshtein L., Siemiedajew K., *Poradnik encyklopedyczny matematyka*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1959, s. 345.

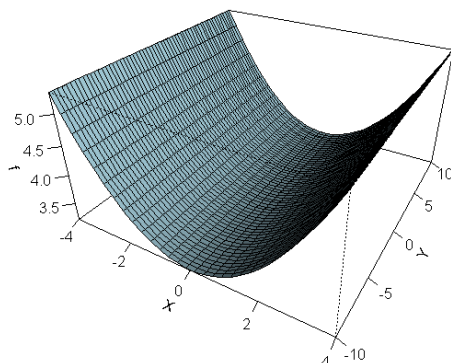
Wprowadźmy teraz funkcję dodatkową, tj. zależność zmiennej Y od zmiennej X :

$$y = \sqrt{16 - x^2}$$

i zmienmy dla wytestowania komendy **persp()** niektóre parametry i opcje w sekwencji kodu źródłowego:

```
> x<-seq(-4, 4, length=30)
> f<-function(x, y) {y<-sqrt(16-x^2); (x^2)/3+(y^2)/5 }
> z<-outer(x, y, f)
> z[is.na(z)]<-0.25
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand =0.5, col="lightblue",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="f")->res
```

W rezultacie uzyskujemy płaszczyznę w formie „zawieszonej tkaniny” – zob. Rycina 36.9.

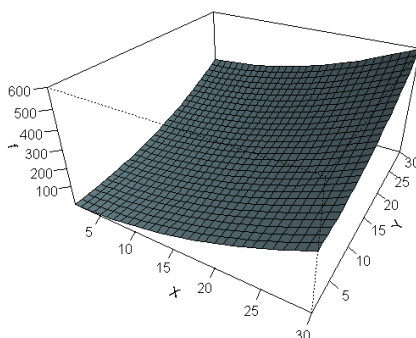


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.9. Wykres powierzchniowy paraboloidy eliptycznej przy zadanej funkcji zmiennej Y

Kolejny przykład wyznaczenia fragmentu powierzchni dotyczy nie podawania przedziału zmiennych X oraz Y . Program R przyjął domyślnie (0-30). Zmienna Y jest funkcją zmiennej X . Funkcja wynikowa jest również paraboloidą eliptyczną (zob. Rycina 36.10).

```
> x<-seq(length=30)
> y<-function(x) { sqrt(16-x^2) }
> y<-seq(length=30)
> f<-function(x, y) { (x^2)/3+(y^2)/3 }
> z<-outer(x, y, f)
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand =0.5, col="lightblue",
+ ltheta=120, shade=0.75, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="f")->res
```



Źródło: Opracowanie własne.

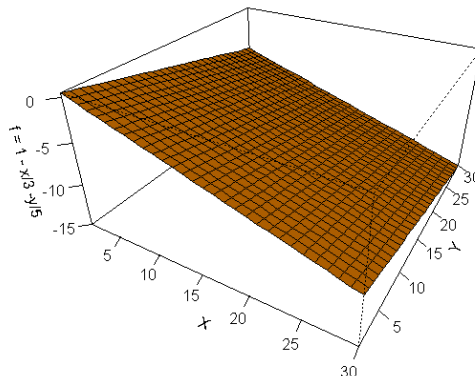
Ryc. 36.10. Wykres powierzchniowy paraboloidy eliptycznej bez podawania zakresu zmiennej X

Funkcja ($f = 1 - x/3 - y/5$) przedstawia płaszczyznę dwóch zmiennych X oraz Y . Można ją wyznaczyć korzystając z komendy **persp()**. Podobnie jak poprzednio przyjmijmy tło wykresu białe, a kolor płaszczyzny jako ciemnopomarańczowy. Wprowadzamy jako etykietę osi z opis funkcji: $f = 1 - x/3 - y/5$. Podano sekwencję kodu w języku R dotycząca tego zadania, a obraz płaszczyzny na Rycinie 36.11.

```

> x<-seq(length=30)
> y<-x
> f<-function(x,y) { 1-x/3-y/5 }
> z<-outer(x, y, f)
> op<-par(bg="white")
> persp(x, y, z, theta = 30, phi = 30, expand = 0.5, col="darkorange",
+ ltheta=120, shade=1, ticktype="detailed", xlab="X", ylab="Y",
+ zlab="f = 1 - x/3 - y/5")->res

```



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.11. Wykres płaszczyzny określonej funkcją: $f = 1 - x/3 - y/5$

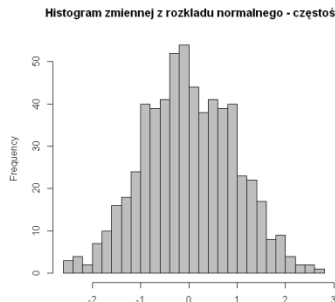
36.3. Tworzenie histogramów

Histogram to wykres słupkowy obrazujący częstość lub gęstość rozkładu normalnego występowania danej zmiennej podanej na osi odciętych X . Według osi rzędnych Y komenda **hist()** rysuje liczbę obserwacji w przedziale danej próby. Podstawowa składnia komendy jest następująca: **hist(zmienna, opcja)**. Po podaniu liczby przedziałów ($br = 30$), komenda **hist()** ustala automatycznie granice przedziałów. Kolor histogramu przyjęto jako szary (*grey*). Jeśli podamy opcję ($freq=TRUE$) to komenda rysuje histogram w ujęciu częstości, a gdy $FALSE$ to w ujęciu gęstości⁶⁴⁵ – zob. Rycina 36.12.

```

> x<-rnorm(600)
> hist(x, br=30, col="grey", freq=TRUE,
+ main="Histogram zmiennej z rozkładu normalnego - częstość")

```



Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozdziału 4.5 Histogram książki: Kopczevska K., Kopczevski T., Wójcik P., *Metody ilościowe w R Aplikacje ekonomiczne i finansowe*, CeDeWu, Warszawa 2009.

Ryc. 36.12. Histogram z uwzględnieniem częstości występowania obserwacji spośród $n = 600$

Standardowo ilość przedziałów wartości danej zmiennej wynosi np. $k = \sqrt{n} = \sqrt{600} \approx 25$. Wykonajmy jeszcze histogram w ujęciu gęstości przyjmując $k = 25$ ⁶⁴⁶. Pamiętajmy, że pole pod funkcją gęstości równa się 1, co umożliwi nam obliczanie prawdopodobieństwa wystąpienia przedziału danej zmiennej. Wysoki numer koloru (*grey40*) wskazuje na intensywność zaciemnienia słupków – wskazuje też to opcja *density* wypisana na rzędnej wykresu (zob. Rycina 36.13).

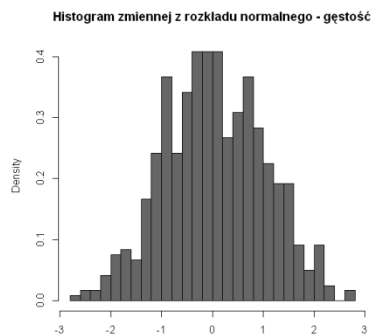
```

> x<-rnorm(600)
> hist(x, br=25, col="grey40", freq=FALSE,
+ main="Histogram zmiennej z rozkładu normalnego - gęstość")

```

⁶⁴⁵ W opracowaniu przykładów histogramów bazowano na rozdziale 4.5. *Histogram*, książki: Kopczevska K., Kopczevski T., Wójcik T., *Metody ilościowe w R Aplikacje ekonomiczne i finansowe*, op.cit.

⁶⁴⁶ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Część I, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014, s. 86.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.13. Histogram w ujęciu gęstości

36.4. Import danych z Excela i dalsza praca nad histogramami

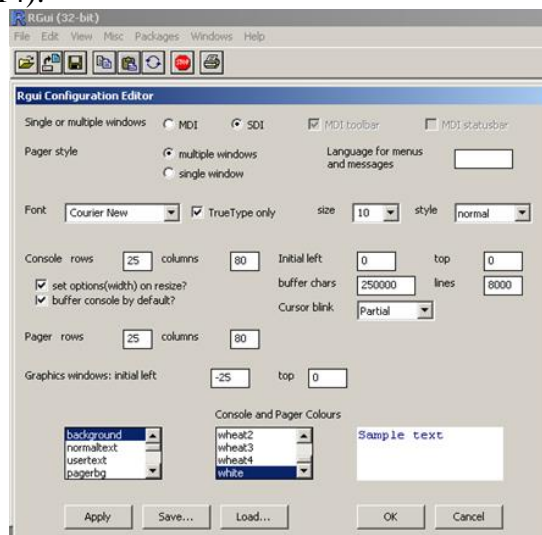
Jednym ze sposobów pozyskania danych jest ich import z innych programów np. z Excela. Wymaga to jednak posiadania w bibliotece pakietu **foreign**, sprawdzamy zatem, czy pakiet ten występuje w pamięci naszego komputera komendą **search()**:

```
> library (foreign)
> search ()
[1] ".GlobalEnv"      "package:foreign"  "package:stats"
[4] "package:graphics" "package:grDevices" "package:utils"
[7] "package:datasets" "package:methods"  "Autoloads"
[10] "package:base"
```

W podanej liście występuje pakiet **foreign**, a jeśli go nie ma to korzystamy w RGui z menu:

Packages/Load Package.

Alternatywnie możemy zmienić tryb pracy na windowsowy, ale wymaga to pozyskania z Internetu pakietu **Rcmdr**. W tym celu w oknie dialogowym zaznaczamy **SDI** i **OK**. Dalsze postępowanie związane z pozyskaniem pakietu ze zdalnego serwera następuje według podpowiedzi komputera (zob. Rycina 36.14).



Źródło: Opracowanie własne.

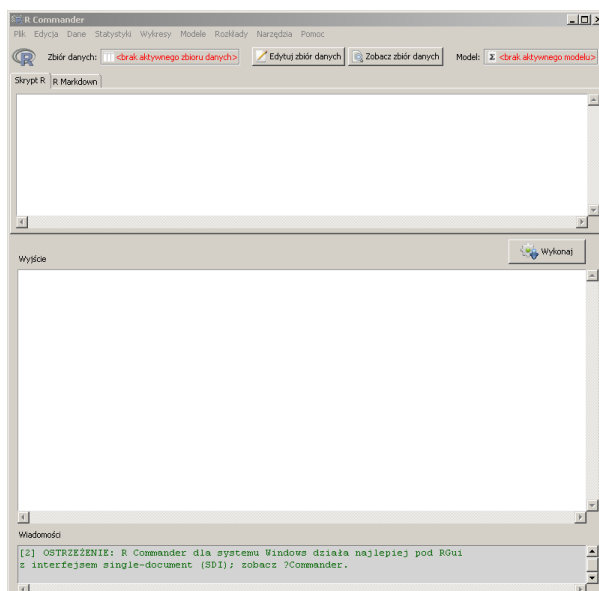
Ryc. 36.14. Okno dialogowe deklaracji trybu pracy

Po zainstalowaniu uzyskujemy komunikat:

```
The downloaded binary packages are in
C:\Documents and Settings\home\Ustawienia lokalne\Temp\RtmpYqAw5\downloaded_packages

Wersja Rcmdr 2.1-7
```

Import danych źródłowych można przeprowadzić poprzez edytor *Tinn-R*. W tym celu korzystamy w menu głównym tego edytora z opcji *R* a dalej wybieramy *Rcmdr*. Pojawia się trójczęściowe okno windowsowe obejmujące: podokno zapisu sekwencji kodu źródłowego, podokno wyjściowe reakcji systemu, podokno komunikatów (zob. Rycina 36.15).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.15. Okno dialogowe R Commander z podoknami: Skrypt R, Wyjścia, Wiadomości.

Wygodnie jest utworzyć szeregi obserwacji zmiennych w arkuszu kalkulacyjnym Excel z podaniem numeru wiersza, którym może być **Rok** oraz skrótu nazwy zmiennej np. **Z** (zużycie wody z wodociągów w ciągu roku w hm w gospodarstwach domowych)⁶⁴⁷ – zob. Rycina 36.16. Musimy jednak pracować tylko na jednym arkuszu w ramach skoroszytu Excela. Plik sortujemy narastająco według kolumny Z, a następnie zapisujemy w formacie tekstowym *dane.txt* wybierając opcję: Tekst (z tabulacją). Umożliwia to późniejsze zaimportowanie pliku do środowiska R otwieranego Notatnikiem systemu Windows.

dane - Notatnik				
Plik	Edycja	Format	Widok	Pomoc
Rok	Z			
2009	1195			
2010	1198			
2011	1202			
2008	1212			
2005	1219			
2006	1222			
2004	1229			
2003	1269			
2007	1280			
2002	1284			
2001	1310			
2000	1360			
1999	1407			
1998	1453			
1997	1515			
1996	1565			
1995	1648			
1994	1750			
1993	1857			
1992	1922			

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.16. Posortowane dane wejściowe zmiennej Z

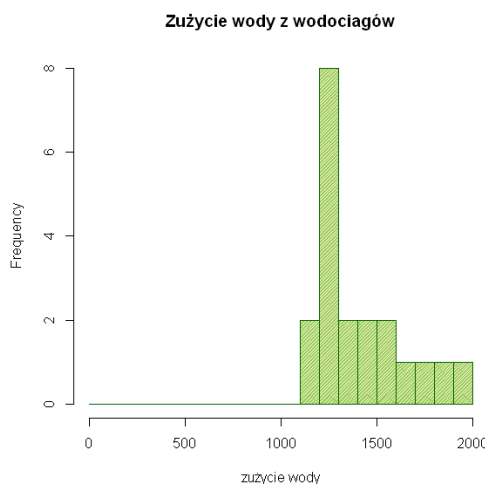
Jeśli dane są numeryczne rzeczywiste to do potrzeb R zamiast przecinka piszemy kropkę dziesiętną i każda kolumna powinna mieć nagłówek. Dane przekształcamy programowo do klasy *data.frame* komendą **as.data.frame()**. Przystępujemy teraz do wczytania danych do środowiska R celem ich dalszego zastosowania korzystając z następującej sekwencji kodu źródłowego:

```
> library (foreign)
> search ()
[1] ".GlobalEnv"      "package:foreign"  "package:stats"
[4] "package:graphics" "package:grDevices" "package:utils"
[7] "package:datasets" "package:methods"  "Autoloads"
[10] "package:base"
> # import danych
> dane<-read.table("D:/GRAFIKA-R-1/dane.txt", header=TRUE)
> # formatowanie danych
> # obiekt klasy data.frame - gwarantuje liczbowy format danych
> dane<-as.data.frame(dane)
> names(dane) # pokazuje nagłówki
[1] "Rok" "Z"
> is.data.frame(dane) # sprawdzenie poprawności formatu danych
[1] TRUE
> przedziały<-100*(0:20) # od 0 do 2000 z krokiem co 100
> hist(dane$Z[dane$Z<2000], breaks=przedziały,xlab="zużycie wody", density=100, border="darkgreen", col="darkolivegreen3",
+ main="Zużycie wody z wodociągów",)
```

⁶⁴⁷ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania* część II, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015, s. 546.

Widzimy, że dane zapisane są na ścieżce: D:/GRAFIKA-R-1/dane.txt. Odczytywane są komendą `read.table` pod nazwą `dane`. Musimy się teraz upewnić, czy dane zostały poprawnie wczytane w wymaganej klasie. W tym względzie skorzystano z sekwencji: `names(dane)` uzyskując nagłówki kolumn oraz z `(is.data.frame(dane))`. Odpowiedź TRUE (prawda) jest potwierdzeniem poprawności danych i przystępujemy do sformułowania opcji komendy rysowania histogramu w pożądanym przedziale. Zakres danych jest od 1195 do 1922. Przyjmijmy wstępnie dla sprawdzenia działania komendy `hist()` 20 przedziałów w teoretycznym szeregu od 0 do 2000 ze skokiem co 100.

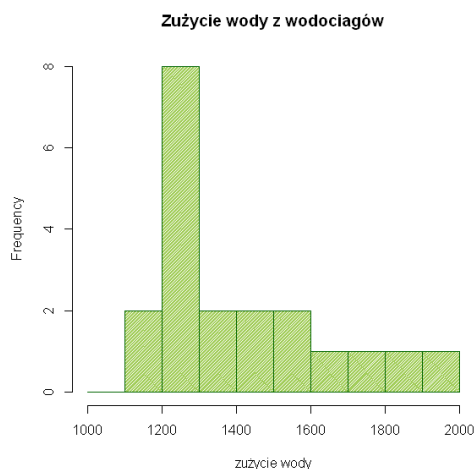
Zwrócę jeszcze uwagę na sposób poinformowania komendy `hist()` o kolumnie danych jako: `(dane$Z)`, maksymalnej wartości przedziału (`dane$Z<2000`), wskazaniu na ilość pasm poprzez (`breaks=przedziały`), etykiecie osi x (`xlab="zużycie wody"`), kolorach słupków (linie – `darkgreen` – ciemnozielone, wypełnienie słupków (`darkolivegreen3`), tytule (Zużycie wody z wodociągów). Słowo „*Frequency*” oznacza częstość – liczba wystąpień wartości obserwacji zmiennej w danej grupie (zob. Rycina 36.17).



Źródło: Opracowanie własne.
Ryc. 36.17. Histogram zmiennej Z

A teraz skorygujmy nasz wykres usuwając przedziały w których nie występują obserwacje tj. rozpoczniemy nasz przedział od $z = 1000$ (zob. Rycina 36.18). W tym względzie skrypt R jest następujący:

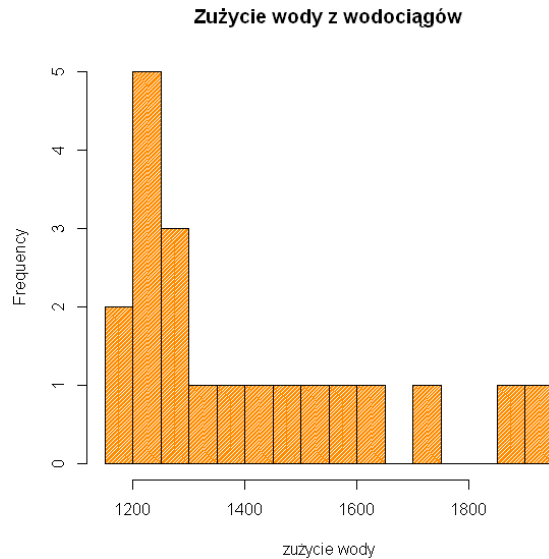
```
> przedziały<-100*(10:20) # od 1000 do 2000 z krokiem co 100
> hist(dane$Z[dane$Z<2000], breaks=przedziały,xlab="zużycie wody", density=100, border="darkgreen", col="darkolivegreen3",
+ main="Zużycie wody z wodociągów",)
```



Źródło: Opracowanie własne.
Ryc. 36.18. Skorygowany histogram zmiennej Z

Dla przeprowadzenia kolejnego ćwiczenia skracamy długość przedziału do 50 powiększając ich ilość do 39. Zmniejszamy granice górną rysunku do 1950 oraz kolor wykresu (zob. Rycina 36.19). Sekwencja kodu zwana także skrypcem danego jest następująca:


```
> przedziały<-50*(23:39) # od 1150 do 1950 z krokiem co 50
> hist(dane$Z[dane$Z<1950], breaks=przedziały,xlab="zużycie wody", density=100, border="black", col="darkorange",
+ main="Zużycie wody z wodociągów",)
```



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.19. Histogram przy zmienionych parametrach przedziału

Wprowadzamy do kolejnego arkusza kalkulacyjnego Excel nowy szereg danych dotyczący zmiennej B „Liczba zarejestrowanych bezrobotnych – przeciętne w roku w tys.”⁶⁴⁸. Widok danych po ich konwersji na format widzimy na Rycinie 36.20. Dane te były wcześniej posortowane narastająco.

dane1 - Notatnik				
Plik	Edycja	Format	Widok	Pomoc
Rok	B			
2008	1211			
2009	1411			
2007	1619			
2010	1699			
1997	1737			
1998	1827			
1996	1961			
2011	2146			
1995	2233			
2006	2344			
1994	2375			
1992	2394			
1993	2595			
1999	2641			
2000	2760			
2005	3045			
2001	3186			
2004	3230			
2003	3329			
2002	3431			

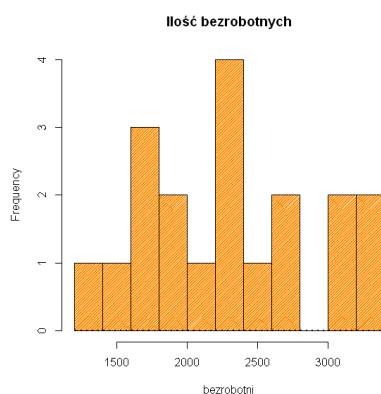
Źródło: Opracowanie własne.

Rycina 36.20. Dane zmiennej „Liczba zarejestrowanych bezrobotnych”

Zmieniamy parametry przedziałów oraz niektóre opcje. Przyjeliśmy szereg ucięty do roku 2003, stąd granica górna przedziału 3400, a skok co 200 (zob. zamieszczony skrypt w języku R oraz Rycina 36.21).

```
> przedziały<-200*(6:17) # od 1200 do 3400 z krokiem co 200
> hist(dane1$B[dane1$B<3400], breaks=przedziały,
+ xlab="bezrobotni", density=100, border="black", col="darkorange",
+ main="Ilość bezrobotnych",)
```

⁶⁴⁸ Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, część II, op.cit., s. 546.



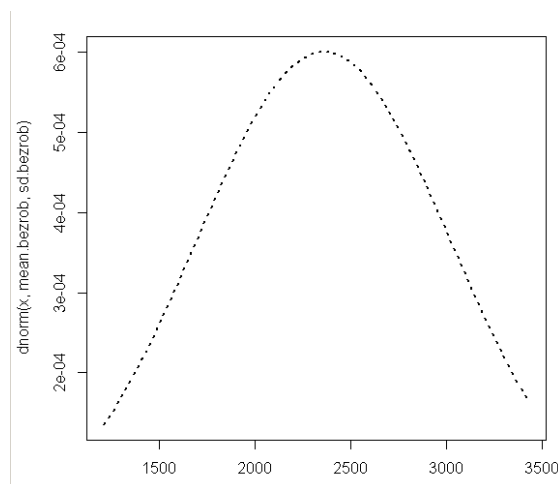
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.21. Histogram zmiennej określonej w skrócie jako „bezrobotni”

36.5. Nakładanie wykresów

Dla podanego na Rycinie 36.20 szeregu obserwacji zmiennej B sporządzamy wykres rozkładu normalnego **dnorm** korzystając z komendy **curve()**. Wymaga to wcześniejszego obliczenia średniej **mean.bezrob** komendą **mean** oraz odchylenia standardowego **sd.bezrob** komendą **sd**, a ponadto podania pełnego zakresu szeregu 20 obserwacji. Opcje (**lwd=2**) oraz (**lty=3**) dotyczą grafiki wykresu. Formuła komendy **curve** przy wskazaniu rozkładu normalnego **dnorm** przy zadanych wartościach minimum oraz maksimum przedziału (1211, 3431) jest następująca:

```
> curve(dnorm(x, mean.bezrob, sd.bezrob), 1211, 3431, lwd=2, lty=3)
```

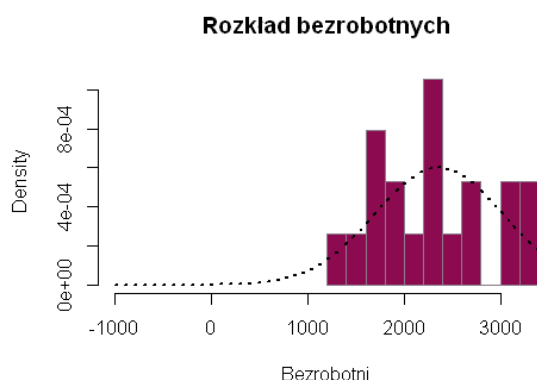


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.22. Fragment rozkładu normalnego zmiennej „Ilość bezrobotnych”

Wykonajmy teraz jeden wspólny wykres histogramu i nałożonego na niego rozkładu normalnego poprzez wprowadzenie do komendy **curve()** opcji **add=TRUE**. W podanej sekwencji kodu wprowadzono celowo pominięcie komendy **sd()** obliczania odchylenia standardowego oraz wprowadzenie błędnej komendy **dnormal()**. Zostało to zauważone przez program R – zobacz komunikat błędu. Po poprawie błędów uzyskaliśmy wykres nakładany (zob. Rycina 36.23).

```
> przedziały<-200*(6:17) # od 1200 do 3400 z krokiem co 200
> hist(dane1$B[dane1$B<3400], breaks=przedziały,
+ xlab="bezrobotni", density=100, border="black", col="darkorange",
+ main="Ilość bezrobotnych",)
> curve(dnorm(x, mean.bezrob, sd.bezrob), 1211, 3431, add=TRUE, lwd=2, lty=3)
> przedziały<-200*(6:17) # od 1200 do 3400 z krokiem co 200
> hist(dane1$B[dane1$B<3400], breaks=przedziały, freq=FALSE, border="thistle4", col="deeppink4", xlab="Bezrobotni",
+ xlim=c(-1000,3400), main="Rozkład bezrobotnych")
> mean.bezrob<-mean(dane1$B, na.rm=TRUE)
> sd.bezrob<-sd(dane1$B, na.rm=TRUE)
Error: unexpected ',' in "sd.bezrob<-dane1$B,"
> sd.bezrob<-sd(dane1$B, na.rm=TRUE)
> curve(dnormal(x, mean.bezrob, sd.bezrob), add=TRUE, lwd=2, lty=3)
Error in eval(expr, envir, enclos) : could not find function "dnormal"
> curve(dnorm(x, mean.bezrob, sd.bezrob), add=TRUE, lwd=2, lty=3)
```



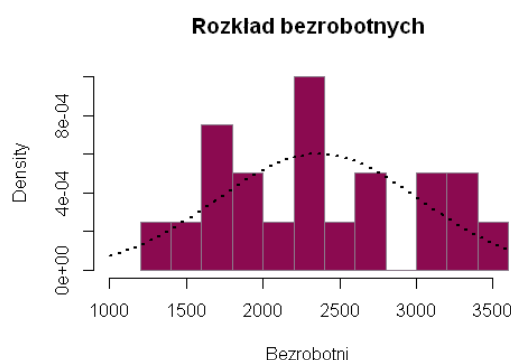
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.23. Histogram i wykres odpowiadającego rozkładu normalnego zmiennej „Ilość bezrobotnych”

Przedział od -1000 do 1000 jest pusty – brak obserwacji. Z tego względu jako ćwiczenie wprowadźmy w sekwencji kodu źródłowego graniczenie przedziału opcją (`xlim=c(1000, 3600)`). Tak więc skrypt R tego zadania jest następujący:

```
> przedziały<-200*(6:18) # od 1200 do 3600 z krokiem co 200
> hist(dane1$B[dane1$B<3600], breaks=przedziały, freq=FALSE, border="thistle4", col="deeppink4", xlab="Bezrobotni",
+ xlim=c(1000,3600), main="Rozkład bezrobotnych")
> mean.bezrob<-mean(dane1$B, na.rm=TRUE)
> sd.bezrob<-sd(dane1$B, na.rm=TRUE)
> curve(dnorm(x, mean.bezrob, sd.bezrob), add=TRUE, lwd=2, lty=3)
```

Efektem realizacji podanej sekwencji kodu jest Rycina 36.24.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 36.24. Skorygowany wykres nakładany zmiennej „Liczba bezrobotnych”

36.6. Zagadnienia

1. Komenda [persp()]
2. Funkcje trygonometryczne
3. Wykresy trójwymiarowe funkcji
4. Pakiet RColorBrewer
5. Pasma wykresu
6. Sekwencja kodu programowego
7. Paraboloida eliptyczna
8. Budowa histogramów
9. Funkcja gęstości
10. Import danych z Excela do R

* * *

Warto opanować tworzenie różnorodnych grafik w programie R, gdyż może to być pomocne w edycji nowych artykułów czy też książek naukowych. Proponuję przećwiczyć dalsze funkcje trygonometryczne, funkcje brył i ich kombinacje w celu uzyskania ciekawych efektów rysunkowych i kolorystycznych.

37. Wstęp do projektowania pulpitów menadżerskich w Excelu

37.1. Sugestie tworzenia pulpitów menadżerskich

W rozwoju informatyki stały nacisk występował w kierunku tworzenia narzędzi, do łatwego i szybkiego pozyskiwania informacji w pożądanym zakresie ze zgromadzonych zbiorów komputerowych. W początkowym okresie drukowano sterty tabulogramów, wspomagających proces zarządzania, w szczególności w obszarze produkcji podstawowej. Z biegiem czasu nośnik papierowy zastępowany był magnetycznym. Posługiwano się taśmami, dyskietkami a później płytami CD. Czasy współczesne to korzystanie w szerokim zakresie z Internetu do bezprzewodowego przesyłania plików między osobami, czy też współpracującymi ze sobą organizacjami. Dostęp do bazy danych doczekał się specjalnych języków definiowania filtrów przeglądania istniejących zasobów magnetycznych i zestawiania pogrupowanych, posortowanych danych w formie widoków. Krokiem postępu w tym zakresie są tablice i wykresy przestawne dostępne w arkuszu kalkulacyjnym programu Microsoft Excel 2010. Funkcje te, wzbogacone o mechanizm fragmentacji, dają nieprzygotowanemu informatycznie użytkownikowi narzędzie „zarządzania” dogodnym pozyskiwaniem informacji zgromadzonych danych. Uzyskane selektywne widoki mogą stanowić źródło do dalszego filtrowania według potrzeb użytkowników.

Inspiracją do napisania niniejszego materiału były rozdziały siódmy oraz ósmy dotyczące odpowiednio *Tabel przestawnych* oraz *Wykresów przestawnych* w książce *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*⁶⁴⁹. Celem jednak jest pokazanie na własnym zbiorze autora tej pracy możliwości budowania tabel przestawnych i wykonywania na nich różnych operacji wyszukiwania danych. Ponadto zaprezentowano jednoczesne tworzenie tabel i wykresów przestawnych, łącznie ze zmianą ich formatowania. Elementem wieńczącym niniejszą pracę jest pokazanie generowania wielu *fragmentatorów*, które wspólnie z oknem dialogowym filtrowania dają bogatą przestrzeń pracy użytkownika z tabelą danych.

Strona na ekranie z tabelą, wykresami przestawnymi oraz oknami wyboru stanowi rodzaj *pulpitu menadżerskiego*. Prostym przykładem takiego pulpitu jest też raport zawierający widok wyselekcjonowanych danych, kilka wykresów wygenerowanych z tego widoku, okno wyboru informacji w wierszach, kolumnach, czy też wskazane formy agregacji (suma, średnia) wartości cech. Zazwyczaj sporządzenie widoku odbywa się na podstawie prostej wejściowej tabeli danych z nazwami w kolumnach arkusza kalkulacyjnego i wartościami w kolejnych rekordach (wierszach) tego arkusza. Definicję pulpitu menadżerskiego spotykamy na stronie 28. książki *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*⁶⁵⁰: *Pulpit menadżerski to graficzny interfejs prezentujący dane w ujęciu całościowym za pomocą odpowiednich wskaźników i z uwzględnieniem poszczególnych aspektów czy procesów biznesowych*. Atrybutami tak rozumianego pulpitu są:

- graficzna prezentacja danych (wykresy) oraz zastosowanie wizualizacji (trendy, porównania, dynamiki);
- prezentowanie tylko podstawowych danych wynikających z celu postawionego danemu pulpitowi;
- przeprowadzenie analizy i przedstawienie użytkownikowi wniosków końcowych.

Przykładem może być pokazanie na jednym ekranie (pulpicie) przykładowo w odniesieniu do konkretnej szkoły wyższej elementów:

- wykresu liczby studentów uczelni w pięciu ostatnich latach,
- wykresu procentowej zmiany liczby studentów w stosunku do roku bazowego,
- wykresu zmiany liczby studentów w na poszczególnych specjalizacjach prowadzonych przez daną uczelnię,
- okna dialogowego filtrowania oraz podstawowych fragmentatorów.

W artykule internetowym *Pulpit managerski, czyli jak efektywnie zarządzać organizacją nie tylko w trudnych czasach*⁶⁵¹ proponuje się jako podstawowe założenia pulpitów takie cechy jak

⁶⁴⁹ Alexander M., Walkenbach J., *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*, Hellion, Gliwice 2011.

⁶⁵⁰ Ibidem.

⁶⁵¹ <http://www.mercomp.pl/blog/87-pulpit-managerski-czyli-jak-efektywnie-zarzadzac-organizacja-nie-tylko-w-trudnych-czasach>, pobrano: 5.01.2016.

elastyczność dostosowania oraz przejrzystość prezentacji danych. Elastyczność dotyczy czasu oraz dostosowania do otoczenia i zmian w jednostce. Zachodzi potrzeba regularnego weryfikowania zmian i wynikających z nich nowych potrzeb informacyjnych. Przejrzystość pulpitów sprowadza się do doboru i stosowania wskaźników istotnych i zrozumiałych dla odbiorcy poprzez użycie wykresów oraz uporządkowanie tych wskaźników. Projekt pulpitu menadżerskiego odbywa się z udziałem kluczowych osób w jednostce organizacyjnej, dla której pulpit jest przygotowywany. Wskazaniem doboru wskaźników są modele zarządzania strategicznego. W praktyce najczęściej stosowana jest Zrównoważona Karta Wyników (*Balanced Scorecard*)⁶⁵². Karta ta opracowana przez Roberta S. Kaplana i Davida P. Nortona jest instrumentem zarządzania strategicznego, który umożliwia umiejscowienie długookresowej strategii firmy w systemie zarządzania przedsiębiorstwem poprzez mechanizm pomiaru. Jest to swego rodzaju alternatywna propozycja do tradycyjnych systemów finansowych, która wyjaśnia, co powinno być w przedsiębiorstwie mierzone, aby jak najlepiej ocenić efektywność firmy w realizowaniu strategii. *Strategiczna Karta Wyników* daje możliwość przełożenia strategii i wizji na działania i określa cele biznesowe firmy, które wchodzą poza obszar celów finansowych.

W tworzenie pulpitu menadżerskiego w Excelu korzysta się z tabel, wykresów, okien komunikacji oraz formuły się makra ułatwiającej budowę tego pulpitu. Excel bowiem sam w sobie nie jest narzędziem kreowania pulpitu menadżerskiego, ale stanowi zbiór możliwości (funkcji, menu, grafiki) do jego uformowania. Możemy opracować pulpit do okresowej analizy ekonomicznej działalności danej firmy. Kluczowym jednak etapem w zbudowaniu pulpitu jest wyznaczenie celu jakiemu ma służyć, a ponadto:

- zebranie wymagań kadry kierowniczej z uwzględnieniem konkretnych odbiorców,
- wskazanie źródeł pozyskiwania danych,
- opracowanie formuły obliczania wskaźników efektywności pracy,
- wyznaczenie cyklu aktualizacji zagregowanych danych w tabelach i wykresach przestawnych.

Struktura pulpitu powinna być okresowo dostosowywana do potrzeb użytkowników wynikających ze zmiennego otoczenia i uwarunkowań formalnych. Zdaniem autorów cytowanej wcześniej książki w projektowaniu pulpitu należy wykorzystać kluczowe wskaźniki efektywności działalności przedsiębiorstwa (*Key Performance Indicators – KPI*)⁶⁵³ z postawieniem pytań czemu dane wskaźniki mają służyć. Przykładem może być pytanie:

Jaka jest dynamika sprzedaży w półroczu w odniesieniu do stycznia?

Określenie KPI to finansowe i niefinansowe wskaźniki stosowane jako mierniki procesach pomiaru stopnia realizacji celów organizacji. KPI wspierają osiągnięcie przez firmę jej celów operacyjnych i strategicznych. Stanowią dla pracowników źródło obiektywnej informacji zwrotnej o wykonywanej przez nich pracy, kosztach oraz jakości. Są także narzędziem kontroli menadżerskiej, pozwalają szybko podejmować decyzje, planować i nadawać priorytety działaniom oraz reagować na pojawiające się problemy. Wspierają również procesy ciągłego doskonalenia i efektywne wykorzystywanie posiadanych przez organizację zasobów.

W celu odpowiedzi na postawione pytania należy sporządzić listę dostępnych źródeł zbiorów komputerowych. Istotne jest również określenie wymiarów i głównych filtrów (mechanizmów) zestawiania, grupowania oraz sortowania wyników. W tym przypadku wymiarem nazywamy kategorię danych użytych do generowania informacji biznesowych np. region, województwo, podregion. Pozwala to na sformułowanie sposobu grupowania i dystrybuowania efektów wyboru danych. Natomiast filtrami nazywamy mechanizmy pozwalające na sformułowanie zakresu danych w ramach danego wymiaru.

Zaawansowane pulpity menadżerskie poprzez specjalne makra pozwalają na szybkie przejście do pokazania szczegółów źródłowych obliczonych określonych wskaźników. Jest to tzw. funkcja drążenia danych (*drill-down*)⁶⁵⁴ zwana również eksploracją danych. Zmierza ona do pozyskiwanie

⁶⁵² https://pl.wikipedia.org/wiki/Zr%C3%B3wnowa%C5%BCona_karta_wynik%C3%B3w, dostęp: 5.01.2016.

⁶⁵³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Kluczowe_wska%C5%BAniki_efektywno%C5%9Bci, dostęp: 5.01.2016.

⁶⁵⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Eksploracja_danych, dostęp: 5.01.2016.

wiedzy i ekstrakcji danych (*data mining*). Idea eksploracji danych polega na wykorzystaniu szybkości komputera i znajdowanie prawidłowości w danych zgromadzonych w hurtowniach danych poprzez wykorzystanie statystycznej analizy wielowymiarowej. Trzeba dodać, że projektujący pulpit menedżerski musi zadbać o określenie harmonogramu jego aktualizacji, „odświeżanie” zawartych informacji liczbowych oraz reprezentacji graficznych. Dla dużych systemów zintegrowanych klasy ERP, wskazane jest wyznaczenie odpowiedniego „szytego na miarę” pulpitu menedżerskiego. Projektant musi jednak zdawać sobie sprawę z częstości „odświeżania” źródeł danych oraz o tym, aby interfejs pulpitu nie był zbyt zagęszczony informacjami. W tym celu autorzy Michael Alexander i John Walkenbach proponują przestrzeganie następujących zasad projektowania pulpitu menedżerskich:

- zawsze umieszczać daty utworzenia/modyfikacji danego pulpitu;
- podawać okres pochodzenia danych źródłowych na podstawie których wygenerowano wskaźniki, trendy, funkcje regresji, prognozy;
- ograniczyć pulpit do jednej strony na ekranie;
- w sytuacji wielu wskaźników umieszczonych w szachownicy ponumerować pola według ważności wskaźników;
- zachować prostotę i duże uproszczenie tabel i grafiki w celu łatwego odczytania zaakcentowanych bieżących zdarzeń;
- nie doprowadzać do tworzenia z pulpitu minihurtowni danych;
- nie sugerować się ewentualnością dalszych potencjalnych pytań ze strony użytkowników;
- nie dopisywać informacji dla referującego dany pulpit użytkownikowi;
- zrezygnować z chęci projektującego do nadmiernego efektownego formatowania pulpitu kolorem, linią, znakami graficznymi, obrazkami, aby „zabłysnąć” przed inwestorem.

W sytuacji, gdy na stronie – ekranie pulpitu występuje kilka podobnych wykresów zalecane jest przestrzeganie następujących wskazówek:

- stosować kolory oszczędnie i to tylko do kluczowych informacji;
- nie wypełniać tła;
- nie używać obramowań obszarów (tabel, wykresów);
- nie stosować efektów lśnienia, cieniowania oraz gradientów wypełnienia na wykresach;
- używać spację do dogodniejszego odczytywania liczb np. 10 000.

Po zaprojektowaniu ekranu menedżerskiego należy ponownie przyglądać się jego sformatowaniu i dążyć do dalszego uproszczenia formy, a zwrócić uwagę na akcentowania efektem przede wszystkim podstawowych treści.

W kolejnych wersjach programu Microsoft Excel pojawiają się nowe możliwości wspomaganie procesu zarządzania poprzez szybkie generowanie raportów. Wymaga to jednak wcześniejszego odpowiedniego założenia tabeli danych. Jak już wspomniano w wersji Microsoft Excel 2010 pojawia się możliwość skorzystania przy opracowaniu zestawień z filtrów oraz tzw. fragmentatorów danych. Jest to też dobre odniesienie do prowadzenia niektórych wykładów w ramach przedmiotu *Narzędzia tworzenia i analizy raportów*. Jednak, aby nie prowadzić rozważań tylko teoretycznych skorzystałem z zebranych danych statystycznych na etapie modelowania ekonometrycznego PKB podregionów. Obejmuje to rozdział 7. *Etapy i procedury budowy modelu produktu brutto podregionów*⁶⁵⁵. Trzeba dodać, że produkt krajowy brutto jest końcowym rezultatem wszystkich podmiotów gospodarki narodowej. Produkt ten równa się sumie wartości dodanej brutto wszystkich sektorów własności oraz sektorów instytucjonalnych powiększonej o podatki od przedmiotów i pomniejszonej o dotacje do produktów⁶⁵⁶. Produkt krajowy zarówno brutto jak i netto liczony jest w cenach rynkowych (bieżących). Obecnie dla celów sprawozdawczych występuje 6 regionów grupujących określone województwa, których jest 16 oraz 45 podregionów obejmujących jednostki szczebla powiatowego. Nomenklatura jednostek terytorialnych dla celów statystycznych odpowiada nomenklaturze w Unii Europejskiej⁶⁵⁷.

⁶⁵⁵ Wornalkiewicz W., *Modele ekonometryczne obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013.

⁶⁵⁶ *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2007*. Dział: *Rachunki narodowe*.

⁶⁵⁷ *Ibidem*.

W przykładowym zestawieniu statystycznym „Podstawowe dane o regionach w roku ...”) występują 22 kolumny z informacjami charakteryzującymi nie tylko poszczególne regiony, lecz również w ramach nich podregiony. Spośród tych informacji dla potrzeb rozdziału 7. książki *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej* wybrano takie, które tworzą szereg o długości siedmiu okresów (lata 2000÷2006) zmiennych egzogenicznych (objaśniających). Dane czasowo-przekrojowe dotyczące podregionów dostępne są w rocznikach statystycznych lat 2000÷2007. Dla potrzeb zaprezentowania tylko tabel i wykresów przestawnych, w tym fragmentacji nie poszerzono zgromadzonych danych o nowe lata, do czego zachęcam Czytelnika. W celu nawiązania do wcześniejszej książki⁶⁵⁸ zachowano symbole zmiennych:

- Y – produkt brutto (ceny bieżące) na 1 mieszkańca w zł (ponieważ w roczniku statystycznym ta cecha podawana jest dla roku poprzedniego w modelu danych przyjęto wartość dla roku następnego);
- X₁ – ludność na 1 km² powierzchni ogólnej;
- X₂ – przyrost naturalny na 1000 ludności;
- X₃ – saldo migracji wewnętrznych i zagranicznych na pobyt stały (na 1000 ludności);
- X₄ – przestępstwa stwierdzone na 1000 ludności;
- X₅ – pracujący w tys. (rolnictwo, łowiectwo i leśnictwo, rybactwo);
- X₆ – pracujący w tys. (przemysł i budownictwo);
- X₇ – pracujący w tys. (usługi rynkowe i nierynkowe);
- X₈ – bezrobotni zarejestrowani ogółem w tys.;
- X₉ – mieszkania oddane do użytkowania na 1000 ludności;
- X₁₀ – miejsca noclegowe w turystycznych obiektach zbiorowego zakwaterowania w tys.;
- X₁₁ – užitki rolne w tys. ha w roku poprzednim.

Dane zaczerpnięto z tabel: wybrane dane o podregionach (lata 2000÷2003), podstawowe dane o regionach (lata 2004÷2007). Ponieważ niektóre informacje za ostatni rok podawane są na podstawie danych nie ostatecznych (a więc mogą ulec zmianie w roku następnym) dla celów badawczych zestawiono dane za okres 2000÷2006 (dla poszczególnych 45 podregionów) rozpoczynając roku 2006 wstecz. Jako zmienną objaśniającą Y przyjęto produkt brutto, natomiast zmiennymi objaśniającymi liniowego modelu ekonometrycznego są X₁ – X₁₁. Model ten w wyniku eliminacji *a posteriori* zmiennych objaśniających możemy uzyskać programem GRETL. Dla testowania funkcji tabeli i wykresu przestawnego programu Microsoft Excel 2010 dokonano skopiowania pliku Excela ze starej wersji Microsoft Excel 97 do nowego skoroszytu. Dodatkowo wprowadzono opisową kolumnę *Region, Województwo*, nazwę podregionu zamiast oznaczenia cyfrowego i usunięto kolumnę cyfry okresu *T*. Działanie to miało na celu ukierunkowanie na prosty wierszowy układ tabelaryczny danych niezbędny do korzystania z funkcjonalności tabel i wykresów przestawnych.

37.2. Korzystanie z tabeli przestawnej

Tabela przestawna jest narzędziem programistycznym do tworzenia interaktywnych widoków źródła danych. Narzędzie to umożliwia podsumowanie długiego szeregu i zaprezentowanie w formie zagregowanej stosując filtry lub odpowiednie formuły obliczeniowe przeważnie z zakresu statystyki opisowej. Zastosowano tu metodę „przeciągnij i upuść” dla dynamicznego zmieniania perspektywy prezentowania danych. Tabele przestawne znalazły zastosowanie w pulpitych menedżerskich ze względu na szybkość ich aktualizacji poprzez zmianę źródła danych lub korzystanie przy innych filtrach z wcześniej pozyskanego widoku. W ramach tabeli przestawnej występują cztery obszary⁶⁵⁹:

- wartości, który umożliwia obliczenie wyników zagregowanych na podstawie źródła danych;
- etykiety wierszy; przeciągnięcie pola danych do tego obszaru spowoduje wyświetlenie wartości z pól pod wierszami po lewej stronie tabeli przestawnej;
- etykiety kolumn, zawierające nagłówki górnej części tabeli przestawnej;
- filtr raportu; umieszczenie pola danych w tym obszarze umożliwia zmianę widoku całej tabeli przestawnej.

⁶⁵⁸ Wornalkiewicz W., *Modele ekonometryczne obiektów struktury terytorialnej*, op.cit.

⁶⁵⁹ Alexander M., Walkenbach J., *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*, op.cit., s. 198.

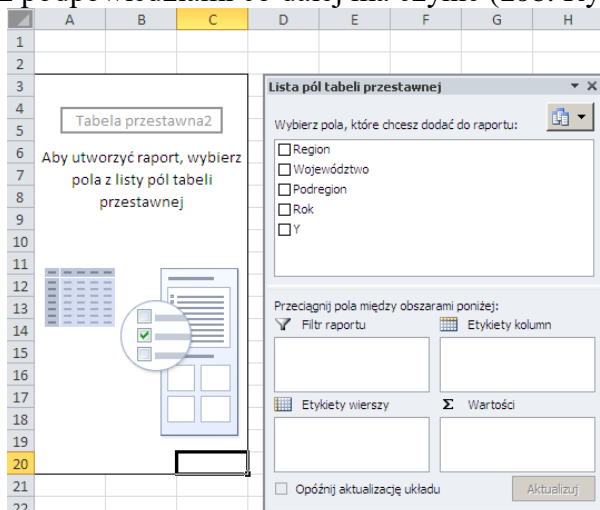
Zakres informacyjny wspomnianej już tabeli danych statystycznych podregionów zawiera zbyt wiele cech (zmiennych) dla zaprezentowania poglądowo zagadnienia tabeli przestawnej i z tego względu dla przykładów dokonano uproszczenia układu tabelarycznego do kolumn: *Region*, *Województwo*, *Podregion*, *Rok*, *Y*. Fragment tego zbioru ograniczony do podregionu *Łódzki* pokazano na Rycinie 37.1.

	A	B	C	D	E	F
1	Region	Województwo	Podregion	Rok	Y	
2	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2000	12790	
3	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2001	14350	
4	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2002	15259	
5	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2003	15955	
6	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2004	18713	
7	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2005	19837	
8	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2006	21681	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.1. Fragment układu tabelarycznego prostej wejściowej tabeli danych, zwanej bazą danych obejmującej 45 podregionów

Tabela przestawna oraz Wykres przestawny występuje w ramach zakładki *Wstawianie* i dalej *Tabela przestawna*. Z ryciny 37.1 możemy się zorientować, że dane stanowią układ tabelaryczny składający się z rekordów (wierszy) oraz pól (kolumn). Polami kluczowymi są: *Region*, *Województwo*, *Podregion*, *Rok*, a kolumna *Y* stanowi pole cechy (zmiennej objaśnianej). Zmiennych może być wiele i tak w tabeli 1 występuje jak już wspomniano 11 zmiennych objaśniających biorący udział w formułowaniu modelu ekonometrycznego regresji liniowej wielowymiarowej. Powtarzające się opisy tekstowe czterech pól kluczowych sformatowane są do lewej a liczbowe do prawej strony. Po kliknięciu na ikonę tabela przestawna i wyborze *Tabela przestawna* pojawia się okno dialogowe w którym podajemy zakres danych na *Arkuszu1* skoroszytu Excela. Do zapisu widoku wygenerowanej tabeli przestawnej wybieramy *Nowy arkusz* w ramach skoroszytu (pliku) arkusza kalkulacyjnego. Po naciśnięciu OK inicjowana jest strona definiowania tabeli przestawnej nazwanej tu automatycznie *Tabela przestawna2*. Zwróćmy uwagę na dogodny dla użytkownika interfejs z podpowiedziami co dalej ma czynić (zob. Rycina 37.2).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.2. Obszary definiowania wierszy, kolumn, filtru i agregacji cech (w naszym przypadku Y)

Na liście pól tabeli przestawnej klikamy wybrane pola (*Region*, *Y*), które chcemy, aby były w naszym widoku (raporcie). Po zaznaczeniu *Region* w obszarze *Etykiety wierszy* z lewej strony listy pojawia się automatycznie widok regionów oraz podsumowanych wartości cechy (zmiennej) *Y*. Narzędzie *Tabela przestawna* dodaje też automatycznie wiersz w widoku *Suma końcowa* (zob. Rycina 37.3). Informacja o sumowaniu automatycznym cechy *Y* po regionach pokazana jest w obszarze *Wartości*.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3	Etykiety wierszy	Suma z Y					
4	Centralny	1432795					
5	Południowo-zachodni	815280					
6	Południowy	1080676					
7	Północny	125979					
8	Północno-zachodni	1407608					
9	Północny	971670					
10	Wschodni	867642					
11	Suma końcowa	6701650					
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.3. Obszary definiowania wierszy, kolumn, filtru i agregacji cech (w naszym przypadku *Y*)

Kolejne nasze ćwiczenie z tabelą przestawną sprowadza się do wyboru dwóch pól kluczowych *Region* oraz *Województwo* i wprowadzeniu ich do obszaru *Etykiety wierszy*. Wejść one do widoku i według nich nastąpi agregacja *Y* z siedmiu lat 2000-2006 (zob. Rycina 37.4). Widzimy tu podsumowania *Y* w ramach województwa, regionu i dla całej Polski.

	A	B	C	D	E	F
4	Centralny	1432795				
5	Łódzkie	435261				
6	Mazowieckie	99				
7	Południowo-zachodni	81				
8	Dolnośląskie	68				
9	Opolskie	12				
10	Południowy	108				
11	Małopolskie	44				
12	Śląskie	63				
13	Północny	12				
14	Kujawsko-pomorskie	3				
15	Pomorskie	5				
16	Warmińsko-mazurskie	4				
17	Północno-zachodni	140				
18	Lubuskie	28				
19	Wielkopolskie	83				
20	Zachodnio-pomorskie	28				
21	Północny	97				
22	Kujawsko-pomorskie	24				
23	Pomorskie	40				
24	Warmińsko-mazurskie	31				
25	Wschodni	86				
26	Lubelskie	306197				
27	Podkarpackie	217739				
28	Podlaskie	223189				
29	Świętokrzyskie	120517				
30	Suma końcowa	6701650				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.4. Widok raportu oraz zdefiniowania w liście pól tabeli przestawnej

Dla większej czytelności raportu przesuniemy teraz pole *Województwo* z obszaru *Etykiety wierszy* do obszaru *Etykiety kolumn*. Nastąpi przestawienie pola kluczowego *Województwo* z wierszy na kolumny tabeli (zob. Rycina 37.5). Obliczane są też sumy końcowe po wierszach i kolumnach.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
4	Etykiety wierszy	Dolnośląski	Kujawsko	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolski	Mazowiecki	Opolskie	Podkarpacki	Podlaski	Pomorski	Śląskie	Świętokrzyski	Warmiński	Wielkopolski	Zachodniopomorski	Suma końcowa	
5	Centralny					435261		997534											1432795
6	Południowo-zachodni	685961							129319										815280
7	Południowy						448467						632209						1080676
8	Północny		31826									53146		41007					125979
9	Północno-zachodni				283207											835282	289119		1407608
10	Północny		247890									409402		314378					971670
11	Wschodni			306197						217739	223189			120517					867642
12	Suma końcowa	685961	279716	306197	283207	435261	448467	997534	129319	217739	223189	462548	632209	120517	355385	835282	289119		6701650

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.5. Efekt przestawienia pola kluczowego z wierszy na kolumny

Teraz dla wszystkich regionów (zob. obszar *Filtr raportu* – Rycina 37.6) chcemy uzyskać widok podsumowania *Y* dla wszystkich podregionów. Zwróćmy uwagę na automatyczne podkreślenie linią w kolumnie *Suma z Y*.

	A	B	C	D	E	F	G
3	Etykiety wierszy	Suma z Y					
4	Białkopodlaski	92602					
5	Białostocko-suwalski	123314					
6	Bielsko-bialski	158016					
7	Bydgoski	150222					
8	Centralny Śląski	186640					
9	Chełmsko-zamojski	93019					
10	Ciechanowsko-płocki	157068					
11	Częstochowski	135867					
12	Elbląski	113977					
13	Etcki	106854					
14	Gdańsk-Gdynia-Sopot	227005					
15	Gdański	115020					
16	Gorzowski	140773					
17	Jeleniogórsko-wałbrzyski	126062					
18	Kaliski	122478					
19	Koniński	124676					
20	Koszaliński	129321					
21	Krakowsko-tarnowski	109751					
22	Krosnieńsko-przemyski	95936					

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.6. Zastosowanie filtra pierwszego pola kluczowego *Region*

Skorzystajmy teraz ze wszystkich pól tabeli wejściowej (arkusz *Dane*) założonej przez autora niniejszej pracy jako skoroszyt o nazwie pliku *Dane-Excel-fragmentacja-testy3.xls*. W liście pól tabeli przestawnej zaznaczono: *Region*, *Województwo*, *Podregion*, *Rok* jako pola kluczowe oraz *Y* jako pole cechy. Do obszaru *Etykiety wierszy* przeniesiono *Region*, *Województwo*, *Podregion*, a do obszaru kolumn *Rok*. Oprogramowanie tabeli przestawnej automatycznie domyślnie oblicza sumy *Y* dla regionów, a w ramach nich dla województw i dalej według podregionów oraz wyznacza wartość *Suma końcowa* dla wskazanych pól kluczowych (zob. Rycina 37.7).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Suma końcowa
Centralny	158678	178971	182658	192400	220235	240096	259757	1432795
Łódzkie	48035	53563	56391	59520	67857	72096	77799	435261
Łódź	12790	14350	15259	15955	18713	19837	21681	118585
Miasto Łódź	21767	23924	25072	26531	29104	30602	33269	190269
Piotrkowsko-skierniewicki	13478	15289	16060	17034	20040	21657	22849	126407
Mazowieckie	110643	125408	126267	132880	152378	168000	181958	997534
Ciechanowsko-płocki	17371	18032	18036	19800	26813	27751	29265	157068
Miasto Warszawa	52630	58449	59196	62896	68140	77001	83933	462245
Ostrołęcko-siedlecki	11449	14008	14009	14200	16930	18683	20452	109731
Radomski	11827	14879	14680	15464	17546	19020	20343	113759
Warszawski	17366	20040	20346	20520	22949	25545	27965	154731
Południowo-zachodni	92552	97975	105806	109238	124375	134802	150532	815280
Dolnośląskie	77403	82195	89068	92065	103590	113455	128185	685961
Jeleniogórsko-walbrzyski	14231	16125	16545	17576	19526	20331	21728	126062
Legnicki	22828	22656	25099	25934	30681	37026	44366	208590
Miasto Wrocław	27064	29072	31143	31274	34351	36000	40457	229361
Wrocławski	13280	14342	16281	17281	19032	20098	21634	121948
Opolskie	15149	15780	16738	17173	20785	21347	22347	129319
Opolski	15149	15780	16738	17173	20785	21347	22347	129319
Południowy	128282	130902	141316	147548	169086	175828	187714	1080676
Małopolskie	52907	55527	58080	60792	68308	72776	80077	448467
Krakowsko-tarnowski	12723	13603	14376	15275	16749	17657	19368	109751
Miasto Kraków	29871	29998	31490	32559	37473	39964	44529	245884
Nowosądecki	10313	11926	12214	12958	14086	15155	16180	92832

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.7. Sporządzenie układu według lat dla podanych rodzajów jednostek terytorialnych

Po tej operacji nad tabelą przestawną (Rycina 37.7. kolumny A-I) pojawia się dodatkowy obszar filtru *Region* z zaznaczeniem *Wszystkie*. Po kliknięciu na ten filtr wyszczególniona jest lista siedmiu regionów Polski. Po wyborze jednego z nich a mianowicie: *Centralny* generowany jest widok zawierający województwa oraz podregiony tego regionu. Nasze działanie wykonaliśmy na widoku uzyskanym wcześniej tj. według Ryciny 37.6, stąd w kolumnach pozostają lata 2000-2006. Zauważmy jeszcze możliwość wyboru lat w raporcie poprzez naciśnięcie na ikonę strzałki i zaznaczenie żądanych przez nas lat przy trzymaniu klawisza *Ctrl*. W widoku następuje też automatyczne obliczenie sum końcowych po wierszach i kolumnach. A teraz dokonujemy tylko wyboru jednej kolumny (rok 2006). Powróćmy do naszego oryginalnego pliku danych wejściowych (*Dane-Excel-fragmentacja-testy3.xls*) z pełnym zestawem pól kluczowych oraz zmiennych. Określamy zakres danych w postaci adresowania bezwzględnego oraz zapisywanie raportów – widoków w formie tabeli przestawnej (Arkusz1!\$A\$1:\$P\$316) – Rycina 37.8.

	Region	Województwo	Podregion	Rok	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	
2	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2000	12790	110	-2,3	0,4	223,9	164,2	75,3	83,7	77,6	1,1	9,4	639,9	
3	Centralny	Łódzkie	Łódzki	2001	14350	109	-2,6	0,1	269,6	164,1	75,3	83,7	86,1	1,5	5	639,9	
4	Centralny						108	-2,8	0,4	278,8	93,6	66,4	81	87,4	1,6	5,2	575,5
5	Centralny						108	-2,9	0,8	287,4	93,5	67,7	80,5	88,3	3,2	4,9	564,1
6	Centralny						108	-2,4	0,9	287	93,5	68,5	81,1	83,2	2,1	4,9	564,1
7	Centralny						107	-3	0,6	275	93,5	72,5	81	77,6	2	4,8	552,7
8	Centralny						107	-2,5	0,5	256	93,5	76,5	82,5	65,3	1,8	4,7	552,7
9	Centralny						97	-0,9	-1	216,3	177,3	76,7	79,3	75	1,7	8,6	611,8
10	Centralny						97	-1,3	-1	263,5	176,8	74,9	74,9	82,6	2,2	9,2	610,9
11	Centralny						86	-1,1	-1,1	268,5	96,5	70,2	77,8	82,3	2,3	8,2	548,1
12	Centralny						95	-1,7	-1	275	96,1	69,6	78,1	79,6	4,9	7	553,8
13	Centralny						95	-1,4	-1,4	266	96,2	71,8	79,6	73,4	2,5	7,3	553,8
14	Centralny						95	-1,3	-1,1	246	96,2	72,6	81,6	66,2	2,3	7	514,2
15	Centralny						94,7	-0,8	-1,8	257	96,2	73,7	82,9	56,7	2,3	7,5	514,2
16	Centralny						2694	-7	-0,9	472,4	3,9	73,5	140,7	53,5	1,5	5,7	11
17	Centralny						2672	-6,7	-0,9	450	3,9	72,6	141,5	61,9	2,1	4,8	10,6
18	Centralny	Łódzkie	Miasto Łódź	2002	25072	2671	-6,3	-1,2	489,3	2,2	64,1	135,7	65,1	1,6	4,6	23,1	
19	Centralny	Łódzkie	Miasto Łódź	2003	26531	2647	-6,2	-1,2	538,7	2,1	60	137,7	65,2	1,6	3,3	21,2	
20	Centralny	Łódzkie	Miasto Łódź	2004	29104	2629	-5,8	-1,5	550	2,1	59,1	134,5	61,7	1,8	3,5	21,2	
21	Centralny	Łódzkie	Miasto Łódź	2005	30602	2608	-6,1	-1,8	512	2,1	59,3	138,9	54,7	0,9	3,5	19,2	
22	Centralny	Łódzkie	Miasto Łódź	2006	33269	2593	-6,5	-2,4	434	2,1	60,9	147,9	38,7	1,6	3,6	19,2	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.8. Określenie zakresu danych oraz miejsca generowania tabeli przestawnej

Po naciśnięciu OK pojawia się okno, które zawiera pełną listę pól kolumn do wyboru. W liście pól tabeli przestawnej przykładowo zaznaczmy: *Rok*, *Y*, *X1*. W obszarze *Etykiety wierszy* wprowadzamy z wymienionej listy pola *Województwo*, *Rok*. Reakcją natychmiastową na nasze żądanie jest wyświetlenie raportu z podsumowaniem wartości naszych dwóch zmiennych po wierszach i kolumnach (zobacz automatyczne zaznaczenie w dwóch obszarach wartości dla wierszy oraz kolumn). Jeśli chcemy dokonać agregacji według innej cechy statystyki opisowej to klikamy strzałkę np. w *Suma z X1* i zmieniamy na inną np. *Średnia* i mamy możliwość wyboru opcji⁶⁶⁰:

⁶⁶⁰ Alexander M., Walkenbach J., *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*, op.cit., s. 208.

- *Suma*: dodaje wszystkie wartości liczbowe;
- *Licznik*: zlicza wszystkie pozycje w wybranym polu, w tym liczbowe, tekstowe, daty;
- *Średnia*: oblicza średnią arytmetyczną w raporcie;
- *Maksimum*: podaje wartość maksymalną w raporcie;
- *Minimum*: podaje wartość minimalną w raporcie;
- *Iloczyn*: mnoży wszystkie dane;
- *Licznik num.*: zlicza tylko wartości liczbowe w danych docelowych;
- *OdchStd*: oblicza odchylenie standardowe dla próby danych docelowych;
- *OdchStc*: oblicza odchylenie standardowe dla pełnych danych;
- *Wariancja*: oblicza wariancję dla próby danych statystycznych;
- *Wariancja populacji*: Oblicza wariancję dla pełnych danych.

Powracamy do tabeli wejściowej zamieszczonej na Rycinie 37.8 i wybieramy jako agregowane pola kluczowe *Województwo*, *Podregion*, które są wypisywane wierszach raportu tabeli przestawnej. Natomiast jako pola cech w kolumnach występują: Y, X1, X5, X6, X7, X8. Dla Y następuje automatyczne obliczenie sumy a dla pozostałych zmiennych zastosowaliśmy wyznaczenie średniej (zob. Rycina 37. 9).

	A	B	C	D	E	F	G
3	Etykiety wierszy	Suma z Y	Średnia z X1	Średnia z X5	Średnia z X6	Średnia z X7	Średnia z X8
4	Dolnośląskie	685961,0	626,7	24,7	59,5	91,4	61,9
5	Jeleniogórsko-walbrzyski	126062,0	129,0	46,8	101,4	130,8	138,4
6	Legnicki	208590,0	121,3	19,7	52,4	61,1	44,0
7	Miasto Wrocław	229361,0	2171,4	2,0	50,3	140,0	30,4
8	Wrocławski	121948,0	85,1	30,2	33,6	33,8	34,8
9	Kujawsko-pomorskie	279716,0	115,6	70,4	81,8	118,0	97,0
10	Bydgoski	150222,0	114,6	53,7	86,8	125,0	88,9
11	Toruńsko-włocławski	129494,0	116,7	87,1	76,7	111,0	105,0
12	Lubelskie	306197,0	82,7	114,5	37,2	80,1	54,1
13	Białskopodlaski	92602,0	52,7	52,4	12,8	39,1	24,4
14	Chełmsko-zamojski	93019,0	71,6	128,5	27,6	58,6	56,3
15	Lubelski	120576,0	123,7	162,5	71,3	142,6	81,5
16	Lubuskie	283207,0	71,3	17,6	37,8	58,8	47,9
17	Gorzowski	140773,0	62,4	14,3	30,3	45,8	34,3
18	Zielonogórski	142434,0	80,2	20,9	45,4	71,8	61,5
19	Łódzkie	435261,0	949,1	78,5	69,6	100,2	70,7
20	Łódzki	118585,0	108,1	113,7	71,7	81,9	80,8
21	Miasto Łódź	190269,0	2644,9	2,6	64,2	139,6	57,5
22	Piotrkowsko-skierniewicki	126407,0	94,2	119,3	72,8	79,2	73,7
23	Małopolskie	448467,0	879,9	89,2	72,8	131,0	65,4
24	Krakowsko-tarnowski	109751,0	189,6	145,2	91,2	116,0	83,8
25	Miasto Kraków	245884,0	2302,3	2,9	71,7	178,8	32,6
26	Nowosądecki	92832,0	147,7	119,5	55,6	98,1	79,7
27	Mazowieckie	997534,0	736,7	106,6	94,0	185,4	66,6
28	Ciechanowsko-płocki	157068,0	81,4	80,7	44,0	61,8	64,8
29	Miasto Warszawa	462245,0	3271,3	139,2	157,6	602,4	55,4
30	Ostrołęcki	106731,0	67,6	125,8	35,2	64,9	64,1

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.9. Zdefiniowanie obliczania sumy i średnich dla województw i podregionów

Przetestujmy teraz działanie ikony – strzałki w raporcie przy *Etykiety wierszy*. Istnieje tu możliwość wyboru województwa np. *Dolnośląskie*. Po tej operacji ponownie klikamy na strzałkę przy *Etykiecie wierszy* co umożliwia nam skorzystanie z opcji: *Filtry etykiet* i dalszy wybór poprzez zastosowanie porównań: *Równa się...*, *Nie równa się...*; *Zaczyna się od...*, *Kończy się na ...*; *Zawiera...*, *Nie zawiera...*; *Większe niż...*, *Większe niż lub równe...*; *Mniejsze niż...*, *Mniejsze niż lub równe...*; *Między...*, *Nie jest pomiędzy*. W oknie filtru występuje podpowiedź formułowania tekstu w wierszach i tak: symbol „?” zastępuje dowolny znak, a symbol * zastępuje dowolny ciąg znaków (zob. Rycina 37.10).

	A	B	C	D
3	Etykiety wierszy	Suma z Y	Średnia z X1	Średnia z X5
4	Dolnośląskie	685961,0	626,7	24,7
5	Jeleniogórsko-walbrzyski	126062,0	129,0	46,8
6	Legnicki	208590,0	121,3	19,7
7	Miasto Wrocław	229361,0	2171,4	2,0
8	Wrocławski	121948,0	85,1	30,2
9	Filtr etykiet (Województwo)			70,4
10	Pokaż elementy, dla których etykieta			53,7
11				87,1
12	równa się	Dolnośląskie		114,5
13	Symbol ? zastępuje dowolny znak.			52,4
14	Symbol * zastępuje dowolny ciąg znaków.			128,5
15				162,5
16				17,6

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.10. Raport po wyborze województwa oraz filtru etykiet

Z ciekawości sporządzmy raport dotyczący liczby bezrobotnych w tys. zarejestrowanych w urzędach pracy (X8) w województwach jako średnia z lat 2000-2006 i posortujmy to malejąco. Widzimy, że najwyższa wartość występuje dla Województwa Świętokrzyskiego a najmniejsza dla Podlaskiego (zob. Rycina 37.11).

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Etykiety wierszy	Średnia z X8				
4	Świętokrzyskie	121,6				
5	Kujawsko-pomorskie	97,0				
6	Podkarpackie	87,6				
7	Zachodnio-pomorskie	85,4				
8	Śląskie	76,0				
9	Opolskie	73,9				
10	Łódzkie	70,7				
11	Mazowieckie	66,6				
12	Małopolskie	65,4				
13	Dolnośląskie	61,9				
14	Pomorskie	55,8				
15	Lubelskie	54,1				
16	Warmińsko-mazurskie	53,5				
17	Lubuskie	47,9				
18	Wielkopolskie	44,0				
19	Podlaskie	38,9				
20	Suma końcowa	64,7				
21						
22						
23						
24						
25						
26						

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.11. Średnie kształtowanie się zmiennej X8 według województw w okresie 2000-2006

Wybermy teraz jako punkt obserwacji określony rok np. 2006 i sporządzmy raport dotyczący zmiennych: X₅ – pracujący w tys. (rolnictwo, łowiectwo i leśnictwo, rybactwo); X₆ – pracujący w tys. (przemysł i budownictwo); X₇ – pracujący w tys. (usługi rynkowe i nierynkowe). W obszarze *Filtr raportu* umieścimy *Rok*, a polem kluczowym jest *Województwo*. W kolumnach występują domyślnie wykonane przez program tabeli przestawnej sumy z X₅, X₆, X₇ (zob. Rycina 37.12).

	A	B	C	D
5	Rok	2006		
6				
7	Etykiety wierszy	Suma z X5	Suma z X6	Suma z X7
8	Dolnośląskie	73,2	245,1	377,9
9	Kujawsko-pomorskie	117,0	165,1	244,6
10	Lubelskie	277,9	109,7	238,3
11	Lubuskie	26,3	82,1	121,3
12	Łódzkie	191,8	211,1	313,3
13	Małopolskie	183,5	218,0	412,2
14	Mazowieckie	320,1	357,3	967,7
15	Opolskie	49,7	74,5	111,2
16	Podkarpackie	157,5	159,6	228,9
17	Podlaskie	138,3	60,5	130,3
18	Pomorskie	60,0	169,1	289,9
19	Śląskie	69,6	503,3	617,5
20	Świętokrzyskie	143,5	81,4	133,9
21	Warmińsko-mazurskie	65,8	102,7	159,1
22	Wielkopolskie	208,5	338,9	439,6
23	Zachodnio-pomorskie	42,4	107,7	201,8
24	Suma końcowa	2125,1	2986,1	4987,5

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.12. Pracujący (X₅, X₆, X₇) w wybranych sektorach w roku 2006 według województw

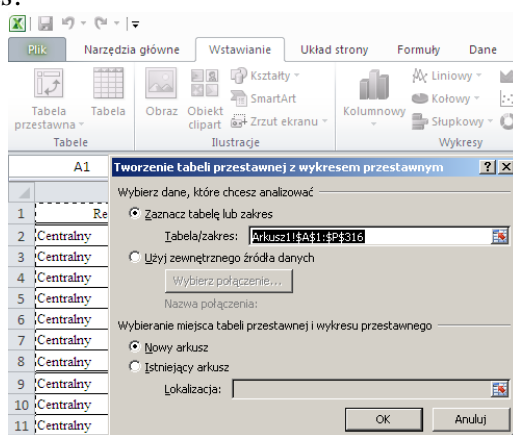
W tabeli danych wejściowych województwa podzielone są na podregiony, a w ramach nich następuje rozróżnienie lat 2000-2006. Korzystając z obszaru *Filtr raportu* przyjęto jako pole wyboru *Województwo*. Pozwoliło to na wskazanie *Dolnośląskie* w *Etykiety wierszy* oraz ustawienie pól wartości zmiennych X₅, X₆, X₇ na *Maksimum*.

37.3. Realizacja jednoczesna tabel i wykresów przestawnych

Wykres przestawny to graficzna forma zaprezentowania danych w tabeli przestawnej⁶⁶¹. W Microsoft Excel 2010, istnieją trzy sposoby wykonania tego typu wykresów:

1. Po zaznaczeniu komórki w istniejącej tabeli przestawnej, skorzystanie z menu: *Narzędzia tabel przestawnych/Opcje/Wykres przestawny*.
2. Otwarcie wstążki *Wstawianie* i dalej wybranie menu: *Tabele/Tabela przestawna/Wykres przestawny*; spowoduje to jednoczesne utworzenie tabeli i wykresu przestawnego.
3. Po zaznaczeniu komórki w istniejącej tabeli przestawnej, wybranie menu *Wstawianie/Wykresy* odpowiedniego rodzaju wykresu.

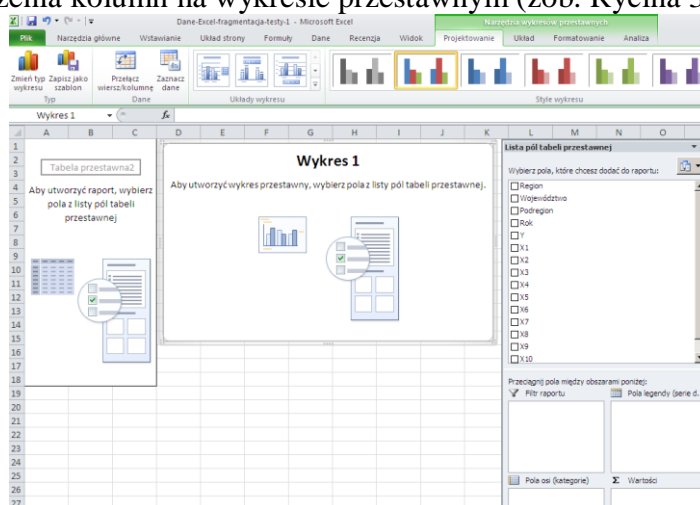
Na Rycinie 37.13 pokazano okno dialogowe jakie ukazuje się po wyborze sposobu drugiego tworzenia jednocześnie tabeli i wykresu przestawnego. Wymaga to oczywiście wcześniejszego zaznaczenia zakresu naszego arkusza z pełnymi danymi tj. *Arkusz1!\$A\$1:\$P\$316* zawierającego oprócz nagłówka również (45 x 7 = 315) rekordów, czyli wierszy danych. Wskazujemy także umiejscowienie rezultatu w nowym kolejnym arkuszu otwartego skoroszytu (pliku) o nazwie *Dane-Excel-fragmentacja-testy-3.xls*.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.13. Okno dialogowe zakresu tabeli i wykresu przestawnego

Po naciśnięciu OK otwarta jest wstążka *Narzędzia wykresów przestawnych* i *Projektowanie* oraz inicjowane są podokna: raportu (*Tabela przestawna2*, *Wykres 1*, *Lista pól tabeli przestawnej*, dzieląca się na obszary: wyboru pól, *Filtr raportu*, *Pole legendy (serie danych)*, *Pola osi (kategorie)*, Σ *Wartość*). Domyślnie zaznaczany jest wykres kolumnowy. Pozostaje nam teraz wskazanie pól kluczowych i pól cech agregowanych – według pól kluczowych, do wyświetlenia w tabeli oraz na wyznaczenia kolumn na wykresie przestawnym (zob. Rycina 37.14).

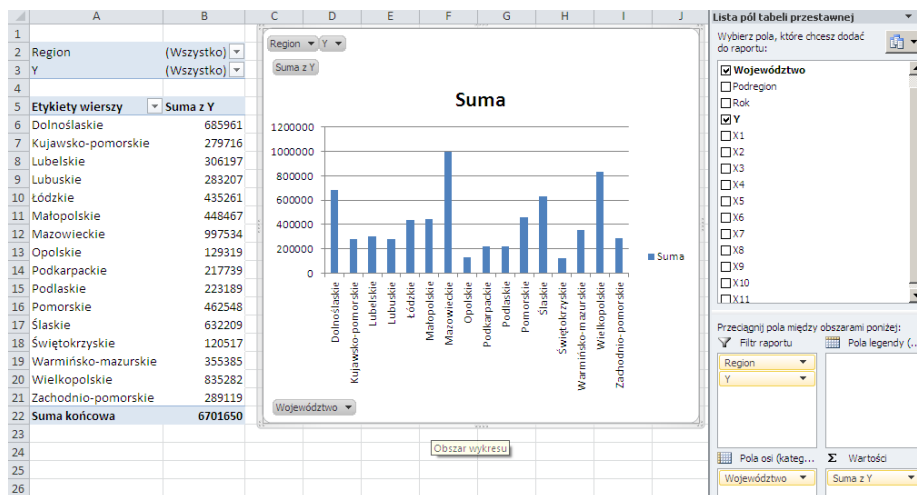


Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.14. Okno dialogowe tworzenia tabeli przestawnej z wykresem przestawnym

⁶⁶¹ Alexander M., Walkenbach J., *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*, op.cit., s. 229.

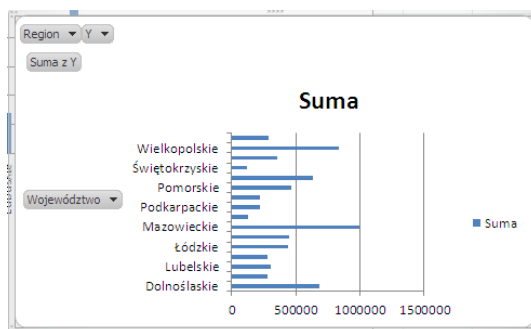
Jako pole kluczowe w wierszach tabeli wybieramy *Województwo*, a zmienną jest produkt krajowy brutto, czyli zmienna *Y*, która będzie automatycznie sumowana po latach 2000-2006. Filtrem wyboru są wszystkie regiony. W obszarze *Pola osi* zaznaczono *Województwo*. Zwróćmy uwagę na natychmiastowy efekt jaki daje program narzędzia jakim jest *Tabela przestawna* (zob. Rycina 37.15). Dodatkowo wyświetlane są w raporcie potencjalne filtry pola kluczowego *Region* i pola cechy *Y*. Domyślnie przyjmowane jest (*Wszystko*), czyli każdy rekord danych naszego arkusza wejściowego.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.15. Okno tabeli i wykresu przestawnego

Po zaznaczeniu dowolnej komórki np. A6 *Dolnośląskie* na naszym widoku uzyskanym według Ryciny 37.15 możemy skorzystać ze sposobu pierwszego generowania wykresów przestawnych a więc menu: *Narzędzia tabel przestawnych/Opcje/Tabela przestawna*. Istnieje tu możliwość wyboru rodzaju i typu wykresu a domyślnym jest wykres kolumnowy. Przykładowo przyjmujemy wykres słupkowy. Odwracamy układ osi zaznaczając w obszarze *Pola osi* cechę *Y*. Po akceptacji przyciskiem OK efektem jest wykres pokazany na Rycinie 37.16.



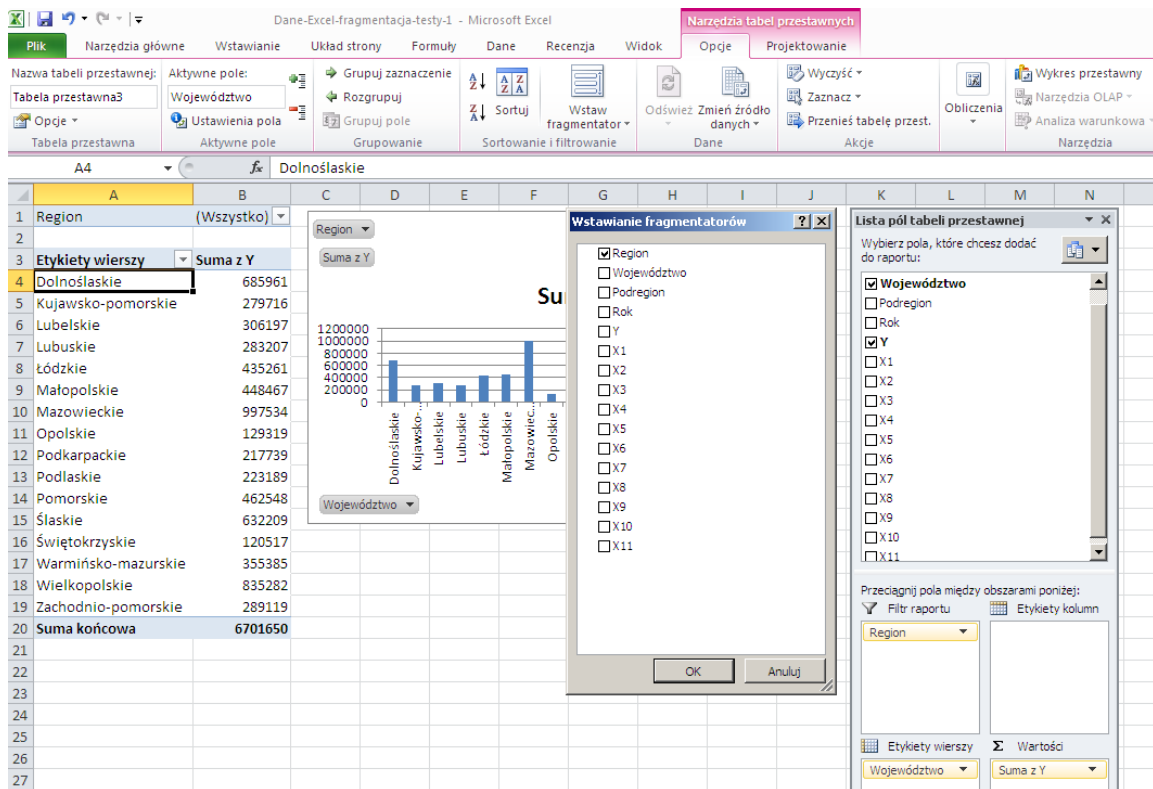
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.16. Wykres słupkowy cechy *Y* dla wszystkich regionów w układzie województw

37.4. Fragmentatory

Fragmentatory to nowa funkcja w ramach Microsoft Excel 2010. Fragmentator to interaktywna kontrolka ułatwiająca filtrowanie danych zarówno w arkuszach jak i tabelach przestawnych⁶⁶². Fragmentatory, reprezentujące pojedyncze pola, możemy przemieszczać i przykładowo umieścić obok wykresu, pod wykresem. Zabazujmy na naszym wcześniejszym filtrowaniu według *Województw* i z cechą *Y* dla wszystkich regionów i tylko skorzystajmy z menu: *Narzędzia tabel przestawnych/Opcje/Sortowanie i filtrowanie/Wstaw fragmentator* (zob. Rycina 37.17). Dla uruchomienia jednocześnie kilku filtrów na *Wstawianie fragmentatorów* trzymamy wciśnięty klawisz *Ctrl*.

⁶⁶² Alexander M., Walkenbach J., *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*, op.cit., s. 233.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 37.17. Wstawianie fragmentatora z filtrem Region

Pojawił się nam podsumowany raport ze wszystkimi województwami, po czym klikamy na ikonę przy *Region* i następuje rozwinięcie listy regionów Polski, celem wyboru interesującego nas regionu w danej chwili. W ramach *Narzędzia fragmentatora* występuje wiele opcji, a w tym *Style fragmentatora*. Dla zademonstrowania działania wyboru kilku regionów jednocześnie z widoku wszystkich województw możemy wybrać np. trzy regiony: *Centralny*, *Południowo-zachodni*, *Południowy*. Przy trzech zmiennych *X5*, *X6*, *X7* i domyślnym sumowaniu wszystkich wartości rekordów regionów i przyjęciu wykresu kolumnowego program fragmentatora różnicuje wartości poszczególnych zmiennych kolorem. Kliknięcie na kolumnę danej zmiennej umożliwia zmianę koloru.

Wersja Excela z roku 2010 umożliwia także przenoszenie wykresu przestawnego i osadzenie go w nowym arkuszu nazwanym przez użytkownika np. *Pracujący według województw*. W tym względzie korzystamy ze ścieżki menu:

Narzędzia wykresów przestawnych/Projektowanie/Lokalizacja/Przenieść wykres.

W Excel 2010 jest jeszcze wiele innych opcji tworzenia i modyfikacji tabel oraz wykresów przestawnych. Obszerne możliwości w tym zakresie podano w cytowanej już wcześniej książce *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*, do przetestowania których zachęcam Czytelnika.

37.5. Zagadnienia

1. Pulpit menadżerski
2. Tabele przestawne w Excelu
3. Zrównoważona Karta Wyników
4. Okno komunikacji
5. Struktura pulpitu
6. Wskaźniki efektywności KPI
7. Drażnienie danych
8. Hurtownia danych
9. Wykresy przestawne
10. Fragmentatory

38. Uwarunkowania środowiska pracy serwerowni⁶⁶³

38.1. Wstęp

Pretekstem do napisania tego materiału było zapytanie jednego z moich studentów na przedmiocie „Inżynieria systemów”: *Co to jest serwerownia pływająca?* Większość z nas kojarzy sobie pojęcie serwer z elementem głównym jakieś sieci. A więc co to jest serwerownia, czyżby zgrupowanie wielkiej liczby serwerów w jednym miejscu i po co? Jakie kryteria powinno spełniać pomieszczenie w którym one są umieszczone. Będąc w jednej z hurtowni papieru dyrektor prezentował swój system informatyczny wspomagający zarządzanie w tej firmie. A teraz pokażę naszą serwerownię powiedział. Było to małe pomieszczenie klimatyzowane z solidnymi drzwiami w którym stała szafa metalowa. Po jej otwarciu było w niej wiele ułożonych w stosie płyt dyskowych, czyli macierz dyskowa, używana obecnie i mająca jeszcze znaczną rezerwową pamięć na przewidywany rozwój danej hurtowni. Posadowiony jest w niej system operacyjny, baza danych i oczywiście niezbędne interfejsy, czyli łącza do urządzeń zewnętrznych tj. terminali, drukarek itp.

Przedstawiłem krótko przykład mikroserwerowni pracującej automatycznie. Podłączona jest ona z firmą serwisującą, która zdalnie monitoruje jej pracę oraz poprawność funkcjonowania aplikacji użytkowych oraz urządzeń pracujących w sieci lokalnej. Na mocy umowy między stronami, w ciągu 24 godzin, firma ta zobowiązana jest do usunięcia ewentualnej usterki dla zapewnienia ciągłości pracy wspomnianej hurtowni papieru. Tak więc galopująca technika informacyjna (IT), wobec potrzeb globalizującego się biznesu, i to nie tylko, przeszła proces ewolucji od jednostki centralnej zestawu komputerowego stacjonarnego typu komputer PC po sieci lokalne oparte o połączenia światłowodowe. Podłączone one były kablowo z centralnym komputerem typu *mainframe*. Obecnie budowane są duże „stadniny” serwerów w terenach chłodnych, wolnych od zanieczyszczeń środowiskowych, chronionych naturalnie kosztowny sprzęt serwerowy i sieciowy przed przegrzaniem i pracujących w systemie bezprzewodowym nawet z bardzo odległym otoczeniem zewnętrznym.

Proponuję teraz przejście do zdefiniowania pojęcia „serwerownia” i zwrócenie uwagi na szczegółowe uwarunkowania jakie muszą spełniać konstrukcyjnie takie obiekty. Z tego powodu odbyłem „spacer” po stronach internetowych odpowiadających na pytania:

Jakie kryteria powinna spełniać serwerownia, by zabezpieczała dane swoich firm?

Jak nie dopuścić do ataku różnych hakerów, czy też terrorysty?

W jaki sposób zapobiegać i niwelować skutki ewentualnego pożaru danego obiektu IT i być odpornym na nieprzewidziane klęki żywiołowe?

38.2. Pojęcie „serwerownia”

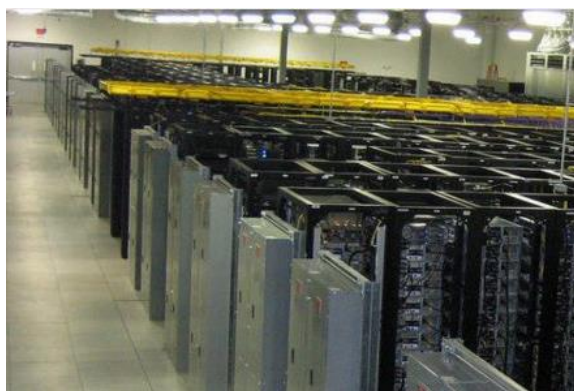
Serwerownia (*server room*) jest to wydzielone pomieszczenie będące środowiskiem pracy komputerów pełniących rolę serwerów, a także aktywnych i pasywnych elementów sieci komputerowych⁶⁶⁴. Urządzenia te są umieszczane najczęściej w szafach stelażowych (*rackowych*) wewnątrz serwerowni. Dla poprawnej pracy urządzeń powinna być wilgotność (45%) i temperatura powietrza (20°C). Z tego względu w serwerowni powinny być czujniki dla utrzymania tego specyficznego mikroklimatu. Istotnym zagadnieniem jest utrzymanie ciągłości pracy i dlatego stosuje się dwa źródła zasilania, a ponadto systemy doraźnego zasilania awaryjnego (UPS). W sytuacji zabezpieczenia serwerów internetowych wymagane jest utrzymywanie łączy do różnych dostawców tego globalnego medium jakim jest Internet.

W serwerowniach profesjonalnych podniesione podłogi technologiczne wyłożone są specjalnymi matami, które zapobiegają gromadzeniu się ładunków elektrostatycznych, a także są ułatwieniem doprowadzenia okablowania do szaf stelażowych. Również, o czym będzie jeszcze mowa, rozbudowane serwerownie powinny posiadać odpowiednie systemy przeciwpożarowe. Tak

⁶⁶³ Niniejszy tekst bazuje na moim artykule ujętym w monografii: *Współczesne zagadnienia zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019, strony: 378-389.

⁶⁶⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Serwerownia>, dostęp: 25.03.2019.

więc duże specjalizowane serwerownie to obiekty zapewniające dogodne warunki do pracy sprzętu, czyli serwerów, macierzy dyskowych, przełączników sieci oraz routerów (zob. Rycina 38.1)⁶⁶⁵.



Źródło: <https://sicd.pl/teoria/serwerownia/>.

Rys. 38.1. Widok na salę w serwerowni z szafami rackowymi

W celu zapewnienia ciągłości działania całego systemu informatycznego np. zintegrowanego klasy ERP w określonym przedsiębiorstwie buduje się serwerownie. Pomieszczenie serwerowni wyposaża się w szafy teleinformatyczne wykonane przeważnie w standardzie rack 19” o wymiarach zależnych od ciężaru montowanego w nich sprzętu serwerowego i sieciowego. Budowa szaf ma na celu także umożliwienie właściwego chłodzenia zainstalowanych w nim urządzeń. Jak już wspominałem w serwerowni wymagane jest utrzymanie odpowiednich warunków środowiskowych, a mianowicie czystości powietrza, wilgotności oraz temperatury. Służy do tego instalacja klimatyzacji precyzyjnej zapewniająca prawidłową pracę sprzętom IT.

Zgrupowana na sali serwerowni znaczna ilość serwerów wymaga dużej ilości energii elektrycznej. Sprzęt w takim obiekcie jest wrażliwy na zaniki napięcia, skoki w zasilaniu prądem. Z tego względu są dodatkowo asekurowane zasilaniem okresowym gwarantowanym określonym jako zasilacze UPS. W profesjonalnych serwerowniach niezawodne staje się dodatkowo zasilanie rezerwowe agregatem prądotwórczym. Istotna jest tu bowiem niezawodna komunikacja pomiędzy poszczególnymi urządzeniami, co zapewnia tzw. okablowanie strukturalne, a także łączności do sieci lokalnych i oczywiście globalnej typu Internet.

Zainstalowany w serwerowni automatyczny wczesny detektor dymu ostrzega przed możliwością wystąpienia ewentualnego pożaru. A jeśli pożar wystąpi to wtedy stosuje się system gaszenia odpowiednim gazem, przy czym wymaga to instalacji typu wyposażenie gaśnicze (SUG)⁶⁶⁶. Serwerownie powinny mieć także wdrożony system bezpieczeństwa fizycznego, a w ramach niego: kontrolę dostępu, sygnalizację włamania i napadu, telewizję przemysłową. Jest to duże zadanie i aby jemu sprostać duże serwerownie mają kompleksowy system kontroli parametrów środowiskowych, stanu urządzeń i instalacji. Przy tym wszystkim należy uwzględnić wymagania użytkowników w odniesieniu do niezawodności „hostowanego” systemu informatycznego. W przypadku takiej zewnętrznej usługi na określonym hoście znajduje się też utrzymanie zdalne zbiorów firmy, które zleciła taką usługę i z tak zorganizowana serwerownia nazywana jest centrum danych.

38.3. Zabezpieczenie elementów architektonicznych

Zdaniem Krzysztofa Surgula zabezpieczenie serwerowni to nie tylko ochrona przed nieupoważnionymi osobami, ogólne zabezpieczenie pożarowe, ale także dbałość o ochronę zasobów w niej zgromadzonych poprzez sprawdzenie tzw. otworów do których należą drzwi i okna⁶⁶⁷. Należy także sprawdzić wszelkie przepusty w ścianach i stropach, które były niezbędne do

⁶⁶⁵ <https://sicd.pl/teoria/serwerownia/>, dostęp: 25.03.2019.

⁶⁶⁶ Ibidem.

⁶⁶⁷ <https://dataspace.pl/blog/zabezpieczenia-serwerowni-od-a-do-z/>, dostęp: 25.03.2019.

wykonania różnego typu instalacji. Jak już wspominałem serwerownie zazwyczaj mają podwyższoną podłogę oraz sufit podwieszony i tam także należy dokonywać kontroli okresowych, czy nie występują potencjalne zagrożenia.

W ostatnim okresie buduje się raczej serwerownie parterowe ze sprzętem rozsuniętym na znacznej powierzchni dla chłodzenia grzejących się urządzeń. Jeśli jednak jest ona w budynku wielkondygnacyjnym i obok jest szyb windy to wymaga to częstego sprawdzania zgodności z przepisami ochrony, gdyż jest to dogodna droga dla ewentualnego pożaru. Z tego względu ściany serwerowni od strony szybu windy powinny być dodatkowo wzmocnione ogniowo. W nowobudowanych serwerowniach obiekty nie posiadają zazwyczaj okien, gdyż są one źródłem przegrzania urządzeń w okresie lata, jak również mogą być miejscem ataku poprzez wrzucenie materiału łatwopalnego. Serwerownie musimy chronić nie tylko ze względu na zabezpieczenie danych, ale szczególnie ze względu na bardzo wysokie koszty inwestycyjne zbudowania tego rodzaju obiektu. Gdy serwerownie lokuje się w obiekcie istniejącym to stosuje się zamurowywanie okien, z pozostawieniem jednak ich w formie atrapy na zewnątrz obiektu od strony ulicy. Odnośnie drzwi to w serwerowni stosowane są drzwi stalowe o odporności EI-60 i powinny być one dostatecznie szerokie dla ewentualnego ewakuowania sprzętu i pracowników danej serwerowni⁶⁶⁸. Jeśli nastąpi pożar to system przeciwpożarowy ma zadanie odblokowanie drzwi, które ponadto powinny być wyposażone w samozamykacz, aby zapewnić poprawną pracę systemu chłodu. Zagrożeniem w dużej klimatyzowanej sali serwerowni są także szczury, które potrafią niszczyć osłony plastikowe okablowania.

Jeśli obiekt serwerowni ma w swoim wnętrzu różne instalacje to konieczne jest wyposażenie go w czujniki np. gazu zamontowane zarówno w sali jak i w suficie podwieszonym. Należy dbać o to, aby nie występowała zbyt duża wilgotność, gdyż powoduje to skraplanie się wody na sprzęcie. To zagrożenie może wystąpić zwłaszcza wtedy, gdy pod podłogą przebiega instalacja wodna. Zalecane jest w takiej sytuacji zamontowanie czujników wilgoci w miejscach ewentualnego wycieku wody. Dodatkowo, jeśli serwerownia zlokalizowana jest na kondygnacji pod dachem budynku to zalecane jest pokrycie sufitu specjalną powłoką wodoodporną⁶⁶⁹.

Już z tego, pobieżnego przedstawienia widzimy przed jakimi wymaganiami stają właściciele własnych dużych systemów informatycznych, aby chronić użytkowane na serwerach bazy technologii informacyjnej. Technologia IT serwerowni powinna zapewnić dostęp do zasobów Internetu, chyba że dana serwerownia służy wyłącznie celom administracyjno-produkcyjnym określonego zakładu. We wczesnych generacjach systemów informatycznych ciągłość zasilania pracownikom określonego działu np. konstrukcyjnego zapewniały urządzenia zwane UPS z podłączonymi do nich komputerami użytkowników przy nich pracujących. Pewne funkcje posiadały także systemy operacyjne Windows, które ostrzegały i po pewnym okresie automatycznie wyłączały określony komputer z pracy w sieci.

Coraz częściej eksploatowane obecnie w fabrykach zintegrowane systemy informatyczne klasy ERP wymagają ciągłości zasilania. Wymaga to jednak, jak już wspominałem, zainstalowania odpowiedniej mocy urządzeń UPS dla zachowania ciągłości zasilania prądem elektrycznym, poprzez przełączenie na zasilanie z akumulatorów. Znaczący temat twierdzą, że istotnym zagadnieniem jest filtrowanie zakłóceń np. efektu przepięć jakie występują w sieciach energetycznych. Zakłócenia w sieci energetycznej mają wpływ na żywotność pamięci dyskowych. Uzupełnieniem w zapewnieniu zasilania jest zainstalowanie na zewnątrz obiektu serwerowni agregatu prądotwórczego uruchamianego po dłuższym zaniku dostarczania prądu, gdyż UPS podtrzymuje zasilanie tylko przez około 15 minut (zob. Rycina 38.2). Ze względu na nieprzewidziane zdarzenia losowe, w tym pogodowe agregaty prądotwórcze zasilające serwerownię muszą być w gotowości przez całą dobę. Dodam, że agregaty prądotwórcze stosują silniki diesla, a te przy dużym spadku temperatury zimą wymagają odpowiedniego systemu dogrzewającego.

⁶⁶⁸ Ibidem.

⁶⁶⁹ Ibidem.



Źródło: <https://dataspace.pl/blog/zabezpieczenia-serwerowni-od-a-do-z/>.

Ryc. 38.2. Fragment agregatu prądotwórczego

Ważne jest aby czas przełączania na inne źródło energii był bardzo krótki, aby nie miało wpływu na pracę urządzeń. Konieczne jest przy tym okresowe monitorowanie naładowania akumulatorów, których trwałość jest około 5 lat.

Inwestor wdrażanego dużego systemu informatycznego musi rozważyć, czy warto wybrać budowę własnej serwerowni i być obciążonym kosztownym jej zabezpieczeniem, czy też zdecydować się na outsourcing, czyli ulokowanie swego serwera w dedykowanym specjalizowanym obiekcie typu Data Center, posiadającym profesjonalnie utrzymywaną serwerownię. Jest to trudna decyzja, gdyż występuje jednak ciągle obawa przed wyciekami informacji do konkurencji oraz koszt takiej usługi zewnętrznej jest znaczący. Problemem jest także, ewentualna awaria systemu klimatyzacyjnego, a rozwiązaniem jest utworzenie systemu klimatyzacji zapasowej, wszystko to jednak powoduje dodatkowe koszty takiego przedsięwzięcia. Ponadto serwerownie, poprzez dostęp do ogólnie dostępnej do sieci globalnej narażone są na ataki hakerów. Tak więc bardzo ważne jest dobranie odpowiedniej architektury sieci wewnątrz serwerowni, aktywnych urządzeń monitorujących ruch, czy też środków programowych, zwanych *firewalle*, służących do obrony przed takimi zagrożeniami.

38.4. Wspomaganie „schładzania” serwerowni

Jak już wspomniałem proces schładzania urządzeń IT serwerowni wymaga specjalizowanego systemu klimatyzacji precyzyjnej, aby serwery pracowały w warunkach zbliżonych do optymalnych. Zastanówmy się jednak, czy jest możliwość schłodzenia serwerów bez systemu klimatyzacji. Rozważano w tym względzie różne warianty⁶⁷⁰:

- a) Odbieranie nadmiernej energii cieplnej przy wykorzystaniu cieczy, podobnie jak to jest w lodówkach.
- b) Umieszczenie serwerów w chłodnym otoczeniu, przykładowo zbudowanie serwerowni w kraju podbiegunowym.
- c) Zlokalizowanie „floty” serwerów w przestrzeni pozaziemskiej, gdzie temperatura jest znacznie poniżej zera.
- d) Rozmieszczenie serwerów na dużej powierzchni, o czym już wspominałem.

Zagadnienie zabezpieczenia serwerowni spotykamy też w innej publikacji internetowej⁶⁷¹. Na tzw. macierzach dyskowych zgromadzone są informacje dotyczące podstawowych obszarów działalności danego przedsiębiorstwa. Z tego powodu zapewnienie bezpiecznej pracy systemu sieciowo-serwerowego powinno być dominującym tematem także dla kierownictwa firmy. Zaleca się, aby przewody zasilające oraz telekomunikacyjne urządzeń w serwerowni były poprowadzone pod ziemią lub zabezpieczone za pomocą tzw. korytek, przy czym należy przewody zasilające odseparować od okablowania komunikacyjnego np. internetowego.

Budynek serwerowni powinien być wyposażony w instalację odgromową, a linie zasilające i komunikacyjne w filtry odgromowe. Wymagane jest aby podwyższona podłoga była antystatyczna i niepalna. Nie może także zapomnieć o urządzeniach gaśniczych w salach serwerowni, przy czym do nich zaliczamy: systemy zapewniające automatyczne gaszenie pożaru gazem, gaśnice śniegowe do gaszenia urządzeń elektronicznych. W każdej serwerowni powinna być przestrzegana instrukcja obsługi sprzętu w tego typu obiekcie specjalizowanym. Instrukcja ta opisuje rodzaje zastosowanych

⁶⁷⁰ Ibidem.

⁶⁷¹ <https://odo24.pl/blog-post.jak-zabezpieczyc-pomieszczenie-serwerowni>, dostęp: 30.03.2019.

instalacji, urządzeń i systemów wewnątrz serwerowni oraz podaje procedury postępowania w sytuacji wystąpienia określonego zagrożenia⁶⁷². Odrębnie opracowana jest instrukcja pracy w zakresie zarządzania poszczególnymi systemami informatycznymi. Dotyczy ona dostępu do ich funkcjonalności i sposobu udostępniania informacji. W procesie przetwarzania trzeba koniecznie pamiętać o tworzeniu kopii zapasowych danych. Zaleca się, aby kopie przechowywane były co najmniej w zamkniętym sejfie. Dodam jeszcze, że wiele przedsiębiorstw motoryzacyjnych Zachodu zbiory archiwalne przechowuje przeważnie w innych chronionych obiektach o oddalonej lokalizacji.

Coraz więcej internautów interesuje temat w jaki sposób w Google zbudowana jest serwerownia, w której zgromadzone i wyszukiwane są w wielu zbiorach informacje. Sięgnijmy więc po publikację *„Technologie IT. Serwerownie Google”*⁶⁷³ w której na wstępie czytamy:

„Na samym początku, kiedy Google było jeszcze projektem badawczym Larry`ego Page`a i Sergey`a Brina, zasilano je kilkoma tanimi i gotowymi serwerami. Ponadto dowiadujemy się z niej także: W 1998 r. podstawową znajdującą się tam maszyną był serwer Sun Ultra II z wbudowanymi dwoma procesorami: 200 MHz oraz 256 MB RAM o podłączonych do niego dwiema macierzami dyskowymi: jedną z trzema dyskami po 9 GB oraz drugą z sześcioma dyskami po 4 GB. To właśnie na nich działał tzw. webcrawler (pajęczek), stanowiący oprogramowanie przeszukujące Internet, a także zbierające informacje o stronach WWW”.

Ponad 10 lat później zbudowane zostało w chłodnej Finlandii nowoczesne centrum danych. Użyto w tym celu podziemnego, wykutego w granitowej skale tunelu pod budynkiem serwerowni, przy czym do chłodzenia zastosowano napędzane parą turbiny elektryczne. Wyobrażenie o przestrzeni zajmowanej przez serwerownię Google możemy sobie wyrobić chociażby na podstawie Ryciny 38.3.



Źródło: <http://www.siux.pl/serwerownie-googlea.html>.

Ryc. 38.3. Widok ogólny na dużą serwerownię firmy Google

Ciekawostką jest to, że w chłodnych warunkach światłowody serwerowni, będącej centrum danych działają 200 tys. razy szybciej niż w naszych warunkach domowych⁶⁷⁴. Opisywaną serwerownię rozpoznać można po wieżach chłodniczych. W centrum danych jest duża biblioteka kopii nośników danych. Trudno w to uwierzyć, bowiem aż około miliona serwerów ma koncern Google na świecie. W wielkiej sali serwerowni w Finlandii pracownicy przemieszczają się na skuterach, a akumulatory pełniące rolę UPS znajdują się przy serwerach. Przedstawiono tu wdrożone rozwiązanie schładzania serwerowni bazujące na lodowatej wodzie pobieranej z morza i ulokowaniu grzejących się urządzeń w podziemnym kamiennym tunelu. Innowacje w tym zakresie

⁶⁷² Ibidem.

⁶⁷³ <http://www.siux.pl/serwerownie-googlea.html>, dostęp: 25.03.2019.

⁶⁷⁴ Ibidem.

poszły dalej i pomyślano o podwodnych serwerowniach, w których centra danych znajdują się w wielkich walcach zatopionych w morzu (zob. Rycina 38.4).



Źródło: <https://www.chip.pl/2018/06/microsoft-buduje-podwodne-serwerownie/>.

Ryc. 38.4. Fragment zatopianej części serwerowni

W notatce internetowej czytamy, że⁶⁷⁵:

„Projekt badawczy Niatock ma na celu obniżenie kosztów chłodzenia sprzętu. 864 serwerów zatopionych u wybrzeży Szkocji mogą pomieścić ponad 27 petabajtów danych, czyli biliardów bajtów. Serwery będą połączone kablem, który zapewni połączenie z Internetem i zasilanie energią odnawialną”.

38.5. Zagadnienia

1. Serwerownia
2. Połączenia światłowodowe
3. Mainframe
4. Szafy rackowe
5. Szafy teleinformatyczne
6. Zasilacze UPS
7. Czujniki wilgoci
8. Ataki hakerów
9. Schładzanie serwerowni
10. Praca w wielkiej serwerowni

* * *

Współcześnie mamy możliwości: zbudowania własnej serwerowni, przetwarzania danych w chmurze, skorzystania z usług zewnętrznego centrum danych (*data center*) rozszerzonego o nowe funkcjonalności w stosunku do serwerowni. Profesjonalne firmy, mające serwerownie z wielką troską podchodzą do zapewnienia bezpieczeństwa danych swoich klientów. Czy warto więc przedsiębiorstwom angażować duże środki finansowe na budowanie prywatnych centrów danych, a w ramach nich nowoczesnych serwerowni? Odpowiedzi na to pytanie poświęcona jest kolejna publikacja internetowa⁶⁷⁶.

Wiele przedsiębiorstw zwłaszcza tych o zasięgu międzynarodowym dochodzi do wniosku, że utrzymywanie i rozwijanie własnej serwerowni, w randze Centrum Danych staje się coraz mniej opłacalne. Ponadto trudno jest spełnić wszystkie kryteria związane z bezpieczeństwem urządzeń jak i danych. W takiej sytuacji zewnętrzne centra danych, a także niektóre serwerownie jako serwisy chmurowe to rozwiązania przyszłościowo pewniejsze. Problemem dla koncernów jest także, utrzymywanie własnego zdalnego obiektu do przechowywania wielu wersji kopii zapasowych danych. Nadmienię, że *chmura Orange* w ramach dodatkowej umowy wykonuje także „*backup*”, czyli archiwowanie zasobów magnetycznych. Jak już wspomniałem, niektóre serwerownie mają także niezależne podłączenie do Internetu, zwłaszcza te, które posługują się sklepami

⁶⁷⁵ <https://www.chip.pl/2018/06/microsoft-buduje-podwodne-serwerownie/>, dostęp: 25.03.2019.

⁶⁷⁶ https://www.hbrp.pl/b/5-powodow-dla-ktorych-nie-warto-inwestowac-we-wlasna-serwerownie/PsiaDfkDC?NO_COOKIES=1, dostęp: 30.03.2019.

internetowymi i stosują różne nowoczesne aplikacje marketingu internetowego. Dodatkowym atutem pracy przy korzystaniu z zewnętrznej serwerowni typu Data Center to prawie całkowite zabezpieczenie zasobów klientów poprzez korzystanie z oprogramowania strukturalnego.

Na zakończenie warto wspomnieć jeszcze o serwerowni Facebooka, która jest w szwedzkim miasteczku Luleå, leżącym blisko koła podbiegunowego. Zbudowano ją w chłodnym miejscu, aby wyraźnie zmniejszyć koszty eksploatacji w tego typu obiekcie⁶⁷⁷ (zob. Rycina 38.5). Widzimy tu panoramę ogromnego parterowego obiektu serwerowni otoczonego lasami.



Źródło: Jak w przypisie 383.

Ryc. 38.5. Widok serwerowni Facebooka w Luleå

Serwerownię zbudowano w roku 2013 i korzysta ona ze źródeł odnawialnych np. energii silnego wiatru w tym rejonie. Według przytoczonego źródła publikacji⁶⁷⁸ główna hala serwerowni ma powierzchnię 6 boisk piłkarskich – aż trudno w to uwierzyć. Serwery, których jest około 25 tys. nie mają obudów, co znacznie ułatwia ich schładzanie i naprawy. Na pewno w niedalekiej przyszłości, giganty globalni technologii informacyjnej, wymyślą jeszcze inne rewolucyjne rozwiązania w odniesieniu do przechowywania i zabezpieczania coraz ogromniejszych zasobów informacji na nośnikach magnetycznych.

⁶⁷⁷ https://int.search.myway.com/search/GGmain.jhtml?ct=ARS&n=7857d6ae&p2=%5ECNF%5Exdm039%5ETTAB03%5Epl&pg=GGmain&pn=1&ptb=F8E8BCF8-086B-4F46-806E-89F30AE638E2&q=&si=EAIAIQobChMI_tfirOfX4AIVhoSaCh3BWwgXEAEYASAAEgL4d_D_BwE&ss=sub&st=tab&trs=wtt&searchfor=polarna+serwerownia+Facebooka&feedurl=ars%252Ffeedback%253ForiginalQuery%253Dserwerownia%252Bfacebooka%2526relatedQuery%253Dpolarna%252Bserwerownia%252Bfacebooka&tpr=jre10&ots=15527591, dostęp: 25.03.2019.

⁶⁷⁸ Ibidem.

39. Zastosowanie konwertera plików⁶⁷⁹

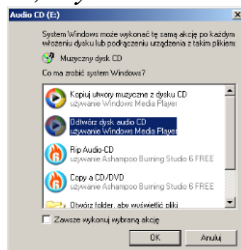
39.1. Wstęp⁶⁸⁰

Czasem jesteśmy w sytuacji, że mamy zbiory dźwiękowe zapisane na płytach CD w formacie CDA. Dla wygody kopiujemy je na dysk twardy własnego laptopa. Później próbujemy otworzyć i okazuje się, że pliki nie są uruchamiane. W takiej sytuacji trzeba dokonać konwersji plików na płytach CD w formacie CDA na format MP3. Przykład taki przeprowadziłem z zastosowaniem bezpłatnego konwertera *audio v1.0.20* o nazwie *fre:ac*. Potrzeba taka wynikała z otwierania nagrań kolejnych lekcji języka angielskiego otrzymywanych na płytach CD w formacie CDA.

Konwertery posiadają przeważnie wiele możliwości zamiany określonego pliku audio, a także i wideo na wskazany przez użytkownika. Są przeważnie bezpłatnie dostępne w Internecie. W niniejszym materiale przedstawiono różnego rodzaju pliki multimedialne. Ponadto wyszczególniono stosowane programy do konwersji plików na pożądany format ze szczególnym uwzględnieniem ich funkcjonalności.

39.2. Przykład zastosowania audio konwertera

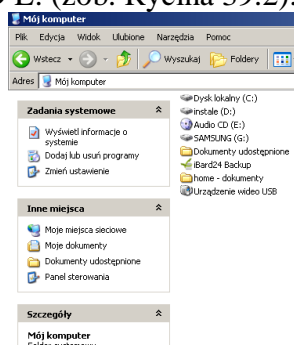
Dla wyłonienia procedury konwersji wykorzystano będącą w dyspozycji autora płytę CD z nagraniem kolejnymi lekcjami 1-2 języka angielskiego dla początkujących otrzymany na szkoleniu prowadzonym przez ESKK. W dalszej części omówię kolejne kroki postępowania mającego na celu konwersję plików z formatu CDA na popularny format MP3. Wkładamy płytę CD do stacji dysków. System operacyjny naszego laptopa pracującego np. pod Windows XP rozpoznaje ją jako *Muzyczny dysk CD*, a naszą płytkę jako *Audio CD (E:)*, czyli na stacji E:. Instalujemy wcześniej program *Windows Media Player*. W oknie dialogowym pojawiającym się po włożeniu dysku wybieramy funkcję *Otwórz dysk audio CD, używanie Windows Media Player* (zob. Rycina 39.1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.1. Okno dialogowe sygnalizujące Muzyczny dysk CD

W kolejności otwieramy okno z dyskami występującymi w systemie operacyjnym użytkownika. Interesuje nas *Audio CD E:* (zob. Rycina 39.2).



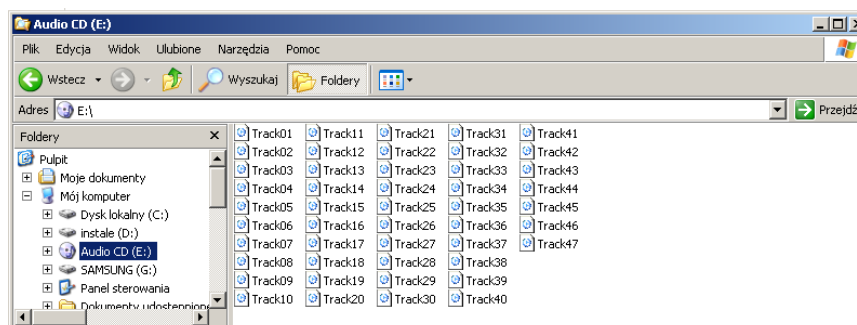
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 33.2. Okno zakładki Mój komputer

⁶⁷⁹ Opracowanie bazuje na rozdziale 4. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁶⁸⁰ Skrót artykułu znajduje się w monografii: *Współczesne problemy zarządzania: Ekonomia, edukacja, opieka zdrowotna i farmacja*, Conference Proceedings of the 5th International Scientific Conference, October 26 - 29, 2017, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2017, strony: 25-27.

Klikamy na tą ikonę i następuje otworzenie plików zapisanych na kolejnych ścieżkach *Track01* – *Track47* dysku na stacji E: stanowiącym kolejne ćwiczenia z języka angielskiego w ramach lekcji 1-2 kursu ESKK. Są to – jak już wspomniałem, pliki w formacie CDA (zob. Rycina 39.3).



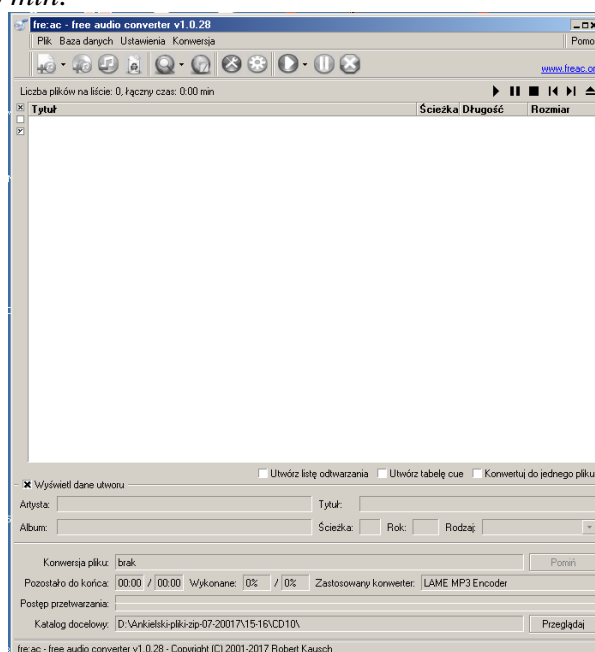
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.3. Pliki cda zapisane na płycie CD

Teraz zachodzi potrzeba zainstalowania z Internetu bezpłatnego konwertera audio o pełnej nazwie *fre:ac* – *free converter v1.0.28*. Znajduje się on na stronie www.freac.org i jest narzędziem m.in. zamiany formatów. Po tej czynności możemy omawiany program wywołać z menu *START/Programy/fre:ac*. Zainstalowany bezpłatnie dostępny audio konwerter *fre:ac* ma pełną nazwę *Advanced Batch Image Converter Converceen FlaSquisher*. Standardowe postępowanie związane z zainstalowaniem *Fre:ac* sprowadza się do zrealizowania następujących kroków:

1. Pobranie programu *Fre:ac* ze strony <https://www.frac.org/index.php/downloads-mainmenu-33>, a następnie zainstalowanie go i uruchomienie. Z menu *Plik* wybieramy *Dalej*, a następnie pozycję: *Plik(i) audio...*, aby dodać pojedynczy plik lub kilka plików, pliki audio *Z katalogu ...*, w celu wskazania całego katalogu lub *Zawartość płyty Audio CD* (aby wskazać muzykę z płyty).
2. Z menu *Konwersja* wybieramy pozycję *Rozpocznij konwersję* wskazując na pożądany rodzaj pliku wynikowego.
3. Katalog docelowy można zmieniać poprzez przycisk *Przełączaj* w głównym oknie programu.

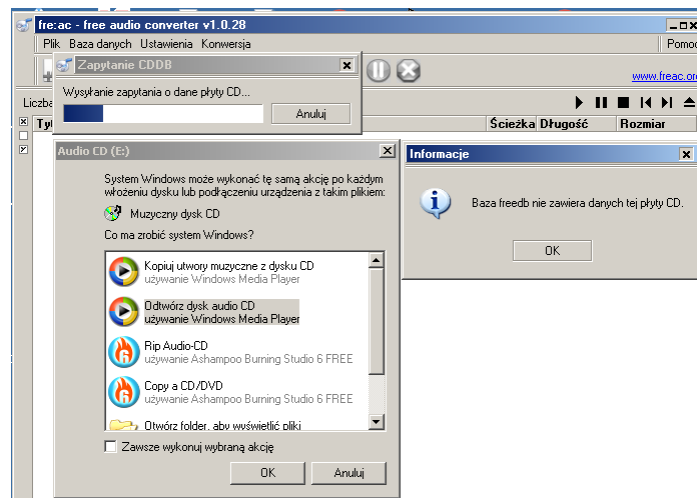
Wymieniony konwerter audio ma własne menu obejmujące zakładki: *Pliki*, *Baza danych*, *Ustawienia*, *Konwersja* (zob. Rycina 39.4). Jeśli w stacji dysków E: znajduje się płyta CD, to następuje automatyczne jej otwarcie w środowisku konwertera *fre:ac*. Zanim nastąpi otwarcie, konwerter sprawdza własną bazę danych, a jeśli nie ma plików daje komunikat *Liczba plików na liście: 0, łączny czas: 0:00 min.*



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.4. Strona główna konwertera *fre:ac*

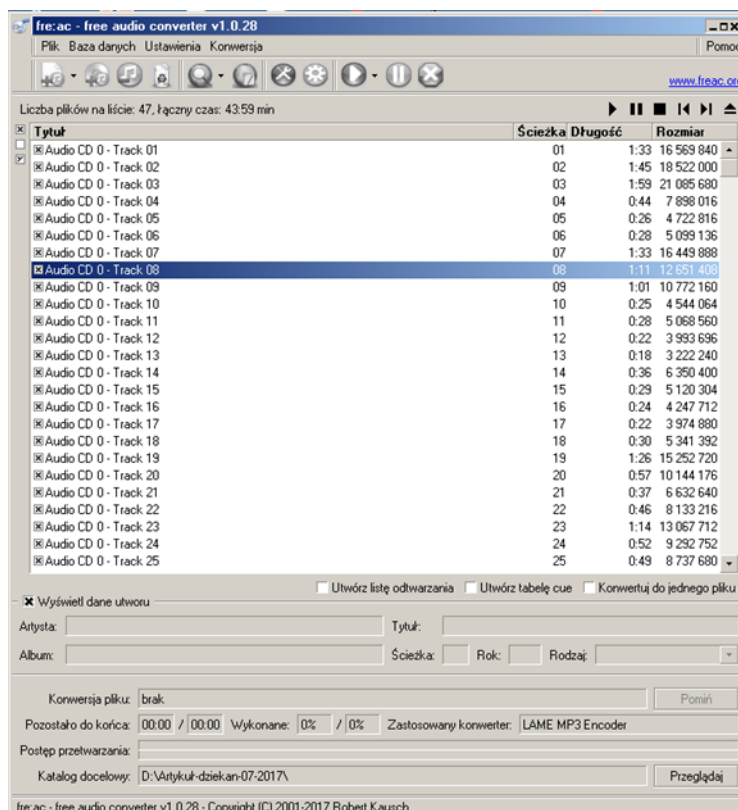
Mając już sprawdzoną własną bazę danych (zob. Rycina 39.5) konwerter wysyła zapytanie o dane do płyty CD w stacji E: i listuje kolejne pliki na ścieżkach dodając do tytułu pliku przedrostek *Audio CD 0*, czas ich odtworzenia w minutach oraz rozmiar w bajtach.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.5. Porównanie bazy danych konwertera i plików na płycie CD

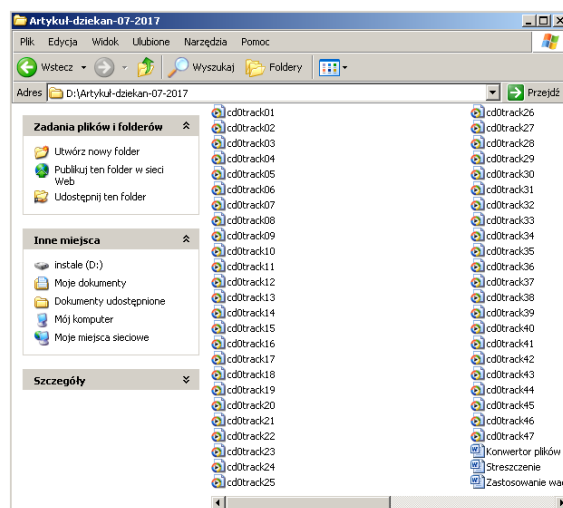
Pliki na ścieżkach traktowane są jako „utwory muzyczne” (zob. Rycina 39.6). Nastąpiło przejście z płyty CD przez konwerter 47 plików audio w czasie 43,59 min, które następnie w postaci skonwertowanej zapisane będą przez program na dysku D: na wskazanej przez użytkownika ścieżce np.: *D:\Artykuł-dziekan-07-2017*.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.6. Pliki gotowe do konwersji na format MP3

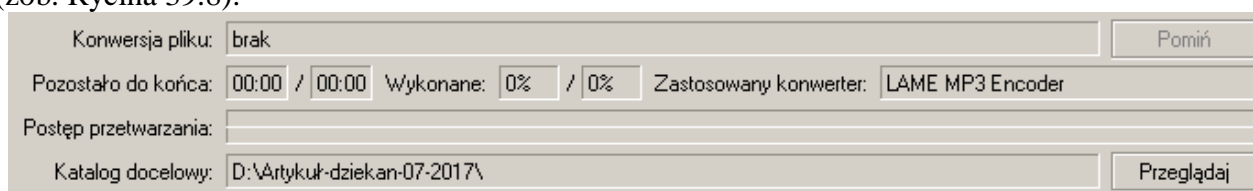
Wystarczy teraz kliknięcie na zakładkę *Konwersja*. Obserwujemy w oknie konwertera kolejne pobieranie plików ze ścieżek *track01 – track47* z nadaniem przedrostka *cd0* i umieszczenie ich na wcześniej wymienionej ścieżce (zob. Rycina 39.7).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.7. Pliki formatu MP3 w katalogu użytkownika na dysku D:

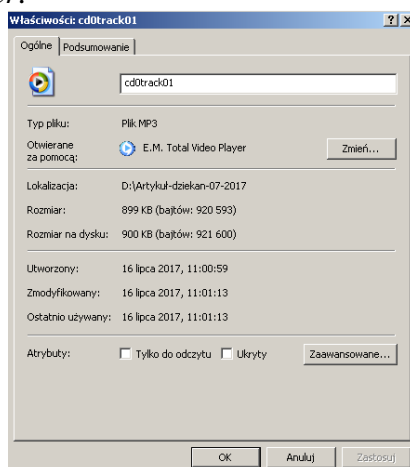
Program na bieżąco informuje nas o zaawansowaniu w procentach konwersji domyślnej danego pliku formatu CDA na format MP3 z zastosowaniem szczegółowego programu LAME MP3 Encoder. Podaje też wizualnie postęp przetwarzania pliku i zaawansowanie procesu w postaci przesuwających się dwóch słupków poziomych w *Postęp przetwarzania*. Zakończenie procesu przetwarzania wszystkich plików dźwiękowych sygnalizowane jest jako *Konwersja pliku: brak* (zob. Rycina 39.8).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.8. Informacja o zakończeniu konwersji plików formatu CDA na MP3

Sprawdźmy teraz przykładowo, czy konwerter rzeczywiście zamienia pobierane pliki na format MP3, klikając prawym przyciskiem myszy i wybierając opcje *Właściwości* dla np. pliku *cd0track01*. Na Rycinie 39.9 widzimy, że typ pliku jest formatu MP3 i otwierany jest za pomocą programu E.M. Total Video Player.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.9. Potwierdzenie formatu przykładowego pliku *cd0track01*

Konwersja została zakończona, ciekawi jesteśmy z pewnością, czy teraz pliki zapisane na ścieżce *D:\Artykuł-dzieskan-07-2017* będą otwierane. Efekt okazał się pomyślny, możemy więc korzystać z pliku audio na laptopie bez płyty CD włożonej do stacji E:.

39.3. Nowa wersja encodera

Zatrzymajmy się jeszcze na programie szczegółowym LAME MP3 *Encoder* o którego nowej wersji dowiadujemy się w wyszukiwarce Google (zob. Rycina 39.10). Według informacji z Internetu LAME MP3 *Encoder* 3.99.5 to najnowsza polska wersja szybkiego bezpłatnego *encodera* współpracującego z wieloma programami do tworzenia plików MP3⁶⁸¹. Pracuje pod następującymi systemami operacyjnymi: Windows XP, Windows Vista, Windows 98, Windows 7, Windows 8, Windows 10. Twórcą tego oprogramowania a pojemności o 7 MB jest firma *DVDVideoMedia*.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.10. Hasło wywołania encodera

Omawiany *encoder* posiada wybór częstotliwości, kodowania trybów (*mono*, *stereo*, *joint stereo*) oraz ma możliwość kodowania plików WAN w formacie VBR⁶⁸². Sięgnijmy jeszcze do encyklopedii Wikipedia, aby dowiedzieć się jak jest zdefiniowane określenie LAME⁶⁸³. LAME to program do kompresji dźwięku do formatu MP3. Skrót LAME to akronim od „LAME ain't an MP3 encoder”. Uznawany jest jako *encoder* dający wysoką jakość plików MP3, co zostało potwierdzone w testach odsłuchowych kodeków MP3.

39.4. Rodzaje plików multimedialnych

Na Rycinie 39.9 dla otwarcia pliku *cd0track01.mp3* system Windows XP skorzystał z programu *E.M. Total Video Player*. Jego nową wersję 840 można zainstalować z Internetu⁶⁸⁴. Bezpłatny ten program obsługuje też większość popularnych formatów wideo, a mianowicie: AVI, DAT, MP3, MP, FLV, ASV, WMV, XviD, DivX oraz MPEG. W rankingu odtwarzaczy audio na dzień 11.07.2017 zyskał trzecią pozycję (zob. Rycina 39.11).

Szczegóły produktu
Oceny: 6 (1637)
Ranking w kategorii <u>Odtwarzacze audio</u> : 3
Ostatnio oceniono: 11/07/2017
Licencja: Darmowy
Rozmiar pliku: 7.00 MB
Wersja: 8.4.0
Ostatnia aktualizacja: 14/9/2011
System operacyjny: Windows XP, Windows Vista, Windows 98, Windows 8, Windows 7, Windows 10
Języki: Polski, Hiszpański, Niemiecki, Angielski, Indonezyjski, Włoski, Więcej...
Twórca: DVDVideoMedia
Liczba pobrań (Polski): 395
Liczba pobrań (Na całym świecie): 372,084

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 39.11. Charakterystyka produktu „E.M. Total Video Player”

Wspomniane kodeki to urządzenia do odtwarzania plików MP3. Zobaczmy jeszcze jak określono ten rodzaj pliku w encyklopedii Wikipedia⁶⁸⁵. Dowiadujemy się, że jest to popularny format lub standard (MPEG-2 *Audio Layer 3*) stanowiący algorytm kompresji dźwięku, przetworzonego uprzednio na sygnał cyfrowy. Konwertować możemy różnego rodzaju pliki, a mianowicie o rozszerzeniach⁶⁸⁶:

⁶⁸¹ <https://www.dobreprogramy.pl/LAME-MP3-encoder,Program,Windows,12377.html>, dostęp: 10.09.2017.

⁶⁸² Ibidem.

⁶⁸³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/LAME>, dostęp: 20.09.2017.

⁶⁸⁴ <http://total.video-player.pl/downloadastro.com>, dostęp: 20.09.2017.

⁶⁸⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/MP3>, dostęp: 21.09.2017.

⁶⁸⁶ <https://www.converter.pl>, dostęp: 21.09.2017.

1. Audio (mid, midi, rmi, aac, aiff, au, audiocd, bonk, **cda**, flac, **mp3**, ogg, opus, voc, wav, wma).
2. Video (3gp, avi, fly, m2ts, mkv, mov, mp4, mpg, mts, vob, webm, wmv).
3. Grafika (bmp, eps, gif, jpg, pcx, png, psd, scg, tiff, webp, odg).
4. Dokumenty biurowe oraz e-książki, zapisane w formatach: azw3, cbr, cbz, djvu, doc, docx, epub, fb2, html, mobi, odp, ods, odt, pdb, pdf, ppt, pptx, rtf, txt, xls, xlsx.

Skupmy teraz szerszą uwagę na wybranych formatach plików dźwiękowych, czyli audio. Plik o rozszerzeniu *cda* to niewielki 44 bajtowy plik generowany przez system Microsoft Windows dla każdej ścieżki dźwiękowej w standardzie *Audio CD*⁶⁸⁷. Stanowi standard cyfrowego zapisu dźwięku na płycie kompaktowej, wykorzystujący do tego celu kodowanie PCM o częstotści próbkowania 44,1 kHz i rozdzielczości 16 bitów na próbkę. Sam nie zawierają rzeczywistych danych fali dźwiękowej PCM, ale informuje, gdzie na płycie zaczyna i kończy się dana ścieżka audio.

Natomiast plik formatu MIDI (*Musical Instruments Digital Interface*) ze względu na małe rozmiary plików jest często wykorzystywany do tworzenia podkładu muzycznego dla stron WWW. Standard MIDI opracowany został pierwotnie dla komunikowania się ze sobą elektronicznych instrumentów muzycznych. Plik w tym formacie składa się z wielu tzw. ścieżek, z których każda odpowiada brzmieniu określonego instrumentu. Twórca pliku MIDI nie jest w stanie z góry przewidzieć brzmienia, lecz jedynie jego przybliżenie. Obecnie karty dźwiękowe korzystają z tabeli *wavetable* ładowanej do pamięci RAM komputera. Tabela *wavetable* może być instalowana wraz ze sterownikami karty dźwiękowej i wtedy można wybrać we właściwościach sterownika jej rozmiar, typowo 2, 4 lub 8 MB.

Inną możliwością jest skorzystanie z gotowej tabeli instalowanej przez system Windows XP zawartej w pliku *C:\Windows\System32\drivers\gm.dls* o rozmiarze 3.28 MB. Rozwiązanie to wymaga dużej mocy obliczeniowej procesora, co obecnie nie jest problemem, stąd pomysł skorzystania ze wcześniejszego rozwiązanie polegające na wbudowaniu tabeli *wavetable* w kartę dźwiękową. Pomimo bezpośredniego związku danych w plikach o rozszerzeniu *mid* a sygnałami MIDI, nie należy utożsamiać tych dwóch standardów. Pliki te przechowują tylko podstawową część sygnałów jakimi opisuje się dźwięk generowany przez profesjonalne urządzenia MIDI. Nadmienię, że pliki o rozszerzeniu *mid* były jeszcze przed popularnymi plikami o rozszerzeniu *mp3*, które korzystały z próbek dźwięku zawartych w samym pliku. Druga ich część stanowi zapis komunikatów podobny do plików formatu MIDI.

Pliki formatu WAV mają format charakterystyczny dla platformy Windows, gdyż zawierają dźwięk w nieskompresowanym formacie PCM. Pozwala on na zapis muzyki z jakością płyty kompaktowej (44.1 kHz, 16 bit, stereo) bez strat jakości (wtedy na 1 sekundę dźwięku potrzeba 172 kB). Dla nagrania dźwięku w formacie WAV pod Windowsem można posłużyć się programem *Cool Edit*. Natomiast ścieżki skopiowane z *audio CD* daje się zapisać w tym formacie WAV za pomocą programów zwanych *ripper*.

Pliki o rozszerzeniach *aif*, *aiff*, *aifc*, *aifr* były popularne na laptopach Macintosha. Obecnie rozpowszechniane są również na laptopach typu PC. Pliki o rozszerzeniu *aiff* nie są kompresowane, chociaż istnieje format *AIFF-C*, który umożliwia kompresję nawet w stopniu 6:1. Do odtwarzania tej grupy plików służą programy *Windows Media Player*, *QuickTime Player*, *DeliPlayer*.

Poprzednikami formatu MP3 były pliki o rozszerzeniach *mp2*, *mpg*, *mpe*, *mpeg*, *mpeg2* charakteryzujące się dużym stopniem kompresji. Umożliwiały zapis muzyki jak i krótkich filmów. Do ich odtwarzania stosowano również programy *Windows Media Player*, *Deli Player*, *Winamp*.

Powróćmy jeszcze do formatu MP3, który jak już nadmieniałem wykorzystuje standard kompresji MPEG-1 *Audio Layer 3*. Opracowała i wykreowała go *Grupa Motion Picture Expert Group* przy współpracy z *Instytutem Fraunhofera* z niemieckiego Erlangen. Była twórcą algorytmu kompresji i zapisu plików multimedialnych ukierunkowanego na obraz formatu MPEG, który okazał się też przydatny do zapisu audio, którego format nazwano MP3. Pliki MP3 można odtwarzać przy pomocy różnych programów komputerowych, w tym *Winampa* dla systemów *Microsoft Windows* oraz *XMMS* dla systemów uniksowych. Pliki te możemy założyć programem

⁶⁸⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Formaty_plik%C3%B3w_d%C5%BAwi%C4%99kowych, dostęp: 22.09.2017.

MP3 *Compressor*. Nadmienię, że małe urządzenia tzw. discmany potrafią odtwarzać płyty CD-R i CD-RW zawierające pliki MP3.

Nowa technologia standardu MP3 PRO opracowana została przez szwedzką firmę *Coding Technologies*, z zamiarem zastąpienia formatu MP3. Umożliwia ona zmniejszenie o 50% plików dźwiękowych w porównaniu z MP3, a ponadto daje wyższą jakość, gdyż nie usuwa dźwięków o najwyższych częstotliwościach. MP3 PRO jest kompatybilne z odtwarzaczami MP3 firmy Thomson. Konwersję na format MP3 PRO umożliwiają programy *Adobe Audition*, *Nero Wave Editor* oraz darmowy *Thomson mp3Pro audio player*.

Zwróćmy teraz uwagę na format Ogg Vorbis proponowany przez fundację *Xiph.org*. Pliki o rozszerzeniu *ogg* mają jakość dźwięku lepszą niż o rozszerzeniu *mp3*. Stanowią format domyślny dla platform Linuksa. Mimo tego format *ogg* nie znalazł szerszego zastosowania w radiach internetowych, jak i sklepach *on-line*.

Format *RealAudio* firmy *RealNetworks* opracowano do potrzeb Internetu. Stanowi on teraz standard strumieniowego przesyłania dźwięku przez to medium. Proponowana wersja kodera *Real* może generować pliki o wysokiej jakości przy praktycznie wszystkich gęstościach strumienia bitowego, a jakość porównywalna jest z radiem FM. Pliki *RealAudio* są mniejsze od plików formatu MP3 i od razu gotowe do transmisji strumieniowej, jednak koszt oprogramowania serwera jest zbyt duży dla przeciętnego użytkownika. Pliki *Real Audio* mają przeważnie rozszerzenia w ich nazwach postaci: *ra*, *rm*, *rf*, *re*.

Format WMA (*Windows Media Audio*) opracowany został przez Microsoft, jednak pod względem kompresji nagranej muzyki ustępuje on formatowi MP3. Do zapisu w formacie WMA służy program *Windows Media Audio 8*. Jednak za stosowaniem tego formatu przemawia strumieniowa obsługa plików i łatwa integracja ze środowiskiem XML. Kolejna technika *Beatnik* firmy *Headspace* obsługująca pliki o formacie RMF (*Rich Music Format*) i umożliwia bogate brzmienie, przy małej objętości pliku.

Wytwórnia EMI zaproponowała szyfrowany format plików muzycznych nazwany *Liquid Audio*, z myślą o zabezpieczeniu przed nielegalnym kopiowaniem. Jakość tego formatu zbliżona jest do formatu MP3, wymaga jednak firmowego odtwarzacza *Liquid Player*.

Trzeba nadmienić, że firmy produkujące płyty z nagraniami muzycznymi skupiają wokół siebie różnych artystów i dążą do wysokiej jakości zapisu ich utworów na płytach magnetycznych. Stąd występuje dążenie do tworzenia własnych, dokładnych odtwórczo formatów zapisu i przy tym zajmujących mniej miejsca niż popularny MP3.

Ponadto występuje tendencja projektowania i wytwarzania urządzeń do kodowania we własnych określonych formatach, jak i odtwarzania plików na specjalnych dekodernach. Z taką myślą firma AT&T *Labs* sprzedaje muzykę w formacie *a2bmusic*. Podobnie jak w *Liquid Audio* dźwięk przesyłany przez sieć jest zaszyfrowany, a jakość dźwięku jest porównywalna z muzyką z płyt CD.

39.5. Przykładowe programy do konwersji audio⁶⁸⁸

Program *3unity Audio CD Extractor 1.0* to narzędzie służące zgrywania ścieżki dźwiękowej z płyt *audio CD*. Program pozwala na zapisywanie całej zawartości nośnika lub jedynie wybranych utworów w oryginalnej jakości do formatu np. WAV. Zadaniem programu (4K *Video to MP3 2.3.2.843*) jest wyodrębnienie ścieżki dźwiękowej z dowolnego materiału wideo w formatach: AVI, MKV, WMV, MP4, FLV, 3GP, MPEG, M2TS, MOV. *Any Audio Converter 6.15* służy do konwertowania plików *audio* pomiędzy różnymi formatami i wydobywania ścieżek dźwiękowych z plików wideo.

Kolejny program *AoA Audio Extractor* to niewielka aplikacja umożliwiająca też wyodrębnienie ścieżki dźwiękowej z materiałów wideo. Posiada zaawansowany mechanizm konwertujący. Aplikacja *Ashampoo Music Studio 2016* przeznaczona jest do zarządzania plikami muzycznymi. Program *Ashampoo Music Studio 6.0.2* pozwala użytkownikowi na zgranie z płyt *audio* ulubionych piosenek oraz dokonanie podstawowej obróbki dźwięku. *Audio/Video To Exe 1.7*

⁶⁸⁸ <https://www.dobreprogramy.pl/Obrobka-i-konwersja-audio,Programy,Windows,203.html>, dostęp: 22.09.2017.

jest interesującym konwerterem plików audio/wideo. Obsługuje większość najpopularniejszych formatów multimedialnych, a ponadto umożliwia przeprowadzenie konwersji do postaci plików wykonywalnych.

Istnieje jeszcze wiele innych programów służących do obróbki jak i konwersji plików *audio* między różnymi formatami. Część z nich umożliwia wyłonienie z plików wideo tylko ścieżki dźwiękowej. Popularnymi programami do odtwarzania plików dźwiękowych są jednak: *Windows Media Player*, *Deli Player*, *Winamp*, *XMMS*, *Adobe Audition*, *Nero Wave Editor*, *Thomson mp3Pro audio player*, firmowy odtwarzacz *Liquid Player*.

39.6. Zagadnienia

1. Format CDA
2. Konwersja CDA na mp3
3. Przykłady audio konweterów
4. Konwerter fre:ac
5. Funkcjonalność LAME MP3 Encoder
6. Wizualizacja konwersji w programie LAME MP3 Encoder
7. Nowe wersje encodera
8. Kodowanie trybu
9. Rodzaje plików multimedialnych
10. Wyłonienie z pliku Wideo ścieżki dźwiękowej

* * *

Jak już wspomniałem we wstępie program *fre:ac* służy do konwertowania plików dźwiękowych pomiędzy formatami MP3, MP4/M4A, MWA, Ogg Vorbis, FLAC, AAC i WAV, a także do zaprezentowanego w niniejszym materiale przejścia z plików o rozszerzeniu *cda* na *mp3*. Z informacji internetowej dowiadujemy się, że polski program *fre:ac* pozwala konwertować nie tylko pojedyncze formaty, ale również całe biblioteki muzyczne, zawierające setki pozycji z jednoczesnym zachowaniem struktury plików i folderów⁶⁸⁹. Wymieniona aplikacja umożliwia także zgrywanie zawartości płyt Audio-CD do formatu MP3 lub WMA. Wbudowany mechanizm baz Cddb i *freedb* umożliwia pobieranie informacji. Zaletą *free:ac* jest dostępność i dogodny interfejs użytkownika zbliżony do aplikacji Microsoftu.

Na zakończenie dodam, że rozległa jest tematyka związana z możliwie jak najlepszym zapisem dźwięku, jak też wideo na płytach magnetycznych. Istotne jest też ich przenoszenie na różnego typu urządzenia komputerowe. Występuje coraz większa dbałość firm o jakość przekazywanych strumieni dźwięku poprzez popularne obecnie medium jakim jest Internet. Firmy fonograficzne i pozostałe internetowe zabiegają o zaprojektowanie coraz nowszych formatów (standardów) zapisu zarówno muzyki, mowy jak i obrazu. Skupiają wokół siebie twórców, fanów jak również doświadczonych specjalistów informatyków.

W efekcie tych działań powstały nowe bardziej precyzyjne i zabezpieczone przed kopiowaniem formaty zapisów twórczości naukowej i artystycznej. Do ich utrwalenia potrzebne są specjalne *kodery* – programy do przenoszenia formatów z różnych aplikacji. Rozwojowi oprogramowania towarzyszy proces innowacyjnego tworzenia nowego sprzętu komputerowego zarówno do zapisu w określonym formacie jak i odtwarzania plików, popularnym jednak jest nadal format MP3.

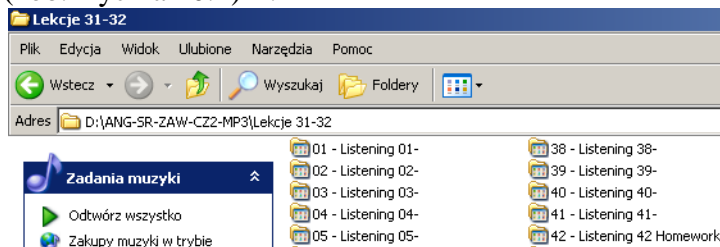
Popularyzacja wiedzy wśród studentów kierunków ekonomicznych specjalizujących się w informatyce, zwłaszcza z zakresu przedmiotu typu *Inżynieria i analiza systemów informatycznych* jest moim zdaniem obecnie koniecznością. Warto chociaż nabrać umiejętności posługiwania się prostym konwerterem zamiany formatu plików i z tego powodu w niniejszym materiale zademonstrowano zastosowanie aplikacji *fre:ac*.

⁶⁸⁹ <https://www.dobreprogramy.pl/freac,Program,Windows,19977.html>, dostęp: 24.09.2017.

40. Konwersja pliku audio na tekstowy

40.1. Wstęp

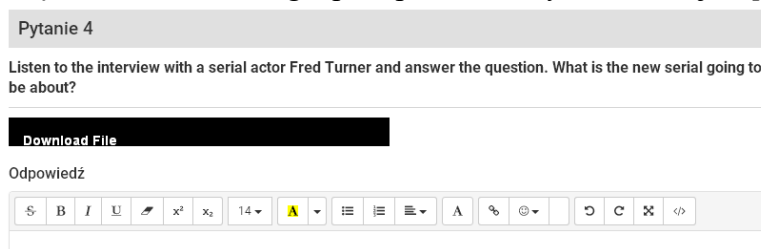
Pomysł poszukiwania możliwości, komputerowego automatycznego przeniesienia mowy, zapisanej jako audio w formacie pliku *mp3* na plik tekstowy o rozszerzeniu *txt*, zrodził się z potrzeby wykonania przez wnuka testów zadania domowego z języka angielskiego. Posłużyłem się w tym celu plikiem *42-Listening 42 Homework* zawartym w lekcjach 31-32 języka angielskiego dla średniozaawansowanych (zob. Rycina 40.1)⁶⁹⁰.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.1. Fragment listy plików w formacie *mp3* zawartych w nagraniu lekcji 31-32

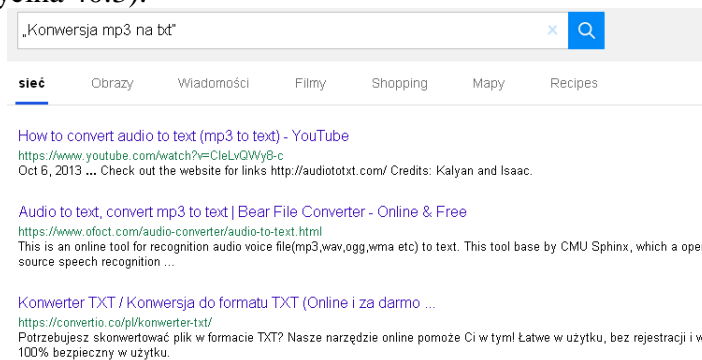
Odsłuchanie dość szybko realizowanej mowy zapisanej w ćwiczeniu 42 (pytanie 4) napotkało na trudności dokładnego odwzorowania treści, co jednak było niezbędne do dalszego zrealizowania kolejnych ćwiczeń, bazujących na tej dłuższej wypowiedzi osób w formie wywiadu dziennikarza z aktorem Fredem Turnerem, grającym główną rolę w serialu "Wybór Hobsona" (zob. Rycina 40.2). Zadałem sobie pytanie, czy jest odpowiedni program komputerowy dający możliwość odtworzenia rozmowy między osobami w formie pliku audio i zapisania jej jako tekstu w języku angielskim? Poszukiwania rozpoczęto w domenie Google po wpisaniu frazy „Konwersja *mp3* na *txt*”.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.2. Zaznaczenie przycisku wejścia (*Download File*) do nagrania wywiadu z aktorem Fredem Turnerem

W odpowiedzi, pojawiło się na liście – ekranie szereg propozycji programowych, ale część z nich uwarunkowana była zakupem odpowiedniej aplikacji lub odpłatnym okresem jej udostępnieniem (zob. Rycina 40.3).



Źródło: Opracowanie własne.

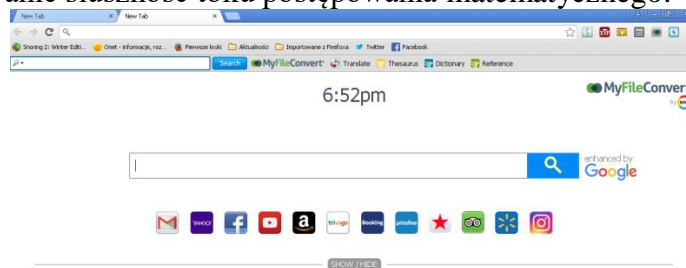
Ryc. 40.3. Fragment listy wyszukiwania w Google

⁶⁹⁰ *Angielski dla średnio zaawansowanych*, Lekcje 31-32, Europejska Szkoła Kształcenia Korespondencyjnego, s. 36.

Interesowało mnie w jakim stopniu automatyczne przeniesienie głosu z nagrania audio na tekst daje dobry rezultat rozpoznawczy zarówno sensu całej wypowiedzi jak i poszczególnych sekwencji zdań. Ostatecznie dla porównania zwrócono się do tłumacza języka angielskiego o odwzorowanie treści ze słuchu na podstawie przekazanego pliku w formacie *mp3*. Było to dla niego nietypowe zadanie, gdyż przeważnie dokonuje translacji z języka polskiego na angielski na podstawie wydrukowanych stron określonego materiału tekstowego. Inne też jest nieco brzmienie słów i wyrażen obcego języka odsłuchiwane z nagrania podawane z odpowiednią intonacją przez lektora, a inne poprzez słuchanie bezpośredniej rozmowy w trakcie wypowiedzanych zdań. Jak już wspomniałem nagranie jest w formie wywiadu z aktorem, którego dziennikarz pyta o pracę w serialu oraz o dalsze perspektywy kontynuacji kolejnych odcinków.

40.2. Rozpatrzenie aplikacji

Na początek spróbowano skorzystać z programu MyFileConvert (zob. Rycina 40.4), który jest dostępny bezpłatnie w Internecie, ale wystąpiły trudności z jego wykorzystaniem. Penetrowano więc dalej, gdyż wyznaczone sobie zadanie konwersji głosu na tekst jest istotne w realizacji zadań domowych z języka angielskiego. Moim zdaniem może to być przydatne również w wielu sytuacjach badawczych, gdy dysponujemy tylko nagraniami różnych metod, czy też technik realizacji określonych algorytmów, przykładowo z modelowania ekonometrycznego zjawisk ekonomicznych. Posiadanie bowiem wydruku procedury na papierze pozwala nam na spokojne i dokładne przeanalizowanie słuszność toku postępowania matematycznego.

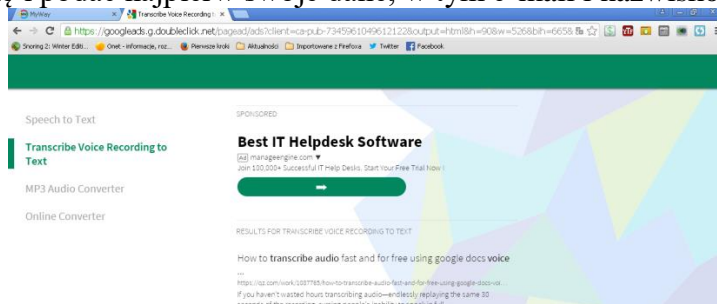


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.4. Pozyskany program MyFileConvert jako ikona w menu własnego komputera

Pozostawmy więc program MyFileConvert do przeanalizowania w innym czasie. Wróćmy jeszcze raz na chwilę do pytania 4. zadania domowego z lekcji 31-32. Proszą w nim o odsłuchanie wywiadu z aktorem Fredem Turnerem i odpowiedzenie na pytanie o czym będzie serial? Potem w kolejnym ćwiczeniu zadawane są pytania dotyczące szczegółów pracy w serialu, a w ćwiczeniu 6. proszeni jesteśmy o opracowanie w formie streszczenia o co pytał dziennikarz (reporter) i co odpowiedział aktor.

Jak już nadmieniono na naszą frazę „Konwersja *mp3* na *txt*” domena Google dała nam listę propozycji, przy czym jedną z nich było skorzystanie z konwersji międzyformatowej w ramach tego samego rodzaju plików klasy audio zapisanych na dysku komputera np. przejście z *mp3* na *mp4*. Poszukiwano jednak dalej i natrafiono na wpis reklamujący konwerter (*Transcribe Voice Recording to Text*) z dostępem zdalnym, czyli on-line (zob Rycina 40.5). Umożliwia on nam transkrypcję nagranych głosu na tekst. Jednak bezpłatny dostęp oferowany jest tylko przez 30 dni, a przy tym musimy zalogować się i podać najpierw swoje dane, w tym e-mail i nazwisko.



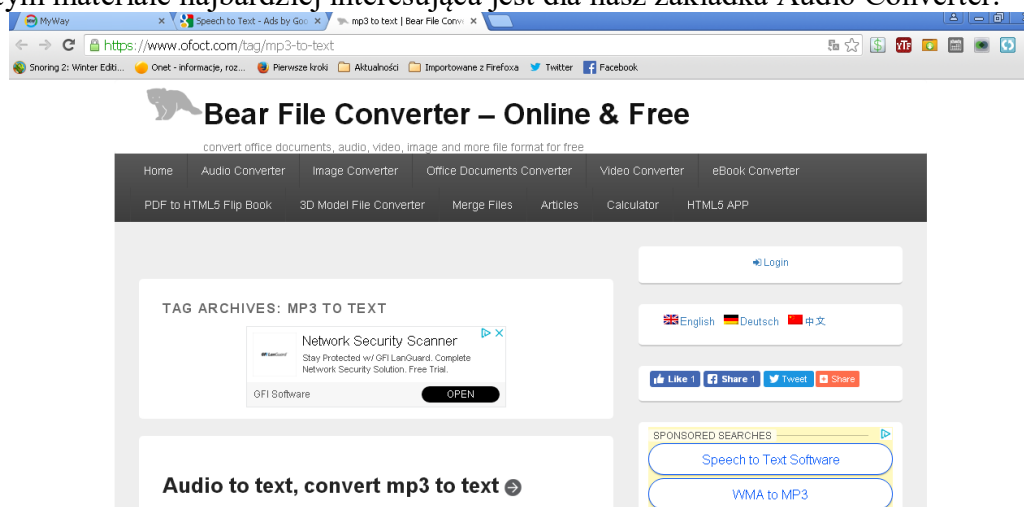
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.5. Strona tytułowa dostępu do realizacji funkcji konwersji *mp3* na *txt*

I tu wystąpiły trudności z wykorzystaniem tej aplikacji. Rezygnujemy więc z *Transcribe Voice Recording* i próbujemy innej oferty internetowej jaka jest „Bear File Converter – Online & Free” (zob. Rycina 40.6), a menu tego pakietu jest następujące:

- Home,
- Audio Converter,
- Image Converter,
- Office Documents Converter,
- Video Converter,
- eBook Converter,
- PDF to HTML5 Flip Book,
- 3D Model File Converter,
- Merge Files,
- Articles,
- Calculator,
- HTML5 APP.

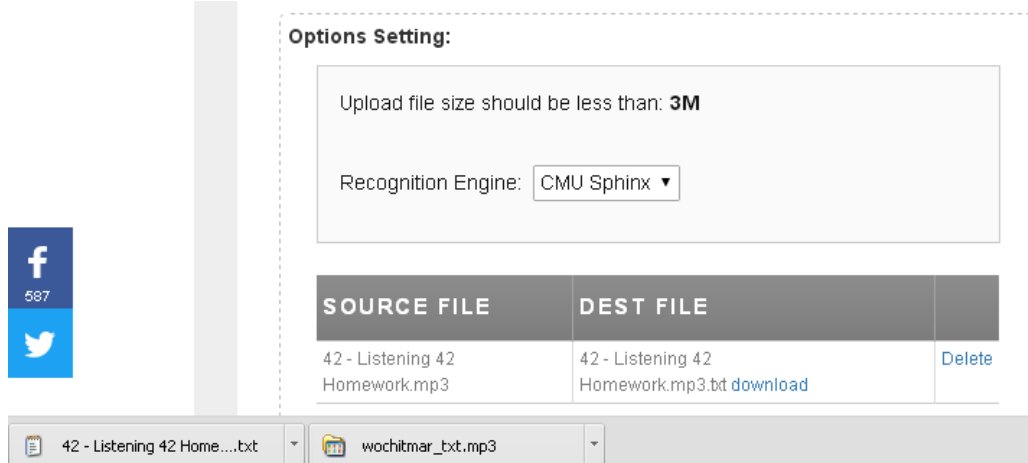
W tym materiale najbardziej interesująca jest dla nas zakładka Audio Converter.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.6. Okno dialogowe programu „Bear File Converter – Online & Free”

Oferta ta jest bezpłatna i umożliwiającą nam między innymi przejście z pliku głosowego *mp3* na plik tekstowy *txt*. Program proponuje nam otwarcie (OPEN) pliku w katalogu własnego komputera. W kolejności klikamy przycisk „Convert” i rozpoczyna się proces konwersji nagrania w formacie *mp3* w języku angielskim na tekst w formacie *txt* przy korzystaniu automatycznie z programu Notatnik wchodzącego w skład systemu operacyjnego Windows. W kolejności klikamy na „download”, a na dole ekranu pojawia się ikona pliku po konwersji (zob. Rycina 40.7). Dodam, że skonwertowany plik możemy usunąć korzystając z przycisku „Delete”.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.7. Okno informacyjne realizacji konwersji

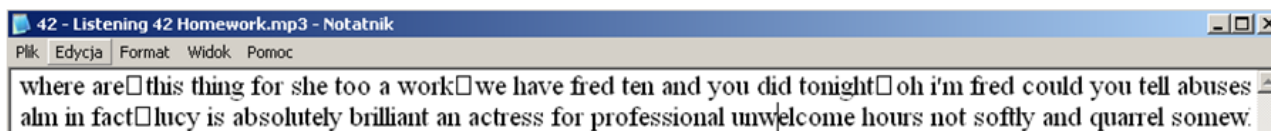
Program informuje nas, że w procesie konwertowania korzysta z programu (silnika) zwanego CPMU Sphinx. Chciało by się, aby aplikacja, którą się posłużyliśmy dokonała również tłumaczenia tekstu angielskiego na język polski, a nie tylko odwzorowała głos na tekst. Omawiane oprogramowanie jest zatem aplikacją typu „*Speech to Text Software*”. Mimo wszystko jesteśmy z tego zadowoleni, chociaż narzędzie którym się posłużyliśmy realizuje swoje trudne zadanie w dłuższym okresie czasu. Trzeba zaznaczyć, że maksymalny rozmiar konwertowanego pliku nie może przekroczyć 3 MB, przy czym czas trwania konwersji pliku *mp3* o rozmiarze 1 MB trwa do 45 sekund. Link dostępu do zastosowanej aplikacji widzimy na rycinie 40.8⁶⁹¹.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.8. Widoczny link dostępu do konwersji *mp3* to *txt*

Po wywołaniu pliku „42-Listening 42 Homework.mp3” pojawia się nam zapisany fragment ciągu tekstowego w pliku Notatnika przerywany znakiem „□” (zob. Rycina 40.9).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.9. Fragment tekstu automatycznego odwzorowania zapisu głosowego

Wydrukujmy zatem cały ten „strumień” uzyskanego tekstu, który w niektórych fragmentach budzi zastrzeżenia co do użytych słów. Całość jednak pozwala rozpoznać się co do przedmiotu przeprowadzonego wywiadu i o czym jest on prowadzony.

40.3. Porównanie tekstów

Załóżmy jednak, że Czytelnik nie zna języka angielskiego lub jego znajomość jest śladowa i chciałby w swoim języku np. polskim zrozumieć treść przeprowadzonego wywiadu. Proponuję więc skorzystać z translatora w domenie Google poprzez link: <https://translate.google.com>. Fragment przetłumaczonego tekstu z języka angielskiego na polski pokazano na Rycinie 40.10.

<p>we have fred ten and you did tonight oh i'm fred could you tell abuses briefly about the new sales hobbes says choice what does it and be about it's basically love story we're going to have a bit of a private ventured on a lot of funny jackson it</p>	<p>mamy freda dziesięć, a ty dziś wieczorem oh jestem fred, czy można krótko powiedzieć o nadzyciach na temat nowej hobbii sprzedaży? o czym to jest i czym jest to w zasadzie historia miłosna, że będziemy mieli trochę prywatnego przedsięwzięcia na wiele zabawnego jacksona</p>
---	--

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.10. Fragment automatycznie przetłumaczonego tekstu

A teraz porównajmy ten fragment przetłumaczonego tekstu przez translator Google, na podstawie automatycznego odtworzenia głosu na tekst, z pracą tłumacza anglisty, który również odsłuchał nagranie. Dla lepszego zobrazowania jakości przeprowadzonej operacji translacji automatycznej i tradycyjnej na Rycinie 40.11 zamieszczono zarówno fragment tekstu w wersji angielskiej i polskiej.

⁶⁹¹ <https://www.ofoct.com/audio-converter/audio-to-text.html>, dostęp: 11.03.2019.

<p>we have fred ten and you did tonight oh i'm fred could you tell abuses briefly about the new sales hobbes says choice what does it and be about it's basically love story we're going to have a bit of a private ventured on a lot of funny jackson it i know but that number to find something for themselves</p>	<p>I: Hello Fred, could you tell our viewers briefly about the new serial 'Hobson's choice', what is it to be going about? Fred: It's basically a love story. We are going to have a bit of a crime adventure and a lot of funny gags in it. I hope that everybody will find something for themselves.</p>
<p>mamy freda dziesięć, a ty dziś wieczorem oh jestem fred, czy można krótko powiedzieć o nadużyciach na temat nowej hobbii sprzedaży? o czym to jest i czym jest to w zasadzie historia miłosna, że będziemy mieli trochę prywatnego przedsięwzięcia na wiele zabawnego jacksona wiem tylko tyle, żeby znaleźć coś dla siebie</p>	<p>I: Witaj Fredu, czy możesz krótko powiedzieć naszym widzom o nowym serialu "Wybór Hobsona", o co w tym chodzi? Fred: To w zasadzie historia miłosna. Będziemy mieli w sobie przygodę kryminalną i mnóstwo zabawnych gagów. Mam nadzieję, że każdy znajdzie coś dla siebie.</p>

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 40.11. Porównanie pracy konwersji automatycznej z tradycyjną komputera

40.4. Zagadnienia

1. Pliki audio
2. Plik mp3
3. Automatyczne przeniesienie głosu na tekst
4. Konwerter *Bear File Converter* ...
5. Silnik CPMU Sphinx
6. Translacja
7. Linki
8. Konwersja pliku mp3 na txt
9. Pliki tej samej klasy
10. Formaty plików tekstowych

* * *

Zastosowanie dostępnego bezpłatnego programu „Bear File Converter – Online & Free” wykazało możliwość zredagowania tekstu z pliku audio w formacie *mp3*. Uzyskany tekst składa się z fragmentów – „zdań” oddzielonych znakiem □ w trakcie emisji danej rozmowy. Zapisany jest w formie sekwencji w jednej linii tekstowej. Wydruk tej linii daje pojedyncze wiersze w przybliżeniu odpowiadające wypowiedzianym frazom rozmówców danego wywiadu lub innej formy wypowiedzi. Układ elementów tego fragmentu odpowiadający tekstom na Rycinie 40.11 jest następujący:

*we have fred ten and you did tonight
oh i'm fred could you tell abuses briefly about the new sales hobbes says choice
what does it and be about
it's basically love story we're going to have a bit of a private ventured on a lot of funny jackson it
i know but that number to find something for themselves*

W porównaniu z odtworzonym tekstem przez tłumacza wykazuje on jednak niedoskonałość doboru słów i redagowania zdań. Mimo wszystko, daje to nam jednak szansę, szczególnie dla początkujących w nauce języka angielskiego, wyłonienia sensu wypowiedzi, a w naszym przykładzie wywiadu z aktorem. Biorąc to pod uwagę warto głębiej rozpoznać funkcjonalności innych zakładek aplikacji „Bear File Converter – Online & Free”. Niech ten materiał będzie zachętą dla Czytelnika, aby on sięgnąć także po inne konwertery mowy na tekst, w tym także dające przejście bezpośrednio do pliku edytora tekstów Word. Można się spodziewać, że one w wersji komercyjnej będą bardziej precyzyjnie rozpoznawać głos płynący z nagrania.

41. *Big Data* - narzędzie cyberbezpieczeństwa⁶⁶²

41.1. Wstęp⁶⁶³

Niepokój obecnego świata oraz burzliwy rozwój wykorzystania globalnej sieci Internet i portali powoduje, że wzrasta w społeczeństwach krajów niepokój o bezpieczeństwo informacji zgromadzonych w dużych bazach danych instytucji społecznych i obiektach gospodarczych. Wiele rządów krajów wyczuwa potrzebę troszczenia się o własne zasoby utrzymywane w formie elektronicznej. Zachodzi potrzeba ich zabezpieczenia, zwłaszcza w obszarze obronności, myśli intelektualnej i zawartej w wielu projektach branżowych.

Coraz częściej organizowane są konferencje międzynarodowe poświęcone cyberbezpieczeństwu, jako forum praktyków – informatyków oraz przyszłych odbiorców skomplikowanych aplikacji programowych, chroniących zasoby na nośnikach elektronicznych, a udostępnianych w rozproszonych sieciach komputerowych. Występujące obecnie zagrożenie terroryzmem powoduje, że nieodpowiedzialni mogą coraz częściej sięgać po nowe możliwości wywołania wstrząsów społecznych poprzez ataki na systemy zintegrowane.

Obserwuje się tworzenie oryginalnych pakietów programowych potrafiących obserwować zachowania np. internautów w ich kontaktach w wirtualnym świecie, gdzie każdy może umieścić dowolną informację i rozesłać ją do bardzo wielu odbiorców. Prowadzenie rejestrowania naszych zainteresowań w Internecie, umożliwia selekcyjonowanie na grupy użytkowników z punktu widzenia chociażby marketingu internetowego.

Biorąc powyższe pod uwagę warto więc chociaż na początek przybliżyć zagadnienie cyberbezpieczeństwa oraz danych masowych, które w sposób lawinowy napływają np. poprzez platformę Google. Problematyka ta jest złożona, gdyż zachodzi potrzeba strumieniowego napływu informacji przy jednoczesnej selektywnej analizie zainteresowań oraz dorobku wirtualnego internautów.

41.2. Forum cyberbezpieczeństwa

Na forum CYBERSEC 2017 wyłoniono cztery tzw. ścieżki tematyczne w odniesieniu do cyfryzacji i cyberbezpieczeństwa⁶⁶⁴. W ścieżce *Państwo* uwaga skoncentrowana jest na budowaniu wielopodmiotowej współpracy oraz wspieraniu procesu tworzenia strategii publicznych związanych z cyfryzacją i cyberbezpieczeństwem. Natomiast ścieżka *Obrona* ma na celu zwiększenie zdolności do cyberobrony w obliczu narastających zagrożeń wynikających z funkcjonowania współczesnych państw w cyberprzestrzeni. Kolejna ścieżka *Przyszłość* definiuje trendy, tworzenie cyberinnowacji i rozwój społeczeństwa informacyjnego. Ścieżka tematyczna *Biznes* przeznaczona jest do określenia roli sektora prywatnego w zapewnieniu cyberbezpieczeństwa oraz analiz tendencji związanych z rynkiem cyberproduktów i usług.

Gwałtowne przyzwyczajanie się społeczeństwa do mobilnej techniki komunikowania się, łatwość pozyskiwania informacji z Internetu, możliwość dokonywania transakcji zakupów oraz płatności zmienia funkcjonowanie współczesnych państw. Wykreowano więc ścieżkę *Państwo*. Zachodzi bowiem potrzeba, aby polityki publiczne dostosować do cyfrowych realiów. Coraz częściej nasilają się głosy w sprawie budowania wielopoziomowej współpracy na rzecz cyberbezpieczeństwa. Na konferencjach podawane są aktualne działania legislacyjne i najważniejsze wyzwania w tym obszarze. Przykładem w tym zakresie może być wspomniane forum – organizowana corocznie o symbolu CYBERSEC, przy czym tematyka roku 2017 była następująca⁶⁶⁵:

⁶⁶² Opracowanie bazuje na rozdziale 8. autora w książce: *Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019.

⁶⁶³ Niniejszy rozdział stanowi tekst mego artykułu ujętego w monografii: *Współczesne zagadnienia zrównoważonego rozwoju*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2019, strony: 194-211.

⁶⁶⁴ <https://cybersecforum.eu/pl/sciezki-tematyczne/>, dostęp: 9.10.2017.

⁶⁶⁵ Ibidem.

- ochrona infrastruktury krytycznej;
- strategię cyberbezpieczeństwa państw;
- implementacja kluczowych regulacji prawnych, a w tym dyrektywy NIS i rozporządzenia GDPR;
- przeciwdziałanie cyberprzestępstwom;
- współpraca międzynarodowa na rzecz cyberbezpieczeństwa;
- walka z terrorystami wykorzystującymi cyberprzestrzeń.

W lipcu 2017 roku Parlament Europejski przyjął Dyrektywę NIS, dotyczącą bezpieczeństwa sieci i informacji. Przepisy nakładają na objęte dyrektywą podmioty pewne obowiązki związane z zapewnieniem bezpieczeństwa cybernetycznego⁶⁶⁶. Podmiotami tymi są operatorzy usług kluczowych, sektor bankowy, energetyczny, transport, ochrona zdrowia. Ogólne rozporządzenie unijne o ochronie danych (GDPR) zawiera przepisy o ochronie osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych oraz przepisy o swobodnym przepływie danych osobowych⁶⁶⁷.

Agresywność niektórych państw wywołała potrzebę skutecznej obrony krajów, zwłaszcza małych m.in. poprzez zbudowanie efektywnego systemu cyberbezpieczeństwa. Zagrożenia cyfrowe zmuszają do przeprowadzenia gruntownych zmian na poziomie planistycznym, organizacyjnych i technicznym. Występuje potrzeba wzmocnienia współpracy międzynarodowej w zbudowaniu w przyszłości systemu cyberobrony na poziomie poszczególnych państw oraz organizacji międzynarodowych. Dla spokojnego życia społeczeństwa potrzebne jest, aby nastąpiło: przygotowanie sił zbrojnych do cyberobrony, funkcjonowania NATO w cyberprzestrzeni, posiadania środków budowy zaufania w przestrzeni cyfrowej, a także korzystanie z nowoczesnych technologii wspierających funkcjonowanie współczesnych armii.

Coraz szersze grupy społeczeństwa uczą się i funkcjonują w tzw. cyberprzestrzeni. Jednak, aby przeciwdziałać cyberzagrożeniom konieczna jest obserwacja aktualnych trendów i prognozowanie rozwoju tzw. sektora *cyber* w przyszłości. Na wymienionym już forum CYBERSEC 2017 w Krakowie rozważane były takie tematy jak: nowe trendy związane z funkcjonowaniem w sieci, technologie i cyberzagrożenia przyszłości, innowacyjne cyberrozwiązania. Jak już nadmieniałem czwartym obszarem zainteresowania uczestników forum CYBERSEC 2017 była ścieżka *Biznes*.

Oczekuje się od komercyjnych podmiotów gospodarczych produktów w zakresie ochrony przed cyberzagrożeniami. Z tego obszaru warto zatrzymać się nad określeniem *bezpieczny Internet Rzeczy (Internet of Things – IoT)*⁶⁶⁸. Jest to koncepcja, według której przedmioty mogą pośrednio albo bezpośrednio gromadzić, przetwarzać lub wymieniać dane za pośrednictwem instalacji elektrycznej inteligentnej KNX lub sieci komputerowej⁶⁶⁹. Do tego typu przedmiotów zaliczają się urządzenia gospodarstwa domowego, artykuły oświetleniowe i grzewcze. Standard KNX umożliwia wspólną komunikację pomiędzy wszystkimi odbiornikami energii elektrycznej w budynku. Jest wspólnym językiem komunikacji dla wszystkich instalacji budynkowych oraz przedmiotów o standardzie IoT. Może łączyć instalacje elektryczne, teletechniczne, alarmowe, nagłośnienia, monitoring, zabezpieczenia budynków oraz opomiarowanie działające w budynku.

Trzecie Europejskie Forum Cyberbezpieczeństwa (CYBERSEC 2017) po raz kolejny, lecz intensywniej zwróciło uwagę na pojawiające się problemy i potrzebę pilnego im przeciwdziałania. Znaczenie tej tematyki podkreślił udział w wspomnianym forum przedstawicieli rządu Rzeczypospolitej Polskiej⁶⁷⁰. Minister Obrony Narodowej poinformował o podjęciu decyzji o utworzeniu wojsk cybernetycznych. Utworzony zostanie również w Kancelarii Prezesa Rady Ministrów (KPRM) departament ds. cyberbezpieczeństwa⁶⁷¹. Będzie on zapleczem eksperckim dla premiera, aby on był na bieżąco z informacjami dotyczącymi cyberprzestrzeni. Dodam, że forum CYBERSEC 2017 zgromadziło wielu prelegentów oraz uczestników niemal z całego świata, w celu

⁶⁶⁶ <https://www.gov.pl/cyfryzacja/dyrektywa-nis-przyjeta-przez-parlament-europejski>, dostęp: 9.10.2017.

⁶⁶⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Og%C3%B3lne_rozporz%C4%85dzenie_o_ochronie_danych, dostęp: 4.11.2017.

⁶⁶⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Internet_rzeczy, dostęp: 4.11.2017.

⁶⁶⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/KNX>, dostęp: 4.11.2017.

⁶⁷⁰ <https://cybersecforum.eu/pl/media/>, dostęp: 4.11.2017.

⁶⁷¹ <https://wpolityce.pl/polityka/361451-powstanie-nowy-departament-w-kprm-na-czele-komorki-odpowiedzialnej-zacyberbezpieczenstwo--stanie-pawel-szefenaker>, dostęp: 4.11.2017.

przedyskutowania nowego wyzwania w zakresie bezpieczeństwa, w tym przede wszystkim obiektów służących społeczeństwu Europy.

41.3. Nowy żywioł cyberprzestrzeń

Warto zauważyć, że Europejskie Forum Cyberbezpieczeństwa odbyło się tuż po Szczycie Cyfrowym UE w Talinie, na którym szefowie rządów zajęli się cyfrowymi wyzwaniami dla Europy. Omawiając cyberbezpieczeństwo zwróćmy uwagę na pojęcie *cyberterroryzm*, które oznacza dokonywanie aktów przemocy korzystając z osiągnięć technologii informacyjnej⁶⁷². Zmierza się do niszczenia infrastruktury o istotnym znaczeniu dla gospodarki lub obronności atakowanego kraju. Ponadto powoduje on zakłócenie obiegu informacji w cyberprzestrzeni. Przykładem ataków terrorystycznych z obszaru cyberprzestrzeni są np. systemy kontroli lotów samolotów, infrastruktura bankowa oraz zasilania w takie media jak prąd, czy woda.

W Polsce prace nad dokumentem dotyczącym ochrony cyberprzestrzeni naszego kraju zainicjowane zostały przez Agencję Bezpieczeństwa Wewnętrznego i Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji. Według Kisielnickiego trzeba zawczasu zastanowić się jak zminimalizować skutki katastrof wywołanych w przestrzeni wirtualnej światowych gospodarek i ataków na infrastrukturę krytyczną począwszy od ujęć wody poprzez sieci energetyczne i telekomunikacyjne, aż po systemy finansowe⁶⁷³. Infrastruktura krytyczna (IK) to rzeczywiste i cybernetyczne systemy (obiekty, urządzenia bądź instalacje) niezbędne do minimalnego funkcjonowania gospodarki i państwa⁶⁷⁴. Zaczęto traktować *cyberprzestrzeń* jako nowy żywioł nie mniej groźny jak powódź, pożar lub trzęsienie Ziemi. Jest to szczególnie istotne, gdyż również i Polska wdraża nowoczesne rozwiązania teleinformatyczne typowe dla społeczeństwa informacyjnego. Sprzyja temu korzystanie ze środków unijnych pozwalających na wspieranie procesów zarządzania państwem i bezpieczeństwem jego obywateli.

Zachodzi pilna potrzeba opracowania i wdrożenia adekwatnego oprogramowania dla *ujawniania* niekontrolowanej złośliwej działalności w cyberprzestrzeni. Z tego względu moim zdaniem na uwagę zasługuje firma EXATEC, która będąc polskim operatorem telekomunikacyjnym jest jednocześnie usługodawcą w zakresie cyberbezpieczeństwa⁶⁷⁵. Zarządza dużą światłowodową siecią transmisji danych. Oferuje usługi transmisji danych, dzierżawy łączy, połączenia głosowe i internetowe oraz hosting, który oznacza udostępnianie przez dostawcę usług internetowych zasobów serwerowni, a sprowadza się to do:⁶⁷⁶

- przekazania określonej objętości dysku twardego,
- maksymalnej ilości danych do przesłania przez łącza internetowe serwerowni,
- usług obsługiwanych przez serwerownię,
- maksymalnego stopnia obciążenia serwerowni przez usługi.

Jak już wspomniałem podstawowym obszarem działalności EXATEL-u jest zapewnienie transmisji danych, w tym szczególnie usług VPN (*Virtual Private Network*) w oparciu o nowoczesną technologię MPLS (*Multiprotocol Label Switching*). MPLS to technika stosowana przez routery, w której trasowanie pakietów zostało zastąpione przez tzw. przełączanie etykiet⁶⁷⁷. Dodam, że omawiana firma posiada połączenia z ponad 80. największymi operatorami krajowymi i blisko 70 zagranicznymi.

Biorąc pod uwagę listę Fortune 500, to aż 97% korporacji było chociaż raz narażone na niebezpieczeństwo w stosowanej technologii informacyjnej (IT)⁶⁷⁸. W raporcie *Zarządzanie ryzykiem w cyberprzestrzeni* wydanym przez PwC, zdarzenia takie jak kradzież wrażliwych danych,

⁶⁷² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Cyberterroryzm>, dostęp: 4.11.2017.

⁶⁷³ Ibidem.

⁶⁷⁴ <http://rcb.gov.pl/infrastruktura-krytyczna/>, dostęp: 4.11.2017.

⁶⁷⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Exatel>, dostęp: 10.11.2017.

⁶⁷⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Hosting>, dostęp: 10.11.2017.

⁶⁷⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching, dostęp: 10.11.2017.

⁶⁷⁸ <http://biznes.t-mobile.pl/pl/artykuly/26-bezpieczenstwo-it/29-bezpieczenstwo-it-co-kazdy-menadzer-powinien-wiedziec-by-skutecznie-chronic-swoja-firme-przed-cyberatakami>, dostęp: 10.11.2017.

niszczenie informacji w aplikacjach biznesowych, awarie z powodu wprowadzenia niewłaściwego kodu do systemu kosztują np. światowe firmy około 400 miliardów dolarów rocznie. W Polsce nie prowadzi się tego typu statystyki, a respondenci nie zawsze potrafią określić koszt dotyczący sytuacji z bezpieczeństwem, co wyraża się w niedostępności strony internetowej, e-sklepu lub firmowej aplikacji przez jakiś czas. Dobrze się stało, że cyberbezpieczeństwo nie tylko stanowi domenę działów informatyki określonej firmy, ale również skupia uwagę zarządu danej firmy. Tak więc obecnie menadżerowie zarządu zmuszeni są do podejmowania decyzji w sferze bezpieczeństwa szeroko rozumianej technologii IT.

Specjaliści od cyberprzestrzeni uważają, że pełne zabezpieczenie przed ewentualnym cyberatakiem określonej firmy jest niemożliwe. Trzeba więc przygotować i wdrożyć plan minimalizowania strat na wypadek awarii lub włamania. Można w tym zakresie skorzystać z usług wyspecjalizowanych dostawców, oferujących odpowiednie aplikacje. Oferta firm technologii IT sprowadza się od proponowania przygotowywania kopii zapasowych, aż po skomplikowane zabezpieczenia w modelu outsourcingowym. Duże firmy obszaru IT są w stanie zorganizować *pod klucz*, zapasowe centrum danych w ciągu kilku godzin. Występują już rozwiązania chroniące aplikacje programowe, strony, sklepy internetowe przed skutkami ataku DDoS (*distributed denial of service*) powodujące paraliż serwerów⁶⁷⁹. DDoS oznacza rozproszoną odmowę usługi spowodowaną atakiem na system komputerowy lub sieć poprzez zajęcie wszystkich wolnych zasobów, przeprowadzany równocześnie z wielu komputerów.

Kwestie związane z cyberbezpieczeństwem muszą być rozpatrywane z uwzględnieniem strategii procesów biznesowych danej firmy. Dla złamania zabezpieczeń systemowych hakerzy, którzy czasem przebywają wśród pracowników danego przedsiębiorstwa, korzystają obecnie z różnych wyrafinowanych socjotechnik. Zmierzają to do nakłaniania pracowników do wykonywania zadań, podczas których można przechwycić hasła do systemów informatycznych lub procedur zabezpieczających zbiory. W tym celu cyberprzestępcy posługują się stronami WWW podobnymi do oryginalnych. Złamanie kodu i wejście do systemu skutkuje częściową utratą dobrego wizerunku danej firmy, a przykładem może być włamanie na serwery firmy Sony⁶⁸⁰. Wielu milionów posiadaczy kont w sieci Playstation, umożliwiającej rozgrywkę on-line, w ramach danych personalnych miało też wpisane numery kart kredytowych – intratny „kasek” dla przestępców. Witryny blokowano atakiem DDoS, a do włamania wykorzystywano lukę w zabezpieczeniach aplikacji podatną na tego rodzaju atak o nazwie *SQL Injection*⁶⁸¹. Polega to na nieodpowiednim filtrowaniu lub niedostatecznym typowaniu danych użytkownika, które to dane są później wykorzystywane przy wykonaniu zapytań (SQL) do bazy danych. Podatne są na nią wszystkie systemy przyjmujące dane od użytkownika i dynamicznie generujące zapytania do bazy danych.

Przystępując do czuwania nad aplikacją zabezpieczeń systemów najpierw określamy najważniejsze elementy infrastruktury IT. Według specjalistów od ochrony danych, podstawowe zagrożenia wynikają ze stosowania urządzeń mobilnych (45%), niekontrolowanego wykorzystywania mediów społecznościowych (32%), a także przetwarzania danych w tzw. chmurze (*cloud computing*). *Przetwarzanie w chmurze* polega na użytkowaniu usług dostarczonych przez usługodawcę⁶⁸². Chmura to usługa oferowana przez dane oprogramowanie oraz konieczną infrastrukturę. Oznacza to eliminację konieczności zakupu licencji, czy konieczności instalowania i administracji oprogramowaniem, a konsument płaci za użytkowanie określonej usługi – świadczenie usługi korzystania z pakietu zestandaryzowanego np. arkusza kalkulacyjnego. Model *chmury obliczeniowej* wiąże się z przetwarzaniem w sieci *grid*, gdzie wiele systemów udostępnia usługi korzystając z podłączonych zasobów, z tą różnicą, że w *chmurze obliczeniowej* mamy do czynienia z podążaniem zasobów za potrzebami usługobiorcy (zob. Rycina 41.1). Celem technologii *gridowej* jest stworzenie potężnego, wirtualnego komputera z dużą

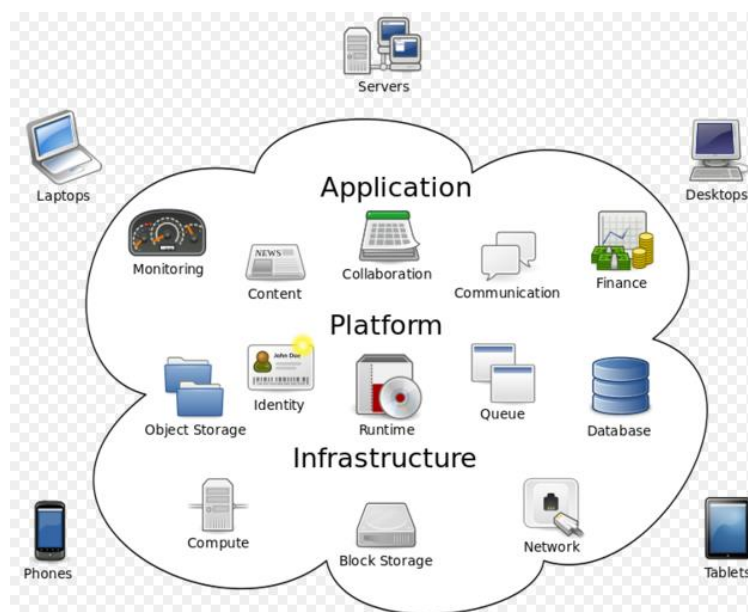
⁶⁷⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/DDoS>, dostęp: 10.11.2017.

⁶⁸⁰ *Ibidem*.

⁶⁸¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/SQL_injection, dostęp: 10.11.2017.

⁶⁸² https://pl.wikipedia.org/wiki/Chmura_obliczeniowa, dostęp: 10.11.2017.

liczbą połączonych systemów współdzielących różnego rodzaju zasoby⁶⁸³. *Grid computing* oznacza przetwarzanie danych traktowane jako usługa użyteczności publicznej i dla klienta nie jest ważne, gdzie są przechowywane jego dane, ani który komputer wykonuje zlecenie. Natomiast od strony usługodawcy oznacza alokację zasobów, współużytkowanie informacji oraz konieczność zapewnienia wysokiej dostępności.



Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Chmura_obliczeniowa#/media/File:Cloud_computing.svg, dostęp: 10.11.2017.

Ryc. 41.1. Idea przetwarzania w chmurze obliczeniowej

Aby przeciwdziałać cyberatakam, przykładowa firma Provident, jako wirtualna sieć prywatna, zintegrowała centralę oraz oddziały, zapewniła szczególne wymogi sieci oraz przesyłu danych. Firmą świadczącą usługi przed cyberatakami jest też T-MOBILE POLSKA⁶⁸⁴. Przejrzyste firmy powinny przestrzegać zasad rządzących bezpieczeństwem zasobów IT i w tym względzie stosuje się sieć Ethernet VPN, która umożliwia połączenia między komórkami danej firmy, centrami danych, a także zasobami pozyskiwanymi za pośrednictwem *cloud computing*. Ethernet VPN pozwala zarządzać siecią zachowując dużą kontrolę nad jej funkcjonowaniem oraz jej monitorowanie poprzez specjalny portal on-line.

W lipcu 2016 roku Parlament Europejski przyjął dyrektywę NIS (*Network and Information Security*) o bezpieczeństwie w cyberprzestrzeni⁶⁸⁵. Unia Europejska zamierza stworzyć wspólny system zabezpieczający przed cyberatakami. Wymieniony NIS jest uzupełnieniem regulacji GDPR (*General Data Protection Regulation*) o przetwarzaniu i ochronie danych osobowych. Dyrektywa przewiduje także powołanie Zespołu Reagowania na Incydenty Bezpieczeństwa Komputerowego (CSIRT). Ochrona dotyczy przede wszystkim takich sektorów jak bankowość, energetyka, ochrona zdrowia, transport oraz zaopatrzenie w wodę pitną. Ponadto wprowadza konieczność raportowania wycieków danych i ataków przez przedsiębiorstwa, a także portale internetowe. W Polsce istnieje Narodowe Centrum Bezpieczeństwa (NCC). Zadaniem Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Sieci i Informacji (ENISA) będzie budowanie sieci kooperujących ze sobą zespołów państwowych. Na uwagę zasługuje to, że Rosja i Stany Zjednoczone współpracują w ramach różnych organizacji w zakresie problematyki świata wirtualnego⁶⁸⁶. Wystosowano *Wspólną deklarację na temat wyzwań dla bezpieczeństwa na przełomie XXI wieku (Common Security Challenges at Threshold of the Twenty-First Century)*, w której zaznaczono łagodzenie skutków jakie daje rewolucja informacyjna.

⁶⁸³ [https://pl.wikip. 10.11.2017.pedia.org/wiki/Grid_\(system\)](https://pl.wikip. 10.11.2017.pedia.org/wiki/Grid_(system)), dostęp: 10.11.2017.

⁶⁸⁴ <http://biznes.t-mobile.pl/pl/produkty-i-uslugi/sieci-teleinformatyczne/ethernet-vpn>, pobrano: 10.11.2017.

⁶⁸⁵ <https://fintek.pl/unia-europejska-zwieksza-cyberbezpieczenstwo/https://fintek.pl/unia-europejska-zwieksza-cyberbezpieczenstwo/>, dostęp: 10.11.2017.

⁶⁸⁶ <http://www.cyberdefence24.pl/640774,wspolpraca-usa-rosja-w-cyberprzestrzeni-analiza>, dostęp: 10.11.2017.

W XXI wieku państwa połączyły siły w walce z terroryzmem, to jednak podobna sytuacja nie miała miejsce w środowisku wirtualnym. W ONZ przeforsowano rezolucję nawołującą do stworzenia światowej kultury cyberbezpieczeństwa oraz rezolucję zatytułowaną *Rozwój obszaru informacji i telekomunikacji w kontekście bezpieczeństwa międzynarodowego*. W Rosji funkcjonuje Instytut Bezpieczeństwa Informacyjnego na Uniwersytecie Łomonosowa w Moskwie jako jednostka badawcza nad wzmocnieniem bezpieczeństwa informacyjnego i współpracy międzynarodowej. W roku 2011 powstał słownik pojęć dotyczących cyberbezpieczeństwa. Była to ważna inicjatywa, ponieważ jednym z problemów przy wcześniejszych rozmowach rosyjsko-amerykańskich było wzajemnie niezrozumienie. Zachodzi jednak potrzeba pogłębionej współpracy Stanów Zjednoczonych i Rosji w zakresie cyberprzestępczości w Internecie. Oba te państwa jednak nadal inaczej spoglądają na kwestię cyberbezpieczeństwa. Dla USA jest to zabezpieczenie sprzętu, oprogramowania i ludzi. Natomiast dla Rosji jest to przestrzeń i bezpieczeństwo informacyjne, a w tym kontrola treści.

41.4. *Big Data*⁶⁸⁷

W związku z rozwojem systemów informatycznych stale rośnie znaczenie sieci IT, a wraz z nim siła oddziaływania hakerów. Masowo powstaje złośliwe oprogramowanie, a jego ślady mogą zostać odkryte za pomocą odpowiednich metod analitycznych. Przykładowo analitycy jednej z firm muszą przebadać ponad 300 tysięcy nowych wirusów, robaków i innych szkodliwych programów. Problemem jest lawinowo rosnąca ilość danych. Nadzieją w tym zakresie może być modelowane skomplikowane narzędzie informatyczne o nazwie *Big Data* w celu usprawnienia cyberbezpieczeństwa. Projektowana i już częściowo stosowana automatyczna analityka prowadzi do generowania zbiorów metadanych, które ze względu na swoją wielką pojemność wymagają odpowiednich aplikacji i infrastruktury. Pod pojęciem metadane rozumiemy ustrukturalizowane informacje stosowane do opisu zasobów informacji lub obiektów informacji, dostarczające szczegółowych danych, dotyczących atrybutów zasobów lub obiektów informacji, w celu ułatwienia ich znalezienia, identyfikacji, a także zarządzania tymi zasobami⁶⁸⁸. Według badania przeprowadzonego w USA przez firmę MeriTalk 88% agencji federalnych przyznało, że w przeciągu dwóch lat analiza danych i uzyskiwanie szerszego obrazu z nich stały się o wiele trudniejsze.

Technologia *Big Data* polega na szukaniu, pobieraniu, gromadzeniu i przetwarzaniu bardzo dużych ilości danych w celu znalezienia korelacji i zauważenia pewnych zjawisk oraz zmiennych, które na nie wpływają⁶⁸⁹. W roku 2000 Doug Laney przedstawił definicję *Big Data*, która opiera się na tzw. trzech V, a mianowicie: *volume* (ilość), *velocity* (szybkość), *variety* (różnorodność). *Volume* sprowadza się do zbierania danych z różnorodnych źródeł, a w tym media społecznościowe, informacje z sensorów czy transakcje biznesowych. Odnośnie szybkości to bardzo duże ilości informacji są przetwarzane w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Różnorodność określa rodzaj danych np. bazy danych, arkusze kalkulacyjne, dokumenty tekstowe, e-maile, video czy też pliki typu audio.

Rozwiązanie *Big Data* traktowane jest jako wyjście naprzeciw przyszłym niebezpieczeństwom w cyberprzestrzeni. Tak więc rozwiązanie *Big Data* przyczyni się do wzmocnienia cyberbezpieczeństwa, w szczególności w obszarze analizy, ochrony danych oraz przeciwdziałania przyszłym atakom. Trzeba dodać, że komputerowe *Big data* może prowadzić do zmniejszenia liczby fałszywych alarmów w sieciach korporacji. Stosowanie omawianej bazy danych umożliwia szybką automatyczną analizę danych, sklasyfikowanie i skategoryzowanie rodzaju zagrożeń. Według badaczy z Uniwersytetu w San Diego sieć średniej wielkości złożona z 20 tys. urządzeń transmittuje ponad 50 terabajtów danych w ciągu 24 godzin, co oznacza, że 5 gigabajtów musi być analizowane co sekundę, aby wykryć cyberatak. Wymaga to tworzenia

⁶⁸⁷ <http://www.cyberdefence24.pl/675927,big-data-nadzieja-dla-cyberbezpieczenstwa-analiza>, dostęp: 15.11.2017.

⁶⁸⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Metadane>, dostęp: 15.11.2017.

⁶⁸⁹ Ibidem.

odpowiednich modeli danych statystycznych, które minimalizują fałszywe alarmy oraz zmniejszają liczbę niewykrytych zagrożeń do minimum.

Wykorzystanie danych z minionych okresów historycznych i tworzenie modeli ekonometrycznych umożliwia prognozowanie, czy też tworzenie systemów uczących się (*machine learning*). Przewiduje się, że do roku 2020 liczba urządzeń podłączonych do Internetu przekroczy 20 miliardów. Przykładowa aplikacja (*T-Mobile Fraud Detection System*) służy do wykrywania zagrożeń wewnętrznych. Dla dużej skuteczności tego systemu wybrano technologię, która wykorzystuje różne źródła i formaty danych. Wymieniony system jest w dużej mierze zautomatyzowany. Na podstawie stworzonych scenariuszy i algorytmów, wyliczany jest *scoring*, który określa prawdopodobieństwo nadużycia w poszczególnych obszarach biznesowych firmy o nazwie T-Mobile. Trzeba pamiętać, że technologia *Big Data* dostarcza tylko informacje o przewidywanych zagrożeniach cyberatakami, nie dając gotowego rozwiązania tego niepokojącego problemu.

Według prowadzonego indeksu cyberbezpieczeństwa przez Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU), np. Estonia zajęła piąte miejsce w świecie i pierwsze w Europie⁶⁹⁰. W tym kraju przeciwdziałając dalszemu zagrożeniu wprowadzono zmiany w strukturach organizacyjnych oraz uchwalono akty prawne. Ponadto w Estonii znajduje się Centrum Doskonalenia Cyberobrony NATO. Wspomniany indeks powstał w 2014 roku w celu ułatwienia budowy globalnej kultury cyberbezpieczeństwa. Ocenia on wysiłki około 200 członków ITU na rzecz poprawy cyberbezpieczeństwa.

41.5. Złożoność technologii *Big Data*

Rozwinięcie pojęcia *Big Data* oraz terminów pomocniczych z nim związanych spotykamy w encyklopedii internetowej Wikipedia⁶⁹¹. *Big Data* to termin odnoszący się do dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych, których przetwarzanie i analiza jest trudna, ale może prowadzić do zdobycia nowej wiedzy. Obecnie następuje wzrost dostępności Internetu oraz usług świadczonych drogą elektroniczną, które w naturalny sposób są przystosowane do wykorzystywania baz danych. W 2001 roku META Group opublikowała raport, który opisuje *Big Data* w wspomnianym już wcześniej modelu 3V. Dla celów praktycznych model ten został uzupełniony o kolejną składową *Value* (wartość posiadanych danych), tworząc w ten sposób model 4 V. W roku 2012 firma Gartner uzupełniła podaną wcześniej definicję, wskazując, iż *Big Data* to zbiory informacji o dużej objętości, dużej zmienności lub dużej różnorodności, które wymagają nowych form przetwarzania w celu wspomagania podejmowania decyzji, odkrywania nowych zjawisk oraz optymalizacji procesów”. Nadmienię, że firma Gartner jako przedsiębiorstwo analityczno-doradcze specjalizuje się w zagadnieniach strategicznego wykorzystania technologii oraz zarządzania technologiami (wg <https://pl.wikipedia.org/wiki/Gartner>):

- tworzenie aplikacji typu: ERP, CRM, portale korporacyjne, tworzenie i zarządzanie treściami;
- *business intelligence* (BI) i zarządzanie informacjami;
- usprawnianie procesów biznesowych;
- architektura korporacyjna;
- infrastruktura i operacje IT;
- zarządzanie programami i portfelami projektów;
- bezpieczeństwo i zarządzanie ryzykiem;
- pozyskiwanie rozwiązań technologicznych z rynku i zarządzanie relacjami z dostawcami.

Główne komponenty i ekosystem *Big Data* są następujące:

- techniki analizy danych: Testy A/B, uczenie maszynowe, przetwarzanie języka naturalnego;
- technologie *Big Data* np. (BI), przetwarzanie danych w chmurze oraz bazy danych;
- wizualizacje: wykresy, grafy, inne formy prezentowania danych.

⁶⁹⁰ <http://www.cyberdefence24.pl/651718,indeks-cyberbezpieczenstwa-itu-estonia-najbezpieczniejszym-panstwem-w-europie-polska-w-drugiej-dziesiatce>, dostęp: 15.11.2017.

⁶⁹¹ <file:///D:/BigData/Big%20data%20E2%80%933%20Wikipedia,%20wolna%20encyklopedia.html> Big data, dostęp: 15.11.2017.

Rozwiązania *Big Data* korzystają z dorobku analityki biznesowej BI, a pojęcie to oznacza proces przekształcania danych w informacje, a informacje w wiedzę, która może być wykorzystana do zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstwa⁶⁹². Praktycznie BI to kombinacja architektury systemu, aplikacji oraz baz danych, które umożliwiają prowadzenie w czasie rzeczywistym analizy i przekształcenia informacji dla potrzeb biznesu. BI wymaga utworzenia hurtowni danych (*data warehouse*), która pozwala na ujednoczenie i powiązanie danych zgromadzonych z różnorodnych systemów informatycznych przedsiębiorstwa. Wymieniona hurtownia jest rodzajem bazy danych, która zorganizowana i zoptymalizowana jest pod kątem określonego obszaru praktycznego działania firmy⁶⁹³. Zadaniem hurtowni danych jest przetwarzanie analityczne (OLAP), wspomaganie decyzji (DSS), archiwizacja danych, analiza efektywności, wsparcie dla systemu CRM poprzez dobieranie adekwatnej strategii marketingowej. W gromadzeniu danych w tego typu hurtowni stosowane są różne podejścia, a jednym z nich jest znormalizowane, polegające na przechowywaniu danych zgodnie z zasadami określonej bazy danych. Tabele pogrupowane są według tematyki odnoszącej się do ogólnej kategorii danych, np. odnoszące się do produktów. Struktura znormalizowana dzieli dane na jednostki, które tworzą kilka tabel w relacyjnej bazie danych.

Funkcjonowanie BI powoduje zwolnienie systemów transakcyjnych od tworzenia raportów, przy czym analityka biznesowa posługuje się następującymi technikami: eksploracja danych, eksploracja procesów (*Data mining*), sieci neuronowe, algorytmy genetyczne. W *Big Data* występuje równoległe przetwarzanie danych, aplikacje oparte o szukanie, rozproszone systemy plików, rozproszone bazy danych, infrastruktura chmurowa (aplikacje, zasoby przetwarzające, pamięć) oraz Internet. Eksploracja danych, zwana też drążeniem danych, pozyskiwanie wiedzy, wydobywanie danych, ekstrakcja danych to jeden z etapów procesu odkrywania wiedzy z baz danych typu (*Knowledge Discovery in Databases, KDD*)⁶⁹⁴.

Idea eksploracji danych polega na wykorzystaniu szybkości komputera do znajdowania ukrytych dla człowieka prawidłowości w danych zgromadzonych w hurtowniach danych. Czerpie pomysły z analizy wielowymiarowej oraz tzw. uczenia maszynowego. Praktycy analizy *Big Data* preferują bezpośrednie dołączenie pamięci (DAS) w przeróżnych formach, od dysków SSD do wielkopojemnościowych dysków SATA wewnątrz węzłów przetwarzania równoległego. Unika się opóźnień chociaż są możliwe. Jak widzimy w informatyce spotykamy wiele nowych pojęć i skrótów. Wyjaśnienie ich występuje najczęściej w encyklopedii Wikipedia w języku angielskim. Przykładowo SSD (*solid-state drive*) to urządzenie pamięci masowej zbudowane w oparciu o pamięć *flash*.

W informatologii wiedza to układ opisany wyrażeniem: $w = \langle I, C, D \rangle$; gdzie w – wiedza, I – informacja, C – kontekst, D – doświadczenie. Zatem źródłem wiedzy odbiorcy jest informacja, na której odbiór ma wpływ kontekst sytuacyjny oraz posiadane przez odbiorcę doświadczenie. Tak więc wiedza jest tym co przekształca informację w nową informację lub w nową wiedzę. W badaniach nad sztuczną inteligencją wiedzę traktuje się jako materiał wejściowy, albo efekt działania algorytmów. Jest to proces formalizowania ludzkiej wiedzy celem automatycznego wnioskowania, a przykładem w tym zakresie są systemy ekspertowe. Burzliwie rozwijająca się inżynieria oprogramowania umożliwia budowę aplikacji, których kod źródłowy ma setki tysięcy linii, przy równoczesnym zachowaniu kontroli nad całością pakietu. Daje to szanse tworzenia rozwiązania klasy *Big Data* o wielkiej pojemności informacyjnej pamięci masowej, zasobów plików oraz baz danych mierzonych w terabajtach, przy czym terabajt (TB) w systemie przedrostków dziesiętnych to jednostka używana w informatyce⁶⁹⁵. Terabajt oznacza bilion, czyli 10^{12} bajtów, jednak zgodnie z standardem IEC 60027-2 w systemie przedrostków dwójkowych, czyli binarnych 1 tebibajt (TiB) = 1024 GiB = 1024² MiB = 1024³ kiB = 1024⁴ B. Przykładowo odtworzenie filmów na płytach DVD o pojemności 1 TB zajmuje około 18 dób. Stosowane są

⁶⁹² https://pl.wikipedia.org/wiki/Business_intelligence, dostęp: 15.11.2017.

⁶⁹³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Hurtownia_danych, dostęp: 15.11.2017.

⁶⁹⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Eksploracja_danych, dostęp: 15.11.2017.

⁶⁹⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Terabajt>, dostęp: 15.11.2017.

również do określenia największych posiadanych przestrzeni dyskowych, zasobów użytkowników serwisu internetowego, zgromadzonych danych całego Internetu jednostki o nazwie petabajt (PB), które stanowią 10^{15} bajtów⁶⁹⁶. Odpowiednikiem tej jednostki według standardu IEC 60027-2 jest pebibajt (PiB) równy 1024^5 bajtów. Dodam, że w rozwiązaniach przeglądających zgromadzone informacje w sieci globalnej, analizujące je i wyciągające wnioski na przyszłość w celu np. przewidywania cyberataku zbiory mierzone są nawet w terabajtach lub petabajtach. Tak więc w systemie przedrostków dziesiętnych SI występują zależności:

$$1 \text{ PB} = 10^3 \text{ TB} = 10^6 \text{ GB} = 10^9 \text{ MB} = 10^{12} \text{ kB} = 10^{15} \text{ B.}$$

Nadmienię, że Google ogłosiło, już w roku 2008, że jest w stanie posortować 1 PB danych w ciągu około 6 godzin na 4000 komputerach. Dane zgromadzone na Facebooku w roku 2012 zajmowały 180 PB, a co godzinę przybywało 0,5 PB. Dodam jeszcze, że Microsoft w roku 2013 poinformował, że podczas przenoszenia kont pocztowych do *Outlook.com* było 150 PB danych. Jak już nadmieniono, wydobywanie nowej informacji z masy różnorodnych danych to zadanie dla *Big Data*, przy czym pojęcie informacja według Wikipedii to właściwość pewnych obiektów, relacji między elementami zbiorów pewnych obiektów, której istotą jest zmniejszenie nieokreśloności⁶⁹⁷. W cybernetyce informacja oznacza każde rozpoznanie stanu układu odróżnialnego od innego stanu tego układu. W odniesieniu do procesu komunikowania się informacja jest to wyróżnienie przez pewien układ informacyjny – odbiorcę, pewnego stanu wyróżnionego nadawcy.

41.6. Zagadnienia

1. Cyberbezpieczeństwo
2. Sieci globalne
3. Internet
4. Terroryzm
5. Dane masowe
6. Ścieżki tematyczne cyberbezpieczeństwa
7. Cyberobrona
8. Cyberprzestrzeń
9. Cyberzagrożenia
10. *Cloud computing*

* * *

Rozwój specyficznego rodzaju technologii informatycznej nazwanej ogólnie *Big Data* następuje z konieczności ochrony przed zagrożeniami jakie powstały w wyniku funkcjonowania Internetu w cyberprzestrzeni. Część z internautów to „szkodniki” tego dobrodziejstwa obecnych czasów. Tworzą złośliwe aplikacje prześcigając się w dotarciu do kont odbiorców informacji. Towarzyszą temu dodatkowe koszty jakie obiekty gospodarcze i różnego rodzaju instytucje muszą ponosić w celu zapobiegania cyberatakam, które mogą stać się groźnym narzędziem w rękach terrorystów.

Przykłady włamań do systemów strategicznych budzą niepokój nie tylko menadżerów firm, ale nawet stanowią przedmiot rozważań szefów rządów wielu państw. Część renomowanych firm informatycznych, wyczuwając potrzebę chwili już jest przygotowana na świadczenie usług w zakresie cyberzabezpieczenia zgromadzonych zasobów informacji, w tym w świecie wirtualnym.

Technologia *Big Data* to nowe wyzwanie także dla informatyki, trzeba bowiem nabyć umiejętności gromadzenia i archiwizowania masowych danych w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Celem nadrzędnym jest pozyskanie nowej wiedzy o ewentualnym przewidywaniu ataku hakerów lub terrorystów, aby zminimalizować jego skutki.

⁶⁹⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Petabajt>, dostęp: 15.11.2017.

⁶⁹⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Informacja>, dostęp: 15.11.2017.

Bibliografia

- Adamczewski P., *E-logistyka ery now economy*, Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu, PRZEDSIĘBIORCZOŚĆ I ZARZĄDZANIE 2016, SAN, Tom XVII, Zeszyt 12, Część I.
- Adamus W., Gręda A., *Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich*, Instytut Ekonomii i Zarządzania, Uniwersytet Jagielloński, Kraków 2005, publikacja w Internecie.
- Alexander M., Walkenbach J., *Analiza i prezentacja danych w Microsoft Excel*, Helion, Gliwice 2011.
- Angielski dla średnio zaawansowanych*, Europejska Szkoła Kształcenia Korespondencyjnego.
- Banasiewicz W., *e-LOGISTYKA*, publikacja w Internecie.
- Bartczak K., *Mobilne EDI w towarowym transporcie drogowym.pdf.*, Ministerstwo Infrastruktury, publikacja w Internecie.
- Becker A., *Analiza efektywności działania województw Polski*, Katedra Zastosowań Matematyki, Akademia Rolnicza w Szczecinie, publikacja w Internecie.
- Bednarek J., Andrzejewska A., *Zagrożenia cyberprzestrzeni i świata wirtualnego*, Difin, Warszawa 2014.
- Blaik P., *Logistyka*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.
- Bronsztein L., Siemiediajew K., *Poradnik encyklopedyczny matematyka*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1959.
- Broszkiewicz R., Gajek A., *Wybrane zagadnienia prawne przewozu towarów niebezpiecznych przez obszary wielkomiejskie*, Bezpieczeństwo Pracy 11/2011.
- Brzezińska M., *W cieniu europejskiej twierdzy Obrazy Zachodu wśród Afrykanów Gwinea Bissau*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2017.
- Budyta-Budzyńska M., *Polacy na Islandii Rekonstrukcja przestrzeni obecności*, Scholar, Warszawa 2017.
- Castles S., Miller M. J., *Migracje we współczesnym świecie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- Cebul K., Fehler W., Podgórzanka R., *Migracje jako wyzwanie dla Unii Europejskiej i wybranych państw członkowskich*, Difin, 2017.
- Chwesiuk K., *Koncepcja zastosowania elektronicznej wymiany danych dla centrum logistycznego*, Akademia Morska w Szczecinie Wydział Inżynierjno-Ekonomiczny Transportu, publikacja w Internecie.
- Cisło W., *Imigranci u bram Kryzys uchodźcy i męczeństwo chrześcijan XXI w.*, Biały Kruk, 2017.
- Coelli T., *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, CEPA Working Papers, University of New England, Australia.
- Coelli T., *Przewodnik po DEAP wersji 2.1, Analiza zwiżania [enevelopment] danych*, Centrum Analizy Efektywności i Produktywności, [www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm].
- Coyle J. J., Bardi E. J., Langley C. J. Jr , *Zarządzanie Logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002.
- Cymanow C., *Ekonomiczno-społeczne następstwa migracji na obszarach górskich na przykładzie Karpat Polskich*, Difin, Warszawa 2018.
- Cyplik P., *Koncepcje i strategie logistyczne, Przegląd metod sterowania zapasami*, Logistyka 1/2003. Czasopismo: Komputer Ekspert Biblioteczka, 01 Luty-marzec 2011 „WORDPRESS BLOG|STRONA FIRMOWA|E-SKLEP KOMPLETNY PORADNIK”, Wydawca: RINGIER AXEL SPRINGER POLSKA.
- Czerwiński Z., Guzik B., *Prognozowanie ekonometryczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1980.
- Danowski B., Makaruk M., *Pozycjonowanie i optymalizacja stron WWW. Ćwiczenia praktyczne*, Helion, Gliwice 2012.
- Dittman P., *Metody prognozowania sprzedaży w przedsiębiorstwie*, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu, Wrocław 2000.
- Dobrzyńska R., *Zagrożenia środowiska podczas transportu drogowego materiałów niebezpiecznych*, InnTrans, Szczecin 2013.

- Duczmal M., *Efektywność działania obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013.
- Duczmal M., *Metody optymalizacji w zarządzaniu*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.
- Duczmal M., Wornalkiewicz W., *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2010.
- Duczmal M., Wornalkiewicz W., *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera*, Wydanie II, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2012.
- Dyczkowska J., *Logistyka zaopatrzenia i produkcji – wpływ na logistykę dystrybucji*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej Transport 2012 z. 84. Instytut Ekonomii i Zarządzania Politechnika Koszalińska.
- Dyrektywa NIS, Parlament Europejski, Ministerstwo Cyfryzacji 2017, <https://www.gov.pl/cyfryzacja/dyrektywa-nis-przyjeta-przez-parlament-europejski>.
- Dziechciarz J., *Ekonometria Metody, przykłady, zadania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2003.
- Fihel A., *Starzenie się społeczeństwa a polityka fiskalna i migracyjna*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2017.
- Florek-Paszkowska A., Cymanow P., *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie produkcyjnym z zastosowaniem Analitycznego Procesu Sieciowego*, publikacja w formacie pdf w Internecie.
- Gardocka T., Sobczak J. (red. nauk.), *Uchodźcy w Polsce i Europie Stan prawny i rzeczywistość*, Adam Marszałek, Toruń 2010.
- Gawin B., Marcinkowski B., *Symulacja procesów biznesowych. Standardy BPMS i BPMN w praktyce*, Onepress, Gdańsk 2013.
- Google AdWords. *Skuteczna kampania reklamowa w Internecie*, <http://www.empik.com/google-adwords-skuteczna-kampania-reklamowa-w-internecie-holdren-anastasia,p1049057626,ksiazka-p>.
- Górka M. (red. nauk.), *Cyberbezpieczeństwo jako podstawa bezpiecznego państwa i społeczeństwa w XXI wieku*, Difin, Warszawa 2014.
- Grzegorzczak K., Hancyk B., Buchcar R., *Towary niebezpieczne w transporcie drogowym 2005-2007*, Wydawnictwo Buch-Car, Błonie 2005.
- Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.
- Hadaś Ł., Fertsch M., Cyplik P., *Planowanie i sterowanie produkcją*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010/2011.
- Han C., *Pracownicy migracyjni w Chinach*, Adam Marszałek, Toruń 2017.
- Ignasiak E. (red.), *Badania operacyjne*, wyd. 2. popr., Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.
- Januła E., Truś T., Gutowska Ż.: *Spedycja*, Difin, Warszawa 2011.
- Jaremczuk E. J. (red. nauk.), *Migracje i kryzys uchodźczy w Europie Rzeczywistość i wyzwania*, FNCE, Poznań 2017.
- Jarosz K., *Propozycja usprawnienia przewozu ładunków niebezpiecznych (na przykładzie firmy „Render”)*, praca licencjacka, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017.
- Kasperczyk R., *Środki transportu*, część 1, Difin, Warszawa 2012.
- Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S., *Logistyka*, Biblioteka Logistyka, Poznań 2009.
- Klaus, W., *Przemoc ze strony najbliższych w doświadczeniach życiowych Analiza kryminologiczna*, Scholar, Warszawa 2017.
- Kopczewska K., Kopczewski T., Wójcik P., *Metody ilościowe w R Aplikacje ekonomiczne i finansowe*, CeDeWu, Warszawa 2009.
- Korczak J., *Inżynieria procesów logistycznych*, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2013.
- Korzeniowski B., *Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP (na przykładzie zakładu „Alsecco”)*, praca licencjacka, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017.
- Kosmacz-Chodorowska A., *Branża TSL coraz bliżej standardów globalnych GSI*, Instytut Logistyki i Magazynowania – GSI Polska, Poznań.
- Kotowska I., *Żegluga morska bliskiego zasięgu w świetle idei zrównoważonego rozwoju transportu*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2014.

- Krawczyk R., *Młodzi emigranci polscy pracujący w Wielkiej Brytanii Adaptacja zawodowa a poczucie szczęścia*, Difin, Warszawa 2017.
- Krawczyński E., Talaga z., Wilk M., *Technologia informacyjna nie tylko dla uczniów*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa 2002.
- Królewski J., Sala P. (red.), *E-marketing*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
- Krystek J., *Analiza procesu magazynowania w magazynie wysokiego składowania*, Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
- Krywult-Albańska M., *Imigranci polscy w Kanadzie Socjologiczna analiza procesów adaptacji*, Impuls, Kraków 2015.
- Kubicki J., Urban-Popiołek I., Miklińska W., *Transport międzynarodowy i multimodalne systemy transportowe*, Fundacja Rozwoju, Gdynia 2002.
- Kufel T., *Ekonometria Rozwiązanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Kukuła K., (red.), *Badania operacyjne w przykładach i zadaniach*, PWN, Warszawa 2004.
- Kurkiewicz J.(red.), *Demograficzne uwarunkowania i wybrane społeczno-ekonomiczne konsekwencje starzenia się ludności w krajach europejskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2012.
- Lech P., *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Difin, Warszawa 2003.
- Leyland V., *EDI Elektroniczna wymiana dokumentacji*, Wydawnictwo-Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
- Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, artykuł w czasopiśmie *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, tom XIV, 2013, tab. 2, <http://www.academia.edu/9499435>.
- Lipiec-Zajchowska M. (red), *Wspomaganie procesów decyzyjnych*, [t. 2.]: *Ekonometria*, Wydawnictwo C.H. Beck Warszawa 2003.
- Madej B., Żakowski P., Madej R., *Przewozy towarów niebezpiecznych. ADR 2009-2011*, Biblioteka Akademii Transportu i Przedsiębiorczości, Warszawa 2011.
- Majdzińska A., *Regionalizacja demograficzna Wybrane metody i ich aplikacje*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016.
- Marciniak-Neider D., *Warunki dostaw towarów w handlu zagranicznym*, Polska Izba Spedycji i Logistyki, Gdynia 2011.
- Marz N., Warren J., *Big Data. Najlepsze praktyki budowy skalowanej obsługi danych w czasie rzeczywistym*, Helion, Gliwice 2016.
- Mayer-Schonberger V., Cukier K., *Big Data Rewolucja , która zmieni nasze myślenie, pracę i życie*, MT Biznes.
- Mazzullo J., Wheatley P., *SAP R/3. Podręcznik użytkownika*, SAP AG, Helion, Gliwice.
- Mendyk E., *Ekonomika i organizacja transportu*, Wydawnictwo Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2002.
- Microsoft: *Excel. Opis funkcji*, Microsoft Corporation Ireland 1993.
- Microsoft: *Excel. Podręcznik użytkownika [t. 2.]: Analiza arkusza, wymiana danych, automatyzacja prac*, Microsoft Corporation Ireland 1993.
- Migacz J., *Prognozowanie zewnętrznych usług transportowych (na podstawie Fabryki Armatur „Głucholazy”)*, praca licencjacka, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017.
- Mindur L., Hajdul M., *Metoda rozwoju i koordynacji sieci intermodalnej w Polsce*, czasopismo "Logistyka" 2012/2013.
- Mindur L., *Technologie transportowe XXI wieku*, Wydawnictwo Instytutu Technologii i Eksploatacji, Warszawa 2014.
- Nadolska N., Stawarz P., Wojtaszyk K. A., *Unia Europejska i wybrane państwa świata wobec kryzysu migracyjnego*, Aspra, ibuk 2017.
- Narodowy Program Infrastruktury Krytycznej, <https://rcb.gov.pl/infrastruktura-krytyczna/>.
- Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, Polskie wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.

- Okólski M., Fihel A., *Demografia Współczesne zjawiska i teorie*, Wydawnictwo Scholar, Warszawa 2017.
- Olkiewicz A., *Jak żyć szczęśliwie w innym kraju*, Wydawnictwo: Czarna Owca, Warszawa 2014.
- Orzyłowski M., *Przemysłowe systemy informatyczne*, Wydawnictwo Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2002.
- Pędziwiatr K., Siewierska-Chmaj A., Matyja R., *Polska polityka migracyjna W poszukiwaniu nowego modelu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2015.
- PN-84/N-01800 *Gospodarka magazynowa. Terminologia podstawowa*.
- Poszewiecki A., Bizon W., Kulawczuk P. (praca zbiorowa), *Symulacje menedżerskie i studia przypadków Szkolenia biznesowe w oparciu o symulacje menedżerskie i studia przypadków – najlepsze praktyki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2012.
- Prognoza ludności na lata 2014-2050*, Studia i analizy statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014.
- Przytuła S., *Migracje międzynarodowe i expatriacja Perspektywa indywidualna, organizacyjna, społeczno-kulturalna*, Difin, Warszawa 2017.
- Radzikowska B. (red.), *Metody prognozowania Zbiór zadań*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2004.
- Robin A., *Angela Merkel i kryzys migracyjny Dzień po dniu (Die Getriebenen)*, Wydawca: Teologia Polityczna, Warszawa 2017.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2007. Dział: Rachunki narodowe*.
- Roczniki statystyczne GUS, lata 2011-2016.
- Rossa A, Socha L., Szymański A., *Hybrydowe modelowanie procesów demograficznych z wykorzystaniem rozmytych przełączających układów dynamicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015.
- Rozporządzenie Ministrów Komunikacji i Spraw Wewnętrznych w sprawie warunków i kontroli przewozu drogowego materiałów niebezpiecznych, Warszawa 1983,
file:///C:/Documents%20and%20Settings/home/Moje%20dokumenty/Downloads/D1983067030101%20(1).pdf
- Sałkowski D., *Twoja firma w Google, czyli jak przeprowadzić skuteczną kampanię AdWords*, <http://www.empik.com/twoja-firma-w-google-czyli-jak-przeprowadzic-skuteczna-kampanie-adwords-salkowski-damian,p1114438729,ksiazka-p>.
- Sikorski M., *Instrukcja do programu Expert Choice v. 9.5 (Student)*, Politechnika Gdańska, Wydział Zarządzania i Ekonomii, 2000 r., publikacja w Internecie.
- Skowroński Z., *Zarządzanie gospodarką magazynową*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.
- Słowiński B. *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.
- Smolarek T., *Praktyczne aspekty projektowania procesów transportowych*, GEFCO Polska, publikacja w Internecie.
- Staniec I., *Rozwiązywanie zadań za pomocą pakietu WinQSB: winqsb_instrukcja_pl.pdf*, <http://www.miz.marc.pl/?a=teaching&b=materials>.
- Stawiński R., *Uchodźczy polscy w latach dziewięćdziesiątych jako nowy problem społeczny*, Difin, Warszawa 2017.
- Stokowski F., *Demografia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2015.
- Szkoda M., *Realizacja procesów logistyki zaopatrzenia z zastosowaniem systemu SAP ERP*, Narodowy Centrum Badań i Rozwoju, Logistyka 6/2014.
- Szostek R., *Uogólniony model Holta na przykładzie prognozowania liczby pasażerów w transporcie lotniczym w Polsce*, Ekonometria, 2(36) 2012.
- Szukalski P. (red.), *Procesy demograficzne w województwie łódzkim w XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2015.
- Tomkowska A., *Zastosowanie Mallab-a*, Internet, Koszalin 2006.
- Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu towarów niebezpiecznych (ADR) (Dz. U z 2002 r. Nr 194, poz. 1629).

Uwarunkowania demograficzne rozwoju społecznego i ekonomicznego miasta Nysa i powiatu nyskiego, materiały pokonferencyjne, Nysa maj 2018.

Walesiak M., Gatnar E. (red. nauk.), *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.

Winiecka W., *Strategia i migracja adaptacja. Rodziny młodych migrantów polskich w Londynie po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej*, WN Katedra 2018.

Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw, Koncepcje, Procedury, Doświadczenie*, wydanie II zmienione, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.

Wojtaszyk K.A., Szymańska J.(red. nauk.), *Uchodźcy w Europie Uwarunkowania, istota, następstwa*, Aspra 2017.

Wornalkiewicz W. , *Popularyzacja metod ilościowych w Internecie*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2017.

Wornalkiewicz W., *Dobór metod i parametrów w budowaniu modeli ekonometrycznych*, monografia, *Ekonomiczno-społeczne problemy współczesnego zarządzania i komunikacji*, (red.) Duczmal M, Pokusa T, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2008.

Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, Część I, *Środowiska programowe statystyki opisowej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, część II, *Zagadnienia ekonometrii*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

Wornalkiewicz W., *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, skrypt Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji, Opole 2013.

Wornalkiewicz W., *Model ekonometryczny zmiennej „liczba bezrobotnych”*, monografia: *Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania – formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne*, red. naukowa T. Pokusa, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2011.

Wornalkiewicz W., *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013.

Wornalkiewicz W., *Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludzkimi*, monografia, *Conference Proceedings of the 7th International Scientific Conference*, April 4-7, 2018, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Opole 2018.

Wornalkiewicz W., *Optymalizacja marszrutyzacji z zastosowaniem funkcji Excela*, monografia, Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina), Berdyansk 2017.

Wornalkiewicz W., *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznnych*, konferencja „*Sytuacja demograficzna jako wyzwanie dla polityki społecznej i gospodarczej na przykładzie miasta Nysa oraz powiatu nyskiego – stan obecny i perspektywy*”, Nysa 2018.

Wornalkiewicz W., *Prognozowanie z wykorzystaniem postarzenia informacji*, artykuł w monografii: *Economy and Education: Modern tendencies*, Volume of Scientific Papers, The Academy of Management and Administration in Opole, Opole 2017.

Wornalkiewicz W., *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015.

Wornalkiewicz W., *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016.

Wornalkiewicz W., *Zastosowanie konwertera plików*, artykuł na konferencji: *Modern problems of management: economics, education, health and pharmacy*, Conference Proceedings of the 5th International Scientific Conference, Opole 2017.

Wrycza S. (red. nauk.), *Informatyka ekonomiczna Podręcznik akademicki*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.

Współczesne polskie migracje Strategie – skutki społeczne – reakcja państwa, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2013.

Zastosowanie taksonomii wrocławskiej do oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego karpackich gmin górskich ONW, Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych, tom XVII, 2016.

Żwirbła A., *Rozwój metod ilościowych analizy ekonomicznej*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2007.

Indeks rzeczowy

A

Administrator programu 43
AdWords 56
Algorytm Little'a 149
Alternatywy kryterium 231
Analityczny Proces Hierarchiczny 82
Analityczny proces sieciowy 234
Analiza DEA 316
Aplikacje mobilne 120
Aplikacje webowe 63
Asymetryczny problem komiwojażera 151
Audio konwerter 480

B

Baza Demografia 309
BI 491
Big Date 484
Blog 41
Błąd wygasłych prognoz 402
Boks 44

C

Cel główny 238
Centra logistyczne 103
Cloud computing 487
CPM 96
CRM 121
Cyberatak 487
Cyberbezpieczeństwo 484
Cyberobrona 484
Cyberterroryzm 486
Cyberzagrożenie 485
Cząstkowy współczynnik zgonów 407

D

Demografia 260
Domena 40

E

EDI 100
Edytor Tinn-R 429
Element rozwiązujący 421
E-logistyka 124
Encoder 474
Expert Choice 82

F

Facebook 36
Format CDA 471
Format MIDI 476
Format MP3 471
Formuły Excela 138
Fragmentatory 451
Fraza 38
Fundamentalna skala porównań 229

Funkcja celu 150
Funkcje macierzowe Excela 380

G

Google AdWords 211
Gry kierownicze 221
Gry szkoleniowe 220
GS1 104

H

Heteroskedastyczność 378
Hiperłącze 46
Histogram 444
HTML 61

I

Inteligentna instalacja elektryczna 124
Interaktywne formularze 46
Internet rzeczy 124
Istotność względna preferencji wariantów 228
Izokwanta 316

J

Java 63
JIT 93

K

Kaizen 92
Karty Kaban 99
Kaskadowe arkusze stylów 66
Klasyfikacja ABC 201
Kohorta 265
Kokpit 42
Komenda persp() 439
Konwersja mowy 479
Konwerter plików 471
Korelacja 326
KPI 452

Kryterium informacyjne Akaike'a 357
Księgarnia internetowa 262

L

Liniowy model ekonometryczny 523
Link 32
Logistyczny łańcuch dostaw 104
Logistyka dystrybucji 103
Logistyka zaopatrzenia 200

M

Macierz odwrotna 380
Macierz transponowana 380
MAPE 399
Marketing internetowy 214
Marketing treści 212
Marketplace 219
Marszruta 148

Media społecznościowe 489
 Metadane 308
 Metoda *a posteriori* 368
 Metoda geometryczna 186
 Metoda simpleks 144
 Miara jakości 398
 Migracje ludności 309
 Model ekonometryczny 321
 Model Holta 397
 Model Holta-Wintersa 37
 Model multiplikatywny 197
 Model wielomianowy 71
 Modelowanie ekonometryczne 71
 Modelowanie hybrydowe 274
 Modelowanie zmiennych 346
 Moduł FC 197
 Moduł LPILP 146
 MSE 206
N
 Nakładanie wykresów 449
 Navigator 130
 Nieefektywność gospodarowania 310
 Normalność reszt 377
O
 Odchylenie standardowe populacji 350
 Odległość euklidesowa 339
 Opcja Malmquist 323
 Optymalizacja dwukryterialna 185
 Optymalizacja iteracyjna 397
P
 Paleta kolorów 440
 Paraboloida eliptyczna 442
 Parametry modelu 351
 Parametry optymalne 399
 PERT 96
 Piramida wskaźników 305
 Plik rezultatu 318
 Pliki multimedialne 475
 Podszeregi 289
 Podwójne wyrównywanie wykładnicze 79
 Polityka migracyjna 268
 Porównywanie parami 235
 Porównywarka 42
 Portale społecznościowe 36
 Postarzanie informacji 293
 Pozycjonowanie strony 56
 Preferencje lokalne 243
 Proces spedycyjno-transportowy 110
 Program DEAP 316
 Program Matlab 416
 Program Octave 426
 Program R 361
 Program R Commander 359
 Program RGui 433
 Programowanie wielokryterialne 187
 Przeglądarka 31
 Przestrzeń wirtualna 31
 Pulpit menadżerski 451
 Punkty przełączania 412
R
 Rachunek macierzowy 423
 Ranking alternatyw 235
 Rcmdr 359
 REGLINP 203
 Regresja wielowymiarowa 380
 RFID 101
 RMSE 74
 Rozwiązanie kombinowane 417
 Rozwiązanie mieszane 147
 Równanie macierzowe 380
S
 Schładzanie serwerowni 467
 SEO 212
 Serwerownia 464
 SES 201
 Sezonowość addytywna 250
 Sezonowość multiplikatywna 74
 Skorygowany współczynnik determinacji 362
 Solver 144
 Spedycja 131
 Statystyka Aksimeta 44
 Statystyka opisowa 349
 Statystyka t-Studenta 376
 Statystyki szczegółowe 52
 Strona internetowa 32
 Strona WWW 56
 Strony tematyczne 48
 Struktura hierarchiczna 227
 Struktura modelu 83
 Subkryterium 227
 Symulacja komputerowa 219
 Synteza ocen 89
 System WordPress 31
 Szafy stelażowe 464
 Szereg panelowy 334
Ś
 Średnia geometryczna 324
T
 Tabela przestawna 451
 Tablica simpleksowa 421
 Tagi radiowe 115
 Taksonomia wrocławska 334
 Technika multimedialna 226

Techniki przepływów logistycznych 92
 Technologia webowa 61
 TOC 100
 Transport multimodalny 107
 Tryb RGui 437
 Typ danych 416
U
 Upgrade 46
 UPS 464
 Urlmetryka 33
V
 VAM 138
 VRP 163
W
 Wagi globalne 228
 Wagi harmoniczne 278
 Wagi znaczeń społecznych 327
 Wahania przypadkowe 250
 WAP 112
 Warunki brzegowe 185
 Wektor cen 422
 Wiązadła 340
 Widgety 45
 WinQSB 96
 Witryna internetowa 34
 Wizerunek firmy 212
 Wskaźnik niespójności ocen 87
 Wskaźniki demograficzne 305
 Współczynnik determinacji 414
 Współczynnik korelacji 337
 Współczynnik płodności 307
 Współczynnik zgonów 407
 Współczynnik zmienności 346
 Współliniowość zmiennych objaśniających 368
 Wygąsłe prognozy 397
 Wykres Gantta 95
 Wykres powierzchniowy 439
 Wykres przestawny 451
 Wyrównywanie trendu 250
 Wyszukiwarka 32
 Wyznacznik macierzy 370
 Względna ważność kryteriów 86
Z
 Zadanie decyzyjne 163
 Zagadnienie komiwojażera 148
 Zakładka „Analiza danych” 335
 Zarządzanie łańcuchem dostaw 126
 Zarządzanie ryzykiem 235
 Zlogarytmowany współczynnik zgonów 414
 Zmienne mieszane 191
 Zmienne objaśniające 334
 Zrównoważona Karta Wyników 452



Dr inż. prof. WSZiA w Opolu (Polska) Władysław Wornalkiewicz jest autorem książek z zakresu statystyki i ekonometrii z zastosowaniem programów komputerowych. Jego praca naukowa skupia się na testowaniu różnych metod modelowania ekonometrycznego z użyciem danych statystycznych oraz takich narzędzi programistycznych jak pakiety Excel, Gretl, WinQSB, R, DEAP, Expert Choice i innych.

Jest absolwentem kilku kierunków na Politechnice Wrocławskiej, gdzie uzyskał tytuły inżyniera mechanika, magistra inżyniera organizatora produkcji, doktora nauk ekonomicznych, pedagoga Ministerstwa Edukacji Narodowej. Ukończył również program edukacyjny „Polska w procesie integracji europejskiej”.

Zatrudniony jest w Wyższej Szkole Zarządzania i Administracji w Opolu. Prowadzi tam zajęcia dydaktyczne z przedmiotów: *Ekonometria, Prognozowanie i symulacje, Badania operacyjne, Optymalizacja decyzji gospodarczych, Statystyka opisowa oraz Statystyka matematyczna*. Ponadto ma zajęcia z informatyki, a w tym wykłady z takich przedmiotów jak: *Informatyka w zarządzaniu, Projektowanie systemów informatycznych, Narzędzia tworzenia i analizy raportów, MRP, Wdrażanie zintegrowanych systemów, Inżynieria i analiza systemów*. Prowadzi seminaria dyplomowe licencjackie i magisterskie.

W roku 2018 został powołany przez Rektora WSZiA w Opolu na stanowisko **PROFESORA UCZELNI**.

W dorobku naukowym ostatnich lat są następujące książki opublikowane przez Wydawnictwo Instytut Śląski w Opolu: *Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych Zbiór przykładów z zastosowaniem mikrokomputera tom I. Wybrane modele ekonometryczne, Formułowanie modeli ekonometrycznych do potrzeb zarządzania – dwa tomy (Środowiska programowe statystyki opisowej, Zagadnienia ekonometrii), Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie, Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania – dwie części (Wybrane systemy zarządzania i sposoby modelowania, Narzędzia wspomagające projektowanie systemów)*.

Książkę „*Elementy inżynierii i analizy systemów zarządzania Wybrane aspekty logistyczne*”, w tym rozdziały własne: 1-9, 16-22, wydało w roku 2019 Wydawnictwo i Drukarnia Świętego Krzyża w Opolu.

Efektom prac badawczych są trzy publikacje: skrypt – *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, książka – *Modele ekonometryczne PKB obiektów struktury terytorialnej*, książka *Popularyzacja wybranych metod ilościowych w Internecie*.

Jest autorem wielu artykułów wydrukowanych w monografiach WSZiA w Opolu, opublikowanych przez Uniwersytet Pedagogiczny w Berdyansku (Ukraina) oraz Uniwersytet Pedagogiczny w Presvie (Słowacja).