

WŁADYSŁAW WORNALKIEWICZ
WOJCIECH DUCZMAŁ

**ELEMENTY INŻYNIERII I ANALIZY
SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA**

Wybrane aspekty logistyczne



Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu

WŁADYSŁAW WORNALKIEWICZ

WOJCIECH DUCZMAL

**ELEMENTY INŻYNIERII I ANALIZY
SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA**

Wybrane aspekty logistyczne

Opole 2019

Recenzenci
prof. zw. dr hab. Janusz Soboń
prof. zw. dr hab. Włodzimierz Szkutnik

Projekt okładki
Janina Drozdowska

Redakcja i korekta
Maria Szwed

Redakcja techniczna
Janina Drozdowska

ISBN 978-83-946765-8-2

WYDAWNICTWA
WYŻSZEJ SZKOŁY ZARZĄDZANIA I ADMINISTRACJI W OPOLU

Druk
Wydawnictwo i Drukarnia Świętego Krzyża w Opolu
45-007 Opole, ul. Katedralna 8A
tel. 77/44 17 140
www.drukujunas.eu
Nakład 150 egz. Objętość 21,50 ark. druk.

Spis treści

Wstęp	9
1. Zakres inżynierii i analizy systemów informatycznych zarządzania (<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	11
1.1. Obszar przedmiotu	11
1.2. Zagadnienia	14
2. Środowiska programistyczne tworzenia aplikacji (<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	15
2.1. Współczesne narzędzia budowy programów	15
2.2. Popularne systemy operacyjne	20
2.3. Zagadnienia	23
3. Popularność języków programowania (<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	24
3.1. Ranking popularności	24
3.2. Zastosowanie języka R do grafiki	27
3.3. Zagadnienia	28
4. Zastosowanie konwertera plików (<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	29
4.1. Przykład zastosowania audiokonwertera	29
4.2. Nowa wersja encodera	35
4.3. Rodzaje plików multimedialnych	35
4.4. Inne przykładowe programy do konwersji audio	39
4.5. Podsumowanie	40
4.6. Zagadnienia	41
5. Wymagania techniczne przykładowych aplikacji (<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	42
5.1. Słowo wstępne	42
5.2. Sage Symfonia ERP	42
5.3. Comarch ERP Optima	44
5.4. SAP Business One	46
5.5. Zagadnienia	47
6. Integracja indywidualnych systemów użytkowych (<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	48
6.1. Połączenie informatyczne oddziałów	48
6.2. Zagadnienia	53

7. Aplikacje programowe stosowane w projektowaniu stron internetowych	
<i>(Władysław Wornalkiewicz)</i>	54
7.1. Wstęp	54
7.2. Stanowiska w zespole projektującym aplikacje webowe	56
7.3. Przykładowe aplikacje technologii tworzenia stron WWW	59
7.4. Zagadnienia	67
8. Big Data – narzędzie cyberbezpieczeństwa	
<i>(Władysław Wornalkiewicz)</i>	69
8.1. Wstęp	69
8.2. Forum cyberbezpieczeństwa	70
8.3. Nowy żywioł cyberprzestrzeń	74
8.4. Big Data	80
8.5. Złożoność technologii Big Data	82
8.6. Podsumowanie	86
8.7. Zagadnienia	86
9. Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie	
<i>(Władysław Wornalkiewicz)</i>	88
9.1. Wprowadzenie	88
9.2. Katalog korzyści z wprowadzenia systemu ERM	90
9.3. Systemy informatyczne klasy ERM	91
9.4. Obszary działalności firm doradczych w zakresie ERM	98
9.5. Zagadnienia	100
10. Centra logistyczne	
<i>(Wojciech Duczmal)</i>	101
10.1. Wybrane przykłady	101
10.2. Centra logistyczne w Dallas oraz Seattle	108
10.3. Centra logistyczne w stanie Kalifornia	110
10.4. Zagadnienia	113
11. Funkcjonowanie przedsiębiorstwa spedycyjno-logistycznego	
<i>(Wojciech Duczmal)</i>	114
11.1. Zasady pracy firmy spedycyjno-transportowej	114
11.2. Zakres obowiązków i uprawnień operatora multimodalnego	120
11.3. Stosowane środki transportu i opakowań	120
11.4. Eksploatowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie	126
11.5. Przedstawienie przykładowego przedsiębiorstwa	126
11.6. Eksploatowany system informatyczny	130
11.7. Analiza możliwości usprawnienia pracy kierowców	131
11.8. Zagadnienia	134
12. Problematyka przewozu ładunków niebezpiecznych	
<i>(Wojciech Duczmal)</i>	135
12.1. Uregulowania dotyczące materiałów niebezpiecznych	135

12.2. Transport towarów niebezpiecznych	138
12.3. Analiza możliwości usprawnienia organizacji przewozów ładunków niebezpiecznych	146
12.4. Zagadnienia	149
13. Udoskonalenie systemu logistyki zaopatrzenia	
<i>(Wojciech Duczmal)</i>	150
13.1. Obszar działalności zakładu produkcyjnego Dyckerhoff Cement Ukraina	150
13.2. Funkcjonalność modułu <i>Zarządzanie Materiałami</i>	153
13.3. Prace podsumowujące wdrożenie modułu SAP MM	158
13.4. Zagadnienia	161
14. Logistyka specjalistycznego systemu produkcyjnego	
<i>(Wojciech Duczmal)</i>	162
14.1. Wprowadzenie dotyczące produkcji przykładowego przedsiębiorstwa	162
14.2. Organizacja logistyki wewnętrznej	166
14.3. Analiza możliwości poprawy efektywności pracy Wydziału Bobovita	173
14.4. Zagadnienia	180
15. Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP	
<i>(Wojciech Duczmal)</i>	181
15.1. Metody planowania i magazynowania dostaw	181
15.2. Charakterystyka produkcyjna	188
15.3. Sposób składania zamówień i realizacji dostaw	191
15.4. Przykładowy opis funkcjonalności modułów systemu Microsoft Dynamics NAV	195
15.5. Analiza powdrożeniowa systemu zintegrowanego	198
15.6. Zagadnienia	203
16. Estymowanie parametrów modelu ekonometrycznego programem gretl	
<i>(Władysław Wornalkiewicz)</i>	204
16.1. Wstęp	204
16.2. Dane wejściowe	206
16.3. Zastosowanie metody <i>a posteriori</i>	212
16.4. Weryfikacja modelu	217
16.5. Podsumowanie	221
16.6. Zagadnienia	221
17. Rozwiązywanie komputerowe asymetrycznego zagadnienia komiwojażera	
<i>(Władysław Wornalkiewicz)</i>	223
17.1. Informacja o WinQSB i założenia zagadnienia komiwojażera	223
17.2. Asymetryczny problem komiwojażera	228
17.3. Zagadnienia	232

18. Optymalizacja marszrutyzacji przewozów z zastosowaniem funkcji Excela	
(<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	233
18.1. Wprowadzenie	233
18.2. Model zadania klasy VRP	237
18.3. Określenie danych wejściowych i formuł do realizacji Solverem	241
18.4. Skorzystanie z metody optymalizacji <i>LP simpleks</i> w Solverze	245
18.5. Zagadnienia	251
19. Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji	
(<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	252
19.1. Wprowadzenie	252
19.2. Pracujący w handlu	253
19.3. Pracujący w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności	262
19.4. Zagadnienia	268
20. Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznyc	
(<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	269
20.1. Wprowadzenie	269
20.2. Szeregi czasowe wybranych cech statystycznych (przyczyn, skutku)	272
20.3. Założenie do cech przyczyny i skutku	282
20.4. Prognozowanie migracji (odpływ) poprzez zastosowanie wag harmonicznyc	284
20.5. Obliczenie prognoz	287
20.6. Słowo końcowe	289
20. Zagadnienia	290
21. Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności	
(<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	291
21.1. Wstęp	291
21.2. Dostęp do danych statystycznych	294
21.3. Zamierzenia początkowe i przyjęte założenia	298
21.4. Modelowanie ekonometryczne cechy złożonej Mio	306
21.5. Zastosowanie opcji Malmquist	308
21.6. Sugestia wyznaczenia wag znaczeń społecznych	314
21.7. Zagadnienia	318
22. Modelowanie ekonometryczne zjawiska (przykład)	
(<i>Władysław Wornalkiewicz</i>)	319
22.1. Wprowadzenie	319
22.2. Określenie modeli poszczególnych zmiennych	320
22.3. Miary charakterystyczne zmiennych	324
22.4. Estymacja parametrów modelu ekonometrycznego	328
22.5. Zagadnienia	332
Bibliografia	333
Indeks rzeczowy	338

Wstęp

Zagadnienie inżynierii i analizy systemów zarządzania jest obszerne, wykładane zwłaszcza jak przedmiot na kierunku logistyka. Wymaga 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 – tych scentralizowanych, jak i rozproszonych oraz 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, automatyzacją transakcji przychodu/rozchodu, a także wspomaganie procesów zarządzania przez zastosowanie metod optymalizacyjnych w decyzjach gospodarczych.

„Rozpędzona informatyka” powoduje, że zainstalowany sprzęt i oprogramowanie szybko się „starzeje”. Po około dziesięciu latach systemy trzeba wymieniać na nowszej generacji. Wszystko to wymaga, nie tylko od służb informatycznych, stałego czuwania nad aktualnością aplikacji, ale także zmusza kadrę zarządzającą do „wciągania się” w arkana wdrażania i eksploatacji różnych branżowo zorientowanych podsystemów informatycznych. Obecnie staje się potrzebna znajomość różnego rodzaju oprogramowania, nabieranie umiejętności obserwacji rynku komputerowego oraz przechodzenia na nowe wersje coraz bardziej zintegrowanych nowoczesnych systemów, aby nie tylko sprostać, ale nawet prześcignąć konkurencję.

Niniejsza praca z tego właśnie względu pomyślana jest jako materiał pomocniczy w dydaktyce, ale także jako poradnik dla studiujących i prak-

tyków z obszaru zarządzania, logistyki oraz ekonometrii. Mamy nadzieję, że zebrane i zaprezentowane informacje przybliżą problematykę inżynierii systemów oraz służyć będą radą w przeprowadzaniu analiz przedwdrożeniowych, jak też powdrożeniowych.

Chcielibyśmy w tym miejscu serdecznie podziękować osobom, wymienionym w tekście, którzy pod kierunkiem Władysława Wornalkiewicza (jednego z autorów) pisali swoje prace dyplomowe, za umożliwienie skorzystania z fragmentów wybranych rozdziałów dotyczących analiz powdrożeniowych. Zamieszczenie dla potrzeb studentów praktycznego spojrzenia i wskazanie etapów postępowania w takiej analizie wydaje nam się konieczne, bowiem eksploatujący zwłaszcza systemy zintegrowane muszą nadążać za szybkim rozwojem technologii informacyjnej.

Autorzy

1. Zakres inżynierii i analizy systemów informatycznych zarządzania

1.1. Obszar przedmiotu

Inżynieria systemów informatycznych zarządzania to całokształt problematyki związanej z projektowaniem, oprogramowaniem, instalowaniem oraz serwisowaniem tej klasy systemów. Inżynieria systemów (*Systems Engineering*) jest lansowana na rynkach edukacyjnych, w tym i na wiodących polskich uczelniach¹. Konieczność takiego kształcenia wynika z potrzeb rynku pracy. Poszukiwani są bowiem specjaliści, w tym inżynierowie, znający technologię danej branży oraz techniki realizacji procesu zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji wspomagane sieciami komputerowymi. Na Politechnice Wrocławskiej już na I stopniu kształcenia można ukierunkować swoją edukację na systemy: energetyczne, sterowania, zarządzania wiedzą, logistyczne, biochemiczne.

Rozszerzmy nieco określenie system zarządzania wiedzą, który jest jednym z podsystemów zarządzania przedsiębiorstwem, mającym na celu wspomaganie wykonywania danych celów gospodarczych². W takim systemie wyróżniamy obszary: zarządzanie działalnością intelektualną pracowników, zarządzanie zasobami wiedzy i wspomaganie informacyjne zarządzania wiedzą (ryc. 1.1).

¹ <http://www.wiz.pwr.edu.pl/1071205,1.dhtml>, dostęp: 3.01.2018.

² https://mfiles.pl/pl/index.php/System_zarz%C4%85dzania_wiedz%C4%85, dostęp: 3.01.2018.



Źródło: https://mfiles.pl/pl/index.php/Plik:System_zarz%C4%85dzania_wiedz%C4%85.gif, dostęp: 3.01.2018.

Ryc. 1.1. Zakres podsystemu zarządzania wiedzą

Potrzeba znajomości inżynierii systemów uwidacznia się szczególnie w obszarze produkcji i logistyki. Logistyka jako kierunek nauczania prowadzona jest w ramach różnych kierunków uczelni publicznych i prywatnych i to zarówno na studiach stacjonarnych, jak i niestacjonarnych. Utrwaliło się nawet określenie inżynieria systemów logistycznych. Obejmuje ona projektowanie i doskonalenie techniczno-organizacyjne tych systemów³. Studiujący pozyskują wiedzę z zakresu oprogramowania logistycznego i analizy danych. Poznają techniki planowania i sterowania procesami produkcji, a ponadto zasady eksploatacji obiektów magazynowych.

W procesie edukacji przybliżone jest działanie systemów automatycznej identyfikacji transakcji, a w tym zastosowanie sprzętu do skanowania oraz drukowania kodów kreskowych. W ramach inżynierii systemów logistycznych wymagana jest umiejętność przeprowadzania analizy stanu istniejącego, a ponadto posługiwanie się technikami optymalizacji magazynowania oraz transportu. Studiujący logistykę powinni opanować obsługę oprogramowania produkcyjno-magazynowego. Zwróćmy jeszcze uwagę na definicję logistyki, jaką spotykamy w Wikipedii⁴:

³ <http://www.wsl.com.pl/studia-i-stopnia-inzynieria-systemow-logistycznych>, dostęp: 3.01. 2018.

⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Logistyka>, dostęp: 3.01.2018.

„Logistyka – proces planowania, realizowania i kontrolowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów, wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta”.

W dobie globalizacji rozszerzają się rynki pozyskiwania surowców oraz zbytu wyrobów gotowych. Skutkiem tego jest rozwój transportu multimodalnego, powstawanie dużych centrów logistycznych z nowoczesną bazą zautomatyzowanych magazynów wysokiego składowania oraz flotą transportową. Efektem jest „ssanie” do tego sektora wielu pracowników z innych branż oraz pracujących okresowo spoza wschodniej granicy Polski.

Istotna jest możliwość kontynuowania nauki na studiach magisterskich z zakresu logistyki⁵. W obecnych czasach obsługa logistyczna procesów gospodarczych wymaga odpowiednich pojazdów transportowych i urządzeń magazynowych. Potrzebny jest specjalistyczny sprzęt i wyposażenie centrów dystrybucyjnych, terminali przeładunkowych, ekspedycji procesu transportowo-produkcyjnego. Coraz szerzej zarządzanie procesem logistycznym wspomagane jest różnymi specjalistycznymi modułami informatycznymi, których obsługa wymaga odpowiednich kompetencji inżynierów, informatyków oraz wiedzy z zakresu zarządzania projektami. Zachodzi potrzeba nawiązywania szerszej i ściślejszej współpracy między nauką a przedsiębiorstwami produkcyjnymi i spedycyjno-transportowymi w celu organizowania staży dla uczniów i studentów. Potrzebni są pracownicy po szkołach, którzy mają już pewne doświadczenie i „ogładę” w zakresie łańcucha dostaw, produkcji i dystrybucji komponentów oraz towarów. Zakres inżynierii logistycznej jest bowiem dość szeroki i obejmuje⁶:

- eksploatację sieci, sprzętu i oprogramowania informatycznego,
- zasady eksploatacji i dozoru budynków i budowli logistycznych,
- utrzymywanie cyklu życia elementów systemów logistycznych,
- zarządzanie budżetem i kontrolna inżynierskich projektów logistycznych.

Systemy sterowania w zakresie inżynierii systemów zarządzania procesami gospodarczymi dotyczą przede wszystkim magazynów wysokiego składowania oraz toku produkcyjnego. W automatyce przemysłowej występuje pojęcie rozproszone systemy sterowania (*distributed control system*). Rozproszony system sterowania jest to termin związany z automatyką

⁵ <http://www.wsb.pl/bydgoszcz/studenci/studia-ii-stopnia/sciezka-tradycyjna/kierunki-i-specjalnosc/inzynieria-systemow-logistycznych>, dostęp: 3.01.2018.

⁶ Ibidem.

przemysłową. Określa system odpowiadający za sterowanie i wizualizację procesu przemysłowego, posiadający wspólną bazę danych dla sterowania i wizualizacji⁷. Genezą powstania takich systemów było komputerowe „zarządzanie” pracą i nastawami regulatorów analogowych. Procesory cyklicznie wykonują program w czasie (*scan time*), co zapewnia wykonanie w czasie rzeczywistym wszystkich zaplanowanych operacji. Zadanie regulatora polega na wygenerowaniu odpowiedniego sygnału sterującego, tak aby obiekt sterowany zachowywał się w pożądanym sposób (na przykład w jak najkrótszym czasie osiągał wartość zadaną)⁸. Regulator służy do doprowadzenia obiektu do żądanego stanu lub poprawy niekorzystnych właściwości obiektu regulowanego.

Odrębnym zagadnieniem jest analiza systemów wspomagania procesów produkcyjnych i logistycznych. Obejmuje ona analizę możliwości przejścia ze „starszej generacji wielosystemowej” w jeden wspólny zintegrowany system klasy ERP. Z tego względu projektujący opracowują, z udziałem specjalistów określonej firmy, analizę przedwdrożeniową ze szczególnym uwzględnieniem interfejsu wejścia/wyjścia⁹. Jeśli już eksploatujemy system zintegrowany klasy ERP, to i tak po kilku latach jego użytkowania oraz licznych zmian w sferze zarządzania zachodzi potrzeba przeprowadzenia analizy powdrożeniowej. Z tego względu, w niniejszym opracowaniu, zaprezentowano kilka przykładów podejścia do tego typu analizy, w różnych branżowo przedsiębiorstwach.

1.2. Zagadnienia

1. Definicja pojęcia „inżynieria systemów”
2. Obszary podsystemu zarządzania wiedzą
3. Zakres inżynierii systemów logistycznych
4. Pojęcie „rozproszone systemy sterowania”
5. Określenie regulator analogowy
6. System zintegrowany klasy ERP

⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Rozproszony_system_sterowania, dostęp: 20.04.2018.

⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Regulator>, dostęp: 20.04.2018.

⁹ W. Wornalkiewicz, *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2015.

2. Środowiska programistyczne tworzenia aplikacji¹⁰

2.1. Współczesne narzędzia budowy programów

W czasach rozwiniętej technologii informacyjnej do tworzenia i modyfikacji programów wykorzystuje się zintegrowane środowisko programistyczne, które obejmuje:

- edytor kodu źródłowego,
- translator,
- program śledzący wykonywanie programu, do wykrywania błędów w składzie i semantyce skryptu,
- repozytorium gotowych komponentów,
- system kontroli wersji tworzonej aplikacji, niezbędny przy pracy grupowej programistów.

Translatorem określamy specjalny program dokonujący tłumaczenia programu z postaci źródłowej do wynikowej zrozumiałej przez komputer, przy czym rozróżniamy dwa rodzaje translatorów i odpowiadające im techniki: kompilatory (kompilacja), interpretery (interpretacja)¹¹. Program po przetłumaczeniu jest statyczny i wykonuje się szybciej niż źródłowy. Interpreter jest „dynamicznym” translatorem, ponieważ tłumaczy porcjami program źródłowy na niedostępny dla użytkownika pro-

¹⁰ Niniejszy materiał stanowi rozwinięcie tematyki objętej podrozdziałem 2.3.5: Współczesne środowiska programistyczne tworzenia aplikacji w książce: W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, cz. 1–2, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016.

¹¹ <http://kompilatory.agh.edu.pl/files/ta-wyklady/WFiIS-5-Translacja-wprowadzenie.pdf>, dostęp: 25.11.2015.

gram wynikowy i na bieżąco wykonuje. Repozytorium służy głównie do przechowywania, gromadzenia oraz udostępniania przeróżnego typu plików¹². Trzeba odróżniać repozytorium od bibliotek cyfrowych i platform, jakie udostępniają tylko aktualne treści. Repozytorium przechowuje nowe i starsze wersje plików. Biblioteka cyfrowa stanowi usługę internetową umożliwiającą udostępnianie w sieci publikacji cyfrowych, takich jak czasopisma elektroniczne lub e-booki, a także zdigitalizowane tradycyjne publikacje papierowe¹³. Platforma, zwana też architekturą sprzętową, jest zestawem czynników sprzętowych, a także programowych, które decydują o sposobie realizacji programu komputerowego. Taką platformę definiuje przede wszystkim procesor lub ich grupa, stanowiąca układ wieloprocessorowy, ale także sposób dostępu do pamięci, czy też rodzaj karty graficznej¹⁴.

W procesie eksploatacji danej aplikacji, na bieżąco, zauważane są przez użytkowników oraz administratorów różne niedoskonałości produktu programowego. Wymusza to korygowanie sekwencji kodu źródłowego i aby zapanować nad całością numeruje się wersje aplikacji i komponentów jej struktury. Dla usprawnienia tej pracy korzysta się z narzędzia system kontroli wersji (*version/revision control system*), które może być częścią zintegrowanego środowiska programistycznego. Oferowane są następujące systemy kontroli wersji z wbudowanym mechanizmem śledzenia zmian zawartości plików programowych:

CVS (*Concurrent Versions System*) – oprogramowanie służące do śledzenia zmian, głównie w kodzie źródłowym oraz służące pomocą programistom w łączeniu zmian dokonanych w plikach przez wiele osób w różnym czasie. Przeznaczony do pracy grupowej nad kodem programów z wykorzystaniem Internetu lub innych projektów realizowanych w zapisie elektronicznym¹⁵;

RCS (*Revision Control System*) – komputerowy system do kontrolowania wersji, np. tekstów źródłowych pojedynczych plików programów, stosowany w środowiskach Unix/Linux; do kontrolowania całych projektów stosuje się systemy o większych możliwościach (przykładowo CVS – *Concurrent Versions System*; lub nowszy SVN – *Subversion*)¹⁶;

BitKeeper – rozproszony system kontroli wersji na licencji Apache¹⁷.

¹² <http://kmirek.zsem.edu.pl/system-repozytoryjny-jak-dziala-repozytorium/>, dostęp: 25.11.2015.

¹³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Biblioteka_cyfrowa, dostęp: 3.02.2018.

¹⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Platforma_sprz%C4%99towa, dostęp: 3.01.2018.

¹⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/CVS>, dostęp: 3.02.2018.

¹⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Revision_Control_System, dostęp: 3.02.2018.

¹⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/BitKeeper>, dostęp: 3.02.2018.

Przy pisaniu aplikacji z uwzględnieniem posilkowania się siecią informatyczną korzysta się ze środowisk Microsoft.NET oraz Sun J2EE. Stosowane są one między innymi przez takie korporacje, jak IBM i Oracle¹⁸. Konstruowanie aplikacji może się odbywać różnymi technikami, stąd wyróżniamy oprogramowanie: komponentowe, sterowane zdarzeniami, współbieżne. Zagłębimy jeszcze do Wikipedii, aby zorientować się jak definiowane jest zintegrowane środowisko programistyczne (*Integrated Development Environment* – IDE)¹⁹. Przez IDE rozumie się aplikację lub zespół aplikacji (środowisko) służące do tworzenia, modyfikowania, testowania i konserwacji oprogramowania. W programowaniu komponentowym programista stosuje dostępne mu biblioteki komponentów i pakiety pomocnicze, przy czym komponent stanowi podstawowy element o określonej funkcji. Posiada interfejsy, czyli nawiązania do komunikacji z innymi komponentami. W ten sposób, jak z klocków, można zbudować użytkową aplikację. Natomiast programowanie sterowanymi zdarzeniami bazuje na interfejsie i reakcji użytkownika, np. kliknięcie na określoną opcje w ramach zakładki menu aplikacji.

Programowanie współbieżne to równoległa realizacja wielu wątków (sekwencji kodu) jednocześnie na współdzielonych danych. Prowadzi to do przyspieszenia pracy programu, który może, np. w tym samym czasie, dokonywać obliczeń i drukować raport z innej realizacji programowej. Tego typu aplikację, jak już nadmieniono, cechuje możliwość udostępniania złożonej, wielorakiej funkcjonalności obejmującej edycję kodu źródłowego, kompilowanie tego kodu, tworzenie zasobów programu, tj. formatów, ekranów, okien dialogowych, menu, raportów, elementów graficznych (ikony, obrazy itp.), a ponadto tworzenie baz danych oraz komponentów struktury pakietu.

Wyróżnia się dwie podstawowe koncepcje środowiska programistycznego, a mianowicie: jako osobny pakiet oprogramowania, wchłonięte w system operacyjny. Przykładami pierwszej wymienionej koncepcji są następujące główne rozwiązania informatyczne:

- pakiet *Microsoft Visual Studio* (systemy klasy Windows),
- narzędzia firmy Embarcadero,

¹⁸ W opracowaniu niniejszej części materiału zabazowano na: S. Wrycza (red. nauk.), *Informatyka ekonomiczna. Podręcznik akademicki*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010. Rozdział 7.5: Współczesne środowiska i technologie informatyczne.

¹⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Zintegrowane_%C5%9Brodowisko_programistyczne, dostęp: 25.11.2015.

- *CodeWarrior*,
- *Eclipse* i *NetBeans* (opracowane dla języka Java, posiadają jednak możliwość rozszerzenia na inne języki programowania),
- *Zend Studio* (dla języka PHP),
- TheIDE (platforma programistyczna w ramach projektu Ultimate++).

Występują jeszcze mniejsze środowiska programistyczne wzorowane na podstawowych, a zaliczamy do nich: Anjuta, Code::Blocks, Dev-C++, Geany, KDevelop, Photran, RHIDE dla DJGPP, wxStudio, xpwe. Przykładowo Anjuta to zintegrowane środowisko programistyczne dla GNOME²⁰. Obsługuje ono języki C i C++ oraz obejmuje: menedżera projektu, kreatora aplikacji, interaktywny debugger (nakładka na GDB), edytor kodu źródłowego (z kolorowaniem składni i automatycznym formatowaniem kodu oraz podpowiadaniem argumentów funkcji i ułatwionym przeglądaniem kodu), wbudowany emulator terminala. Anjuta jest wolnym oprogramowaniem dostępnym na licencji GPL, ma także możliwość obsługi następujących języków: Java, JavaScript, Perl, PHP i HTML. Wspomniany debugger to program komputerowy służący do dynamicznej analizy programów, służący do odnalezienia i identyfikacji zawartych w nich błędów²¹.

Powróćmy do technologii J2EE obejmującej środowiska: Sun Microsystems Java 2 Platform, Enterprise Edition. Wymieniona technologia stanowi zdefiniowanie standardu opracowania aplikacji programowej pisanej w języku Java, bazującej na strukturze wielowarstwowej. Takie podejście pozwala na uruchomienie programu na dowolnej platformie sprzętowej, systemie operacyjnym oraz serwerze²². W technologii J2EE stosowane są różne rozwiązania, np. aplety, czyli małe programy w ramach stron WWW, wykonywane po stronie klienta, serwlety, tj. programy osadzone również na stronach internetowych, lecz realizowane na serwerze. Druga z wymienionych platform Enterprise Edition ma między innymi dwie małe wersje:

1. Micro Edition (J2ME), przeznaczona do urządzeń kieszonkowych w celu tworzenia aplikacji o małej złożoności obliczeń.
2. Standard Edition (J2SE), pomyślana dla urządzeń domowych oraz niewielkich aplikacji dla serwerów grup roboczych.

²⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Anjuta>, dostęp: 25.11.2015.

²¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Debugger>, dostęp: 3.02.2018.

²² S.Wrycza (red. nauk.), *Informatyka ekonomiczna...*, rozdział 7.5: Współczesne środowiska i technologie informatyczne.

Zasadniczo jednak platforma J2EE służy do budowy aplikacji serwerowych systemów o dużej wydajności na serwerach typu *high-end*, które przeznaczone są do obsługi dużej liczby klientów oraz poczty elektronicznej. Na tej technologii bazuje również serwer aplikacji *e-biznesu* o nazwie WAS (IBM Websphere Application Server). Innymi stosowanymi serwerami aplikacji, czyli zestawami oprogramowania wspierającego programistę, są: Microsoft.NET, BEA WebLogic, JBoss, Apache Geronimo. Przykładowo nowoczesne środowisko programistyczne Microsoft.NET przeznaczone jest do tworzenia rozwiązań pracujących w sieciach rozproszonych, a w szczególności w sieci globalnej Internet. To środowisko wykorzystuje pomocniczo .NET Framework do:

- automatycznego zarządzania pamięcią,
- ułatwiania dostępu do baz danych,
- realizacji połączeń internetowych.

W tym względzie programista może skorzystać z pakietu *Microsoft Visual Studio*²³. Funkcjonalność tego pakietu, pokazanego na rycinie 2.1, obejmuje:

- narzędzia i usługi dla projektów o dowolnym rozmiarze i poziomie złożoności,
- języki: C#, Basic, F#, Python, Node.js i HTML/JavaScript,
- planowanie przebiegu,
- zaawansowane debugowanie (usuwanie błędów) i profilowanie – zautomatyzowane i ręczne,
- infrastruktura DevOps ze zautomatyzowanymi wdrożeniami i ciągłym monitorowaniem.

Funkcjonalność języków programowania zostanie omówiona w kolejnym podrozdziale, wyjaśnimy sobie jednak określenie DevOps (*development and operations*). Jest to metodyka zespolenia rozwoju (*development*) i eksploatacji (*operations*) oraz zapewnienia jakości (*quality assurance*). W DevOps podkreśla się rolę współpracy administratorów systemu oraz programistów rozwoju oprogramowania²⁴.

²³ <https://www.visualstudio.com/pl-pl/vs-2015-product-editions.aspx>, dostęp: 25.11.2015.

²⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/DevOps>, dostęp: 3.02.2018.



Źródło: <https://www.visualstudio.com/pl-pl/vs-2015-product-editions.aspx>, dostęp: 3.02.2018.

Ryc. 2.1. Oferta internetowa programu Visual Studio 2015

W ramach WAS stosowane są standardy XML oraz Web Services, umożliwiające współpracę z serwerami obsługującymi sieci komputerowe. Godną podkreślenia jest możliwość implementacji napisanej aplikacji programowej do następujących systemów operacyjnych: Linux, Sun Solaris, Microsoft Windows, AIX, Unix, i5/OS. XML to uniwersalny tekstowy format prezentacji danych²⁵, który stał się standardem wymiany danych. Może on być zastosowany do serializacji obiektów, ich zagnieżdżenia, komunikacji z webserwisami.

2.2. Popularne systemy operacyjne

Trzeba znać główne funkcjonalności popularnych systemów operacyjnych i z tego względu wymienię kilka z nich.

Linux jest uniksopodobnym systemem operacyjnym; to jeden z najbardziej znamiennych przykładów wolnego i otwartego oprogramowania²⁶. Kod źródłowy może być dowolnie wykorzystywany, modyfikowany i rozpowszechniany. Znanym zastosowaniem Linuksa są środowiska serwerowe, oferowane przez firmy komputerowe, jak IBM, Sun Microsystems, Dell, Hewlett-Packard i Novell. Linux działa na komputerach biurkowych, superkomputerach i systemach wbudowanych, takich jak telefony komórkowe i routery.

²⁵ <http://znajdz-taniej.pl/promocja/ksiazki/xml-szybki-start-wydanie-ii-9788324682379.html>, dostęp: 25.11.2015.

²⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wikiprojekt:Informatyka/en/Linux>, dostęp: 25.11.2015.

Sun Solaris, obecna nazwa Solaris lub Oracle Solaris, to system operacyjny z rodziny Unix firmy Oracle²⁷. Kod tego systemu operacyjnego został zoptymalizowany dla maszyn wieloprocesorowych. System jest stosowany jako platforma dla rozwiązań serwerowych i stacji roboczych.

Microsoft Windows stanowi rodzinę systemów operacyjnych wyprodukowanych przez firmę Microsoft²⁸. Systemy rodziny Windows działają na serwerach, systemach wbudowanych oraz na komputerach osobistych. Serie produktów z dziedziny systemów operacyjnych firmy Microsoft dzielimy na:

- 16-bitowe środowiska operacyjne,
- hybrydy, 16/32-bitowe środowiska operacyjne,
- hybrydowe, 16/32-bitowe systemy operacyjne,
- 32-bitowe systemy operacyjne,
- 64-bitowe systemy operacyjne.

System Windows NT działał na kilku różnych platformach sprzętowych, zanim dominującą pozycję na rynku komputerowym uzyskały komputery osobiste oparte na procesorach rodziny x86. Windows NT w wersjach od 3.1 do 4.0 dostępny był dla komputerów opartych na architekturze DEC Alpha i MIPS R4000, które były maszynami 64-bitowymi. System operacyjny traktował jednak procesory tych komputerów jak 32-bitowe.

System Windows XP – po pojawieniu się architektur sprzętowych IA-64 (procesory Itanium), zaś później AMD64/EMT64, Microsoft udostępnił nowe wersje swoich aktualnie wydawanych systemów operacyjnych. Linia 64-bitowych systemów Windows składała się z Windows XP 64-bit Edition dla systemów IA-64, Windows XP Professional x64 Edition dla komputerów wyposażonych w procesory obsługujące rozszerzone instrukcje AMD64/EMT64 oraz Windows Server 2003 w wydaniach dla architektur IA-64 i x64. Wersje x64 systemów Windows XP Professional i Windows Server 2003 zadebiutowały w 2005 r., wersje dla procesorów Intel Itanium były natomiast udostępniane w tym samym czasie, co ich 32-bitowe odpowiedniki.

System Windows Vista jest pierwszym produktem firmy Microsoft, który dla użytkowników końcowych został wydany jednocześnie w wersji 32-bitowej, jak i x64, jego następca Windows 7, oraz Windows 8, będący następcą Windows 7 również jest dostępny w obu wersjach.

²⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Solaris_%28system_operacyjny%29, dostęp: 25.11.2015.

²⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows, dostęp: 25.11.2015.

AIX (Advanced Interactive Executive) jest odmianą systemu Unix utworzoną przez firmę IBM²⁹. Zostały w nim zaimplementowane także technologie z systemów *mainframe*, które zwiększają jego niezawodność i dostępność. System operacyjny AIX jest przeznaczony dla serwerów firmy IBM z procesorami z rodziny Power (RS/6000, pSeries, Power System). Pracuje on także na procesorach POWER4, PowerPC970, POWER5, POWER6 oraz POWER7. AIX jest przeznaczony przede wszystkim dla klienta wymagającego dużej wydajności i niezawodności. Stanowi doskonałą platformę dla systemów baz danych (głównie DB2, Informix oraz Oracle) lub serwerów aplikacji (np. Web Sphere czy SAP ABAP).

Unix – wielodostępny i wielozadaniowy system operacyjny³⁰. W wielu dużych firmach do zarządzania zasobami komputerowymi stosuje się wydajne i niezawodne komputery główne (*main computers*). Umożliwiają one pracę wielu komputerów i terminali, przy czym wszystkie istotne informacje (programy i dane) są gromadzone w centralnym komputerze. Ze względu na wymogi bezpieczeństwa danych, w systemie mogą pracować tylko zarejestrowani użytkownicy, zaś dostęp każdego z nich do swojego konta jest chroniony hasłem. Warto bliżej zapoznać się z budową tej rangi systemu operacyjnego. System Unix składa się z jądra, powłoki oraz wielu podsystemów i programów zapewniających określone usługi, np. obsługę zadań wydruku kierowanych do drukarki, obsługę plików. Jądro zawiera zbiór programów, które zajmują się zarządzaniem zasobami. Użytkownik komunikuje się z jądrem przez powłokę. Gdy użytkownik rozpoczyna pracę, system operacyjny umieszcza go w katalogu osobistym i uruchamia program powłoki. Rolą powłoki jest przekazywanie poleceń od użytkownika do jądra systemu.

i5/OS – ten system operacyjny stosowany jest na serwerach IBM System i5³¹. Cechuje go bogactwo zintegrowanych funkcji, co zapewnia uniwersalność i efektywność działania. Wynika to ze współbieżnej obsługi w trybie rodzimym aplikacji, utworzonych w językach RPG, COBOL, C, C++ i Java oraz w środowiskach WebSphere i Domino. Niezależnie od tego, czy obciążenie wynikające z działania odmiennych aplikacji rozłożone jest na jedną czy więcej partycji i5/OS, działają one stabilnie i umożliwiają ska-

²⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/AIX>, dostęp: 25.11.2015.

³⁰ http://www.staff.amu.edu.pl/~psi/informatyka/kuczew/I1_UNIXcommands.htm, dostęp: 25.11.2015.

³¹ <http://www-03.ibm.com/systems/pl/i/software/>, dostęp: 25.11.2015.

lowanie do wysokiego poziomu wykorzystania zasobów. Ponadto serwery IBM System i5 obsługują równocześnie inne systemy operacyjne, takie jak Microsoft® Windows®, Linux® w systemach POWER™, Linux® w systemach Intel®; oraz AIX 5L™. Z powyższego względu serwery IBM System i5 nadają się do konsolidacji innych serwerów i aplikacji.

2.3. Zagadnienia

1. Obszar zintegrowanego środowiska programistycznego
2. Rodzaje translatorów
3. Przeznaczenie repozytorium
4. System kontroli wersji
5. Techniki konstrukcji aplikacji
6. Koncepcje środowiska programistycznego
7. Technologia J2EE
8. Aplety
9. Funkcjonalność pakietu *Microsoft Visual Studio*
10. Nazwy popularnych systemów operacyjnych

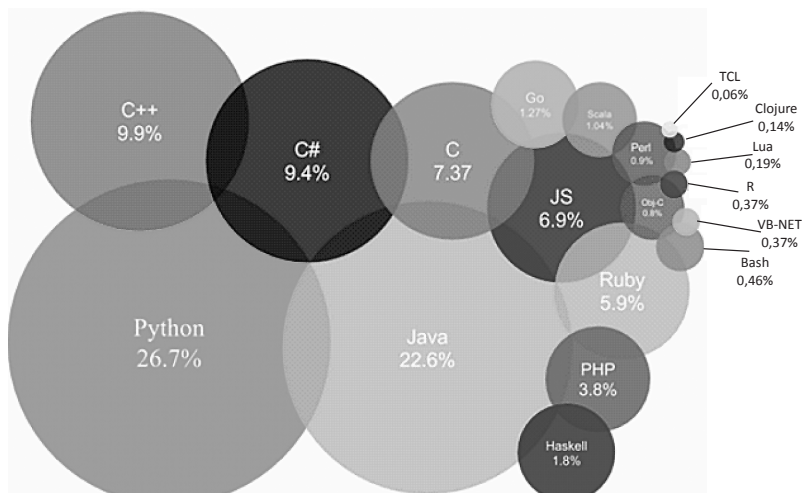
3. Popularność języków programowania

3.1. Ranking popularności

Zagadnienie języków programowania omówiono w rozdziale 2.3 „Języki programowania systemów” w mojej wcześniejszej książce *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*³². Przedstawiono tam cechy języków programowania, prowadzoną edukację w ich zakresie, ranking popularności stosowania oraz klasyfikacje języków programowania. W niniejszej pracy przytoczę, rozwinę i uaktualnię tematykę dotyczącą współczesnej popularności języków programowania.

Obecnie wielu pracodawców poszukuje programistów z dobrą znajomością określonego języka. Pomocna w tym zakresie może im być firma CodeEval. Specjalizuje się ona w tworzeniu testów na potrzeby rekrutacyjne firm zewnętrznych. Sprawdzenie bowiem umiejętności osób w zakresie kodowania programów na rozmowie kwalifikacyjnej nie jest łatwe. W ten sposób gromadzona jest obszerna ilość testów i firm pozwalająca na sporządzenie statystyki preferowanych języków przez pracodawców. Procentowy udział w rankingu stosowanych w 2015 r. języków programowania pokazano na rycinie 3.1.

³² W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*



Źródło: <http://blog.codeeval.com/>, dostęp: 3.02.2018.

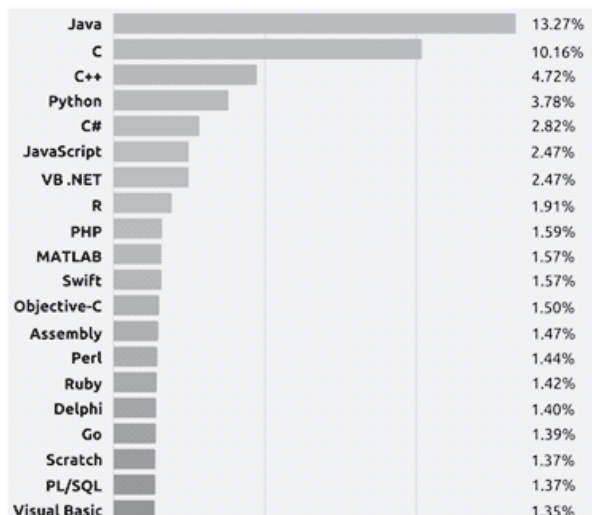
Ryc. 3.1. Najbardziej popularne języki programowania w 2015 r.

Z ryciny 3.1 wynika, że ranking procentowy popularności języków programowania na świecie w 2015 r. był następujący³³:

1	Python	26,67	11	Scala	1,04
2	Java	22,58	12	Perl	0,95
3	C++	9,96	13	Objective-C	0,82
4	C#	9,36	14	Bash	0,46
5	C	7,37	15	R	0,37
6	JavaScript	6,88	16	Visual Basic.NET	0,37
7	Ruby	5,88	17	Lua	0,19
8	PHP	3,82	18	Clojure	0,14
9	Haskell	1,77	19	Tcl	0,06
10	Go	1,27			

Według źródła internetowego: <https://stackify.com/popular-programming-languages-2018/> przewidywania wzrostu popularności języków programowania określone tzw. Tiobe Index w 2018 r. będzie w układzie procentowym jak na rycinie 3.2.

³³ <http://blog.codeeval.com/>, dostęp: 3.02.2018.



Źródło: <https://stackify.com/popular-programming-languages-2018>,
dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 3.2. Dynamika wzrostu popularności języków programowania na 2018 r.

Rozwój informatyki zmusza sektor edukacji do nauki podstawowych i w miarę uniwersalnych języków programowania. Według <https://nofluffjobs.com/blog/2017/01/18/jezyki-programowania/> powinno prowadzić się szkolenia z następujących dziesięciu popularnych języków:

1. Java – używany jest przez ok. 9 mln programistów na całym świecie. Działa na ponad 7 mld urządzeń, w tym na systemach Windows i Linux. Stosowany jest również do rozwijania wszelkich natywnych aplikacji na Androida.
2. JavaScript – język ten należy do grupy języków skryptowych, a celem jego powstania było uatrakcyjnienie sposobu prezentacji stron WWW, a także wzbogacenie ich o możliwość interakcji z użytkownikiem. Język ten obsługiwany jest przez każdą przeglądarkę internetową.
3. PHP – służy do rozszerzania możliwości stron internetowych, powstał jako rozbudowanie popularnego kiedyś języka Perl i nadal jest z nim ściśle związany.
4. SQL – jest to język zapytań w zarządzaniu bazami danych. Deklarujemy w nim, co oczekujemy na wyjściu w formie kwerendy i raportu, a silnik bazy danych zajmuje się właściwą realizacją. Język ten cechuje duży uniwersalizm, ponieważ można z niego korzystać niezależnie od sprzętu czy systemu operacyjnego.
5. Scala – określany jest mianem „języka przyszłości”, ponieważ pozwala pisać aplikacje stosunkowo łatwo i szybko. Łączy zarówno cechy języków funkcyjnych, jak i obiektowych. Dużą zaletą Scali jest możliwość wykorzystywania przez nią klas napisanych w Javie.
6. Python – zaliczany jest do języków programowania wysokiego poziomu i cechuje go minimalistyczna składnia i prosta semantyka.
7. R – służy głównie do obliczeń statystycznych oraz wizualizacji ich wyników. Zawiera liczne implementacje procedur statystycznych, a także rozbudowane możliwości graficzne.

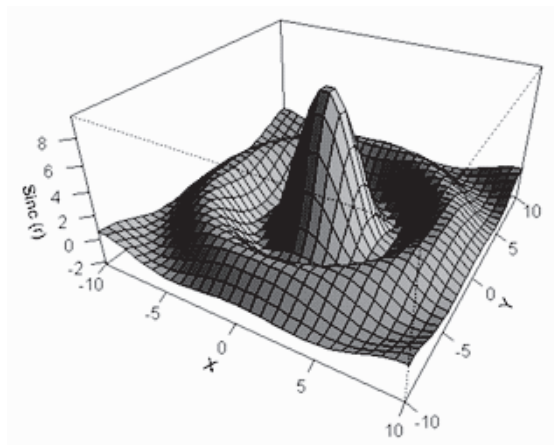
8. **Swift** – zaliczany jest do nowych języków programowania i oferuje wiele nowoczesnych, wysokopoziomowych struktur i cech, takich jak typy generyczne czy protokoły.
9. **C#** – obiektowy język programowania, zaprojektowany przez firmę Microsoft. Powstał w odpowiedzi na technologię Java, a korzystają z niego głównie korporacje pracujące na systemach Windows.
10. **C++** – obiektowy język programowania stanowiący rozszerzenie języka „C” o mechanizmy abstrakcji danych oraz statyczną kontrolę typów. Wciąż znajduje różnorodne zastosowanie, np. w tworzeniu gier komputerowych.

3.2. Zastosowanie języka R do grafiki

Zobaczmy teraz przykładowo, jak można kształtować w języku R różne powierzchnie, posługując się w skrypcie tego języka (zapisanego w liniach komend) funkcją np. $f = 10 * \sin(r)/r$, przy czym r jest pierwiastkiem z sumy kwadratów zmiennej x i y : $r = \text{sqrt}(x^2 + y^2)$.

```
> x<-seq(-10, 10, length=30)
> y<-x
> f<-function(x, y) { r<-sqrt(x^2+y^2); 10*sin(r)/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
```

W wyniku pracy programu również o nazwie R, bezpłatnie dostępnego w Internecie, uzyskujemy efekt graficzny pokazany na rycinie 3.3.



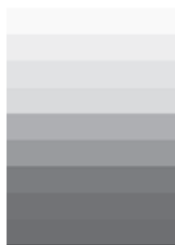
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3.3. Wykres powierzchniowy funkcji: $f = 10 * \sin(r)/r$

W ramach aplikacji R występuje też pakiet RColorBrewer, umożliwiający wygenerowanie palety kolorystycznej o określonym numerze, zawierającej np. 9 pasm, a sekwencja instrukcji w tym zakresie jest następująca:

```
> library (RColorBrewer)
> paleta2<-brewer.pal(9,"Reds")
> image (matrix(1:9, 1), color=paleta2) # Rysunek 1
```

Po naciśnięciu klawisza <Enter> uzyskujemy paletę koloru czerwonego składającą się z dziewięciu pasm (zob. ryc. 3.4).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 3.4. Paleta kolorów uzyskana pakietem RColorBrewer w ramach aplikacji R

3.3. Zagadnienia

1. Procentowy udział w rankingu popularności języków typu C
2. Przewidywane najpopularniejsze języki programowania
3. Uniwersalne języki programowania wytypowane do procesu edukacji
4. Objaśnienie przykładowego skryptu języka R do rysowania powierzchni
5. Pakiet do generacji palety kolorów

4. Zastosowanie konwertera plików³⁴

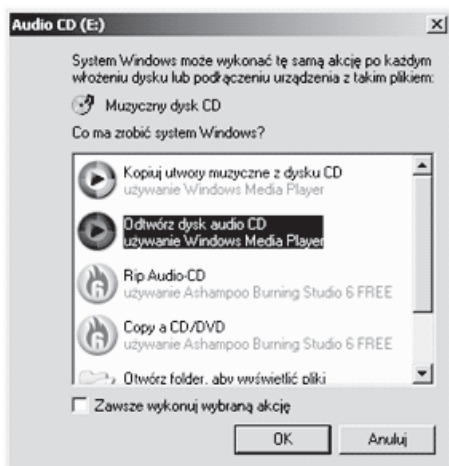
4.1. Przykład zastosowania audiokonwertera

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 przeważnie posiadają wiele możliwości zamiany określonego pliku audio, a także i wideo na wskazany przez użytkownika. Są w większości bezpłatnie dostępne w Internecie. W niniejszym opracowaniu przedstawiono różnego rodzaju pliki multimedialne. Ponadto wyszczególniono stosowane programy do konwersji plików na pożądany format, ze szczególnym uwzględnieniem ich funkcjonalności.

Dla wyłonienia procedury konwersji wykorzystano, będącą w dyspozycji autora, płytę CD z nagraniem kolejnymi lekcjami 1–2 języka angielskiego dla początkujących, otrzymaną na szkoleniu prowadzonym przez ESKK. W dalszej części omówię kolejne kroki postępowania, których celem będzie konwersja plików z formatu CDA na popularny format MP3.

³⁴ Niniejsze opracowanie stanowi pełną wersję artykułu autora: *Zastosowanie konwertera plików*, która w formie skróconej została opublikowana w monografii: *Modern problems of management: economics, education, health and pharmacy*, *Conference Proceedings of the 5th International Scientific Conference*, Opole 2017, s. 25–27.

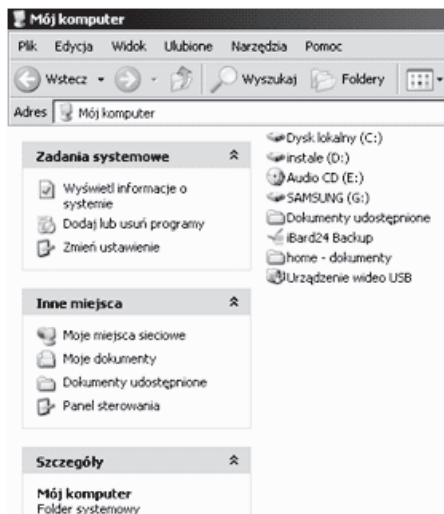
Wkładamy płytę CD do stacji dysków. System operacyjny naszego laptopa, pracującego np. pod Windows XP, rozpoznaje ją jako Muzyczny dysk CD, a naszą płytkę jako Audio CD (E:), czyli na stacji E:. Instalujemy wcześniej program Windows Media Player. W oknie dialogowym, pojawiającym się po włożeniu dysku, wybieramy funkcję *Otwórz dysk audio CD*, używanie *Windows Media Player* (zob. ryc. 4.1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.1. Okno dialogowe sygnalizujące Muzyczny dysk CD

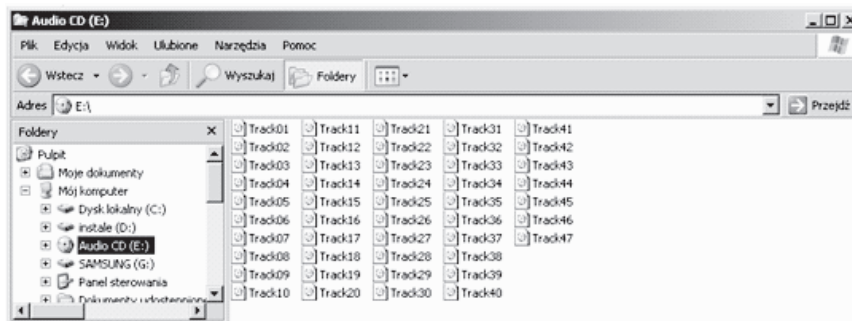
Następnie otwieramy okno z dyskami występującymi w systemie operacyjnym użytkownika. Interesuje nas Audio CD E: (zob. ryc. 4.2).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.2. Okno zakładki Mój komputer

Klikamy na tę ikonę i następuje otworenie 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. ryc. 4.3).



Źródło: Opracowanie własne.

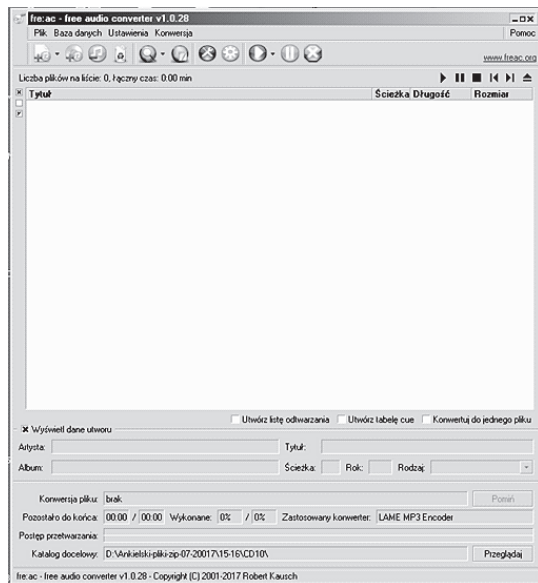
Ryc. 4.3. Pliki CDA zapisane na płycie CD

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 audiokonwerter *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.
2. 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).
3. Z menu *Konwersja* wybieramy pozycję *Rozpocznij konwersję*, wskazując na pożądaną rodzaj pliku wynikowego.
4. Katalog docelowy można zmieniać poprzez przycisk *Przeglądaj* w głównym oknie programu.

Wymieniony konwerter audio ma własne menu obejmujące zakładki: *Pliki*, *Baza danych*, *Ustawienia*, *Konwersja* (zob. ryc. 4.4). Jeśli w stacji dysków E: znajduje się płyta CD, to następuje automatyczne jej otworenie w środowisku konwertera *fre:ac*. Zanim nastąpi otwarcie, konwerter

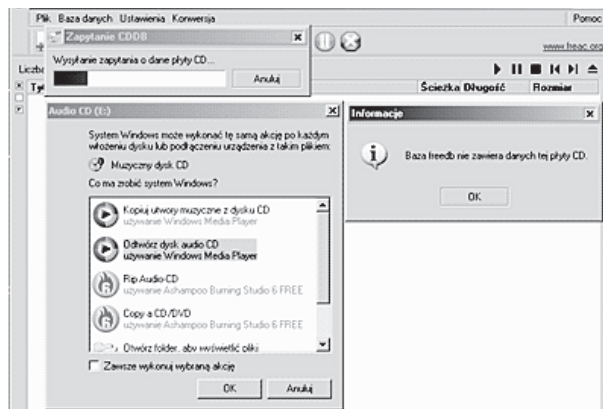
sprawdza własną bazę danych, a jeśli nie ma plików daje komunikat *Liczba plików na liście: 0, łączny czas: 0:00 min.*



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.4. Strona główna konwertera fre:ac

Mając już sprawdzoną własną bazę danych (zob. ryc. 4.5), 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.

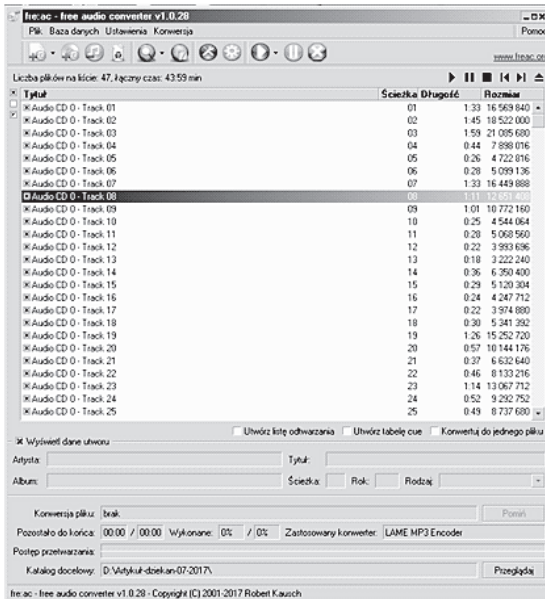


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.5. Porównanie bazy danych konwertera i plików na płycie CD

Pliki na ścieżkach traktowane są jako „utwory muzyczne” (zob. ryc. 4.6). Nastąpiło przejście z płyty CD przez konwerter 47 plików audio w czasie 43,59 min, które następnie w postaci skonwertowanej zapisane

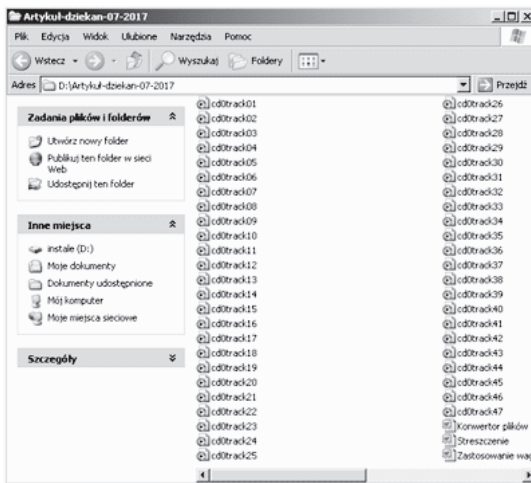
będą przez program na dysku D: na wskazanej przez użytkownika ścieżce, np.: D:\Artykuł-dzieskan-07-2017\.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.6. Pliki gotowe do konwersji na format MP3

Wystarczy teraz kliknąć 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. ryc. 4.7).

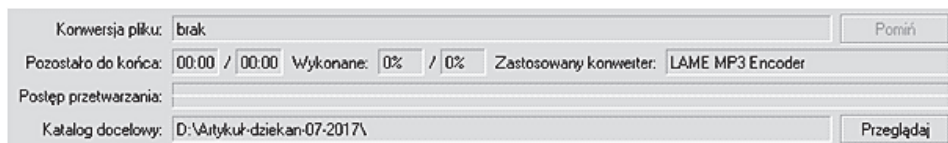


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.7. 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 zastosowa-

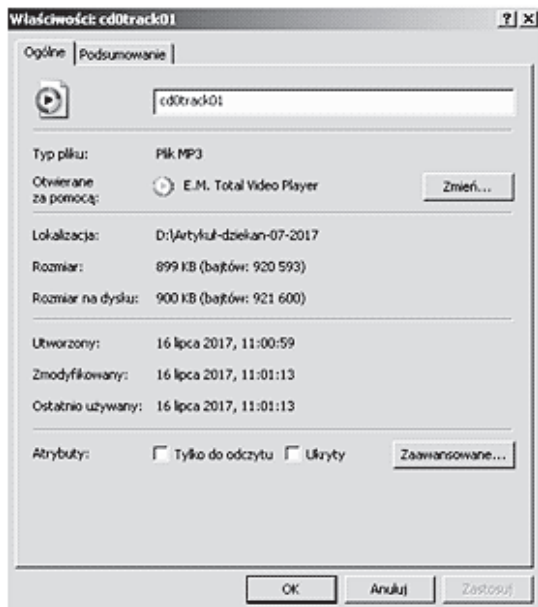
niem szczegółowego programu LAME MP3 Encoder. Podaje też wizualnie postęp przetwarzania pliku i zaawansowanie procesu w postaci przesuwających się dwóch słupków poziomych w *Postęp przetwarzania*. Zakończenie procesu przetwarzania wszystkich plików dźwiękowych sygnalizowane jest jako *Konwersja pliku: brak* (zob. ryc. 4.8).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.8. 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 4.9 widzimy, że typ pliku jest formatu MP3 i możemy go otworzyć za pomocą programu E.M. Total Video Player.



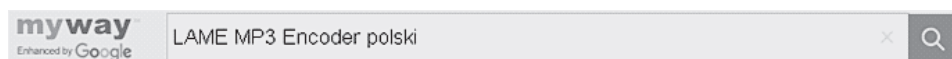
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.9. Potwierdzenie formatu przykładowego pliku cd0track01

Konwersja została zakończona, należy więc sprawdzić, czy teraz pliki zapisane na ścieżce *D:\Artykuł-dziewian-07-2017* będą otwierane. Efekt okazał się pomyślny, możemy więc korzystać z pliku audio na laptopie bez płyty CD włożonej do stacji E:.

4.2. Nowa wersja encodera

Zatrzymajmy się jeszcze na programie szczegółowym LAME MP3 Encoder, o którego nowej wersji dowiadujemy się w wyszukiwarce Google (zob. ryc. 4.10). Według informacji z Internetu LAME MP3 Encoder 3.99.5 to najnowsza polska wersja szybkiego bezpłatnego Encodera współpracującego z wieloma programami do tworzenia plików MP3³⁵. Pracuje pod następującymi systemami operacyjnymi: Windows XP, Windows Vista, Windows 98, Windows 7, Windows 8, Windows 10. Twórcą tego oprogramowania o pojemności 7 MB jest firma DVDVideoMedia.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.10. Hasło wywołania Encodera

Omawiany Encoder posiada wybór częstotliwości, kodowania trybów (*mono*, *stereo*, *joint stereo*) oraz ma możliwość kodowania plików WAN w formacie VBR³⁶. Sięgnijmy jeszcze do Wikipedii, aby dowiedzieć się, jak zdefiniowane jest określenie LAME³⁷. 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.

4.3. Rodzaje plików multimedialnych

Na rycinie 4.9 dla otwarcia pliku cd0track01.mp3 system Windows XP skorzystał z programu E.M. Total Video Player. Jego nową wersję 840 można zainstalować z Internetu³⁸. 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 r. zyskał trzecia pozycję (zob. ryc. 4.11).

³⁵ <https://www.dobreprogramy.pl/LAME-MP3-encoder,Program,Windows,12377.html>, dostęp: 10.09.2017.

³⁶ Ibidem.

³⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/LAME>, dostęp: 20.09.2017.

³⁸ <http://total.video-player.pl/downloadastro.com>, dostęp: 20.09.2017.

Szczegóły produktu
Oceny: 6 (z 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, <u>Więcej...</u>
Twórca: DVDVideoMedia
Liczba pobrań (Polski): 395
Liczba pobrań (Na całym świecie): 372,084

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4.11. Charakterystyka produktu E.M. Total Video Player

Wspomniane kodeki to urządzenia do odtwarzania plików MP3. Zobaczmy jeszcze jak określono ten rodzaj pliku w Wikipedii³⁹. 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 rozszerzeniach⁴⁰:

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 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

³⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/MP3>, dostęp: 21.09.2017.

⁴⁰ <https://www.converter.pl>, dostęp: 21.09.2017.

w standardzie Audio CD⁴¹. 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 zawiera 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 swe małe rozmiary 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 z wcześniejszego rozwiązania polegającego 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 skopiiowane z Audio

⁴¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Formaty_plik%C3%B3w_d%C5%BAwi%C4%99kowych, dostęp: 22.09.2017.

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 zarówno 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 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 MP3 Compressor. Należy podkreślić, 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 *online*.

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*), umożliwi 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 dekodkach. 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.

4.4. Inne przykładowe programy do konwersji audio⁴²

Program 3unity Audio CD Extractor 1.0 to narzędzie służące do zgrywania ścieżki dźwiękowej z płyt audio CD. Program pozwala na zapisywa-

⁴² <https://www.dobreprogramy.pl/Obrobka-i-konwersja-audio,Programy,Windows,203.html>, dostęp: 22.09.2017.

nie całej zawartości nośnika lub jedynie wybranych utworów w oryginalnej jakości, np. do formatu 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 także wyodrębnienie ścieżki dźwiękowej z materiałów wideo. Posiada zaawansowany mechanizm konwertujący. Program Ashampoo Music Studio 2016 przeznaczona jest do zarządzania plikami muzycznymi. 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 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 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: Windows Media Player, Deli z dodaPlayer, Winamp, XMMS, Adobe Audition, Nero Wave Editor, Thomson mp3Pro audio player, firmowy odtwarzacz Liquid Player.

4.5. Podsumowanie

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 folderów⁴³. Wymieniona aplikacja umożliwia także zgrzywanie zawartości płyt audio-CD do formatu MP3 lub WMA. Wbudowany mechanizm

⁴³ <https://www.dobreprogramy.pl/freac,Program,Windows,19977.html>, dostęp: 24.09.2017.

baz CDDDB i freedb umożliwia pobieranie informacji. Zaletą free:ac jest dostępność i dogodny interfejs użytkownika zbliżony do aplikacji Microsoftu.

Na zakończenie należy dodać, że tematyka związana z możliwie jak najlepszym zapisem dźwięku, jak też wideo na płytach magnetycznych jest rozległa. Istotne jest również ich przenoszenie na różnego typu urządzenia komputerowe. Występuje coraz większa dbałość firm o jakość przekazywanych strumieni dźwięku przez 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 i 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 inżynieria i analiza systemów informatycznych jest naszym zdaniem obecnie koniecznością. Warto nabrać umiejętności posługiwania się prostym konwerterem zamiany formatu plików i z tego powodu w niniejszym opracowaniu zademonstrowano zastosowanie programu free:ac.

4.6. Zagadnienia

1. Funkcje audiokonwertera
2. Kroki w zakresie konwersji pliku audio z formatu CDA na MP3
3. Funkcje konwertera free:ac
4. Konwerter LAME MP3 Encoder
5. Formaty i przykłady rodzajów plików multimedialnych
6. Nowa technologia MP3 PRO

5. Wymagania techniczne przykładowych aplikacji

5.1. Słowo wstępne

Inżynieria systemów informatycznych zarządzania kojarzona jest przede wszystkim z różnego rodzaju sprzętem komputerowym współpracującym z odmiennymi wersjami systemów operacyjnych zarówno w odniesieniu do serwerów, jak i stacji klienckich. W niniejszym rozdziale różnorodność wymagań technicznych – sprzętowych i programowych – przedstawiono na przykładzie kilku systemów zintegrowanych oraz implementowanych standardów pakietów do potrzeb użytkowników.

W opracowaniu zabazowano na fragmentach rozdziału 2.12 we wcześniejszej książce autora *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*⁴⁴, uzupełniając je o informacje dotyczące aktualnych wersji aplikacji.

5.2. Sage Symfonia ERP⁴⁵

Wymieniona w tytule aplikacja to zintegrowany pakiet napisany specjalnie dla środowiska Microsoft Windows TM, przy czym TM oznacza znak towarowy stosowany w krajach anglosaskich. Wspomaga on zarządzanie w małych i średnich firmach. Obejmuje moduły: *Finanse i Księgo-*

⁴⁴ W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*, rozdział 2.12: Wymagania programistyczne środowiska i techniczne sprzętu przykładowych aplikacji.

⁴⁵ <http://www.sage.com.pl/~media/markets/pl/files/pdf/wymagania-techniczne-sage-symfonia-erp-2018.pdf?la=pl-pl>, dostęp: 3.02.2018.

wość, Analizy Finansowe, Środki Trwale, Kadry i Płace, Płace, Przelewy, Handel, Faktura, Mała Księgowość. Mogą one pracować samodzielnie lub wymieniać między sobą dane. Opracowanie dotyczące wymagań technicznych instalacji pakietu Saga Symfonia ERP 2018 obejmuje wersję skróconą oraz szczegółową⁴⁶. Dla potrzeb niniejszego opracowania zapoznajmy się z wersjami minimalnych wymagań technicznych dla przykładowych instalacji:

- **jednostanowiskowej:**
 - system operacyjny Windows 10/8.1/8/7 Pro,
 - procesor 2GHz,
 - pamięć 4GB RAM i 12GB miejsca na dysku,
 - oprogramowanie MS SQL 2016 Express dla 10/8.1/8 Pro x64 lub MS SQL 2012 Express dla Windows 10/8.1/8/7 Pro,
 - pakiet .NET Framework 4,
 - wgrane wszystkie krytyczne aktualizacje do Windows, MS SQL i pakietów NET,
 - aktywne połączenie internetowe,
 - monitor o rozdzielczości minimum 1024x768;
- **wielostanowiskowej:**
 - serwer MS SQL:
 - MS SQL 2016 Express lub MS SQL 2012 Express lub MS SQL Server 2016/2014/2012 Standard,
 - procesor 2GHz,
 - 4GB RAM;
 - stacja robocza:
 - Windows 10/8.1/8/7 Pro,
 - serwer usług terminalowych Windows Server 2016/2012R2/2012,
 - procesor 1GHz,
 - 3GB RAM i 12GB miejsca na dysku,
 - aktywne połączenie internetowe,
 - monitor o rozdzielczości minimum 1024x768.

Nadmienię, że określenie MS SQL (Microsoft SQL Server) oznacza system zarządzania bazą danych, wspierany i rozpowszechniany przez korporację Microsoft⁴⁷. Język zapytań stanowi Transact-SQL, który jest rozwinięciem standardu ANSI/ISO. MS SQL Server jest platformą bazodanową typu *klient-serwer*. Zaimplementowano tu mechanizmy wpływające na bezpieczeństwo operacji. Wymieniony (.NET Framework 4) jest środowi-

⁴⁶ http://www.lider-it.pl/systemy-symfonia/?gclid=CjwKCAiA5OrTBRBIEiwAXXhT6C4T3-b6JRIylsRVEzOmJzKWMBx1Z6B8W81TGdRgtVI1D4WUriDvTxoCp-oQAvD_BwE, dostęp: 3.02.2018.

⁴⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server, dostęp: 3.01.2018.

skiem wymaganym do uruchomienia programów dla platformy (.NET 4)⁴⁸. Pełna wersja zawiera komplet bibliotek i składników niezbędnych zarówno do uruchamiania, jak i tworzenia aplikacji na wymienionej platformie. Przeznaczona jest dla programistów i zaawansowanych użytkowników.

5.3. Comarch ERP Optima⁴⁹

Program Comarch ERP Optima jest programem do zarządzania i księgowości. Zasadniczo składa się z modułów i jest zintegrowanym systemem przeznaczonym dla małej lub średniej firmy. W opracowaniu skorzystano z fragmentów wcześniejszego opracowania autora w książce: *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie*⁵⁰. Strukturę hierarchiczną systemu można tworzyć z poszczególnych podsystemów, modułów, podmodułów, grup funkcji oraz pojedynczych funkcji w zależności od potrzeb określonego obiektu. Comarch ERP Optima obejmuje następujące moduły:

<i>Kasa/Bank</i>	<i>CRM</i>
<i>Kasa/Bank Plus</i>	<i>Serwis</i>
<i>Księga Handlowa</i>	<i>Płace i Kadry</i>
<i>Księga Handlowa Plus</i>	<i>Płace i Kadry Plus</i>
<i>Księga Podatkowa</i>	<i>Analizy BI</i>
<i>Środki trwałe</i>	<i>e-sklep – Comarch ERP</i>
<i>Faktury</i>	<i>Pulpit Menadżera</i>
<i>Handel</i>	<i>Biuro Rachunkowe</i>

Moduł *e-sklep – Comarch ERP* ma rangę podsystemu. Warto tu przytoczyć definicję sklepu internetowego⁵¹ oraz dalsze, które pobrano z Wikipedii w styczniu 2014 r. Sklep internetowy jako jedna z form handlu elektronicznego stanowi serwis internetowy dający możliwość zamawiania produktów przez Internet. Jest on częścią relacji B2C, rzadziej B2B. Forma ta staje się obecnie coraz popularniejsza z uwagi na wygodę i obniżenie kosztów, a ponadto daje to możliwość szybkiego porównania cen u wielu

⁴⁸<https://www.dobreprogramy.pl/.NET-Framework,Program,Windows,17635.html>, dostęp: 3.02.2018.

⁴⁹Niniejszy rozdział bazuje na materiałach szkoleniowych *Procesy logistyczne w Comarch ERP Optima Handel*, Centrum Szkoleniowe Comarch SA, Kraków 2013.

⁵⁰W. Wornalkiewicz, *Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego...*, rozdział 10.3.8: Zintegrowany system zarządzania (Comarch ERP Optima).

⁵¹pl.wikipedia.org/wiki/Sklep_internetowy, dostęp: 3.01.2018.

dostawców. Częścią sklepów internetowych jest strona WWW, na której przez przeglądarkę internetową klienci zapoznają się z ofertą i składają zamówienia.

Program Comarch ERP Optima opracowano z przeznaczeniem dla małych i średnich firm z każdej branży. Składa się on ze zintegrowanych (pracujących na jednej bazie danych) aplikacji – modułów obsługujących różne obszary działalności firmy. Pakiet ten dostępny jest także w wersji usługowej. Określony podmiot gospodarczy za stałą miesięczną opłatą abonamentową otrzymuje dostęp do oprogramowania wspierającego zarządzanie *online* firmy poprzez przeglądarkę internetową. Wymagania sprzętowe i programowe systemu są następujące:

- procesor firmy Intel lub AMD minimum 2 GHz,
- 2 GB pamięci RAM, a jeżeli stosowany jest moduł Comarch ERP Optima Analizy BI to 4 GB,
- dysk: 4GB wolnej przestrzeni,
- systemy operacyjne – alternatywnie:
 - Windows 7, w przypadku Windows 7 w wersji innej niż polska konieczne jest zainstalowanie polskiego pakietu językowego,
 - Windows Vista Service Pack 2,
 - Windows XP SP 3,
 - Windows Server 2003 Service Pack 2,
 - Windows Server 2008 Service Pack 2,
 - Windows Server 2008 R2,
 - Windows Server 2012;
- zalecana minimalna rozdzielczość ekranu to 1024 x 768.

Program pracuje w oparciu o bazę danych klasy Microsoft SQL Server – minimum w wersji 2005 wraz z Service Pack 2, który zalecany jest do pracy z programem Comarch ERP Optima. Wskazana jest najnowsza wersja Microsoft SQL Server 2008 R2 oraz drukarka pracująca w systemie Microsoft Windows. W instalacjach wielostanowiskowych producent omawianego pakietu zaleca wykorzystanie dedykowanego (wydzielonego) serwera bazy danych. Stanowi on oddzielny komputer pełniący rolę serwera dla jednego, określonego usługobiorcy, oferowany przez firmy hostingowe⁵². Na takim serwerze klient może instalować oprogramowanie oraz dowolnie konfigurować domyślnie zainstalowany i skonfigurowany system operacyjny.

⁵² http://pl.wikipedia.org/wiki/Serwer_dedykowany, dostęp: 3.01.2018.

5.4. SAP Business One⁵³

W niniejszym opracowaniu zabazowano na fragmentach rozdziału 2.12.3: SAP Business One, zawartego w książce autora *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*⁵⁴. Obecnie większość dużych przedsiębiorstw wdraża kosztowne systemy klasy ERP, które pozwalają na kompleksowe zarządzanie przedsiębiorstwem, przy czym powodują one znaczne bariery wdrożeniowe w procesie implementacji. Systemy ERP umożliwiają jednak nie tylko zarządzać zapasami poprzez MRP, lecz także innymi równie istotnymi aspektami działalności danego przedsiębiorstwa.

Najpopularniejszym obecnie rozwiązaniem ERP jest system MySAP. Oprogramowanie to obejmuje następujące moduły: *Finanse (Rachunkowość i Kontroling)*, *Zarządzanie Zasobami Ludzkimi*, *Logistyka*, *Rozwiązanie Branżowe*. Każdy z modułów pozwala na kompleksowe zarządzanie danym obszarem działalności przy wykorzystaniu informacji zgromadzonych w bazie danych przedsiębiorstwa. Wymieniony pakiet jest rozwiązaniem kosztownym dla małych i średnich firm⁵⁵ i dlatego warto skorzystać z aplikacji o mniejszej funkcjonalności, czyli z SAP Business One. Posiada on pakiet *Starter*, który umożliwi dogodne przeprowadzenie procesu wdrożeniowego. Dodatkowym atutem jest wykorzystanie tzw. chmury obliczeniowej, która znacząco zwiększa możliwości systemu, dzięki przeniesieniu części usług IT na serwery dostawcy oprogramowania. Szersze informacje na temat systemu SAP Business One występują na stronie internetowej⁵⁶.

Aplikacja SAP Business One obejmuje następujące obszary funkcjonalne: *Zarządzanie księgowością i finansami*, *Zarządzanie relacjami z klientami (CRM)*, *Zarządzanie magazynem i produkcją*, *Zakupy i zaopatrzenie*, *Raportowanie i analiza*, *Rozwiązania z dziedziny integracji*⁵⁷.

⁵³ W niniejszej części wykorzystano fragmenty rozdziału III: Usprawnienie procesu produkcji jednostkowych konstrukcji stalowych pracy licencjackiej: Ł. Sawicki, *Koncepcja usprawnienia procesu produkcji jednostkowych konstrukcji stalowych poprzez zastosowanie ETO* (na przykładzie firmy Polrem Sp. z o.o. w Zdzeszowicach), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2015, praca licencjacka.

⁵⁴ W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*

⁵⁵ J. Mazzullo, P. Wheatle, *SAP R/3. Podręcznik użytkownika*, Helion, Gliwice 2006, s. 21–22.

⁵⁶ <http://go.sap.com/poland/product/enterprise-management/business-one.html>, dostęp: 5.12.2015 r.

⁵⁷ <http://www.7milowy.pl/sap-business-one/informacje-o-systemie-sap-business-one.html?gclid=CO7Bj7WfnMkCFeULcwodGwwB-Q>, dostęp: 30.11.2015.

Warto poprzedzić wdrożenie wspomnianej aplikacji cyfryzacją dokumentów transakcyjnych i rozliczeniowych przy pomocy systemu OCR. Pakiet SAP Business One umożliwia zbudowanie elektronicznej bazy klientów. Zasadniczo wersja minimalna wspomnianej aplikacji obejmuje trzy stanowiska robocze. Standardowo, jako wersja *Starter*, jest możliwość zainstalowania oprogramowania na pięciu stanowiskach roboczych obejmujących⁵⁸:

- Intel Xeon E3-1220v3,
- 2 x pamięć Crucial 8GB 1600MHz DDR3,
- napęd dysku Seagate Video HDD 500GB,
- karta graficzna Asus DVD+/-RW DRW-24F1ST/BLK/B/A,
- monitor Acer K222HQLbd.

Xeon jest symbolem rozpoznawczym serwerowej rodziny procesorów firmy Intel i wskazuje na wyższą wydajność, zwiększoną ilość pamięci podręcznej oraz możliwość pracy w konfiguracji wieloprocessorowej⁵⁹.

5.5. Zagadnienia

1. Obszary pakietu Saga Symfonia ERP
2. Minimalne wymagania dla wersji jednostanowiskowej
3. Funkcjonalność systemu zarządzania bazą danych MS SQL
4. Moduły systemu Comarch ERP Optima
5. Zalecane alternatywne systemy operacyjne
6. Pakiet *Starter* w aplikacji SAP Business One
7. Cyfryzacja dokumentów systemem OCR

⁵⁸ Sklep komputerowy *Komputronik*, dostęp: 20.08.2015.

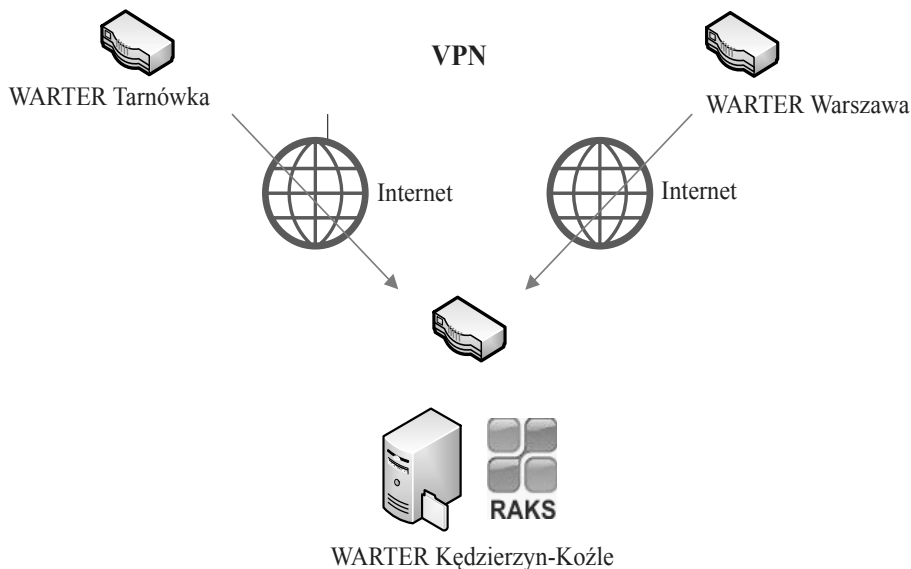
⁵⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Xeon>, dostęp: 3.02.2018.

6. Integracja indywidualnych systemów użytkowych⁶⁰

6.1. Połączenie informatyczne oddziałów

Studiującym inżynierię oraz analizę systemów zarządzania proponuję zapoznać się z przykładem realizacji założeń projektowych w zakresie połączenia informatycznego oddziałów przykładowego przedsiębiorstwa – Grupy WARTER. Realizując założenia projektowe, w pierwszej kolejności zamodelowane zostały połączenia: Warszawa–Kędzierzyn-Koźle oraz Tarnówka–Kędzierzyn-Koźle. Wykorzystano rozwiązanie oparte na połączeniu VPN do budowy logicznego łącza między oddziałami WARTER. Każda lokalizacja posiada łącze dostępowe do sieci Internet, za pośrednictwem którego realizuje połączenie VPN do WARTER Kędzierzyn-Koźle. Jako punkt styku (*hub router*), a zarazem zakończenie tunelu połączenia VPN typ *site-to-site* wybrano lokalizację WARTER Kędzierzyn-Koźle, ponieważ posiada najszybszy dostęp do Internetu oraz możliwość instalacji łącza zapasowego (zob. ryc. 6.1).

⁶⁰ Opracowanie bazuje na wybranych fragmentach pracy licencjackiej wykonanej pod kierunkiem autora niniejszego opracowania: A. Urbanowicz, Integracja indywidualnych systemów użytkowych w celu usprawnienia procesu podejmowania decyzji (na przykładzie Grupy WARTER), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2015, praca licencjacka, rozdział III: Koncepcja zintegrowanego systemu informatycznego oraz książce autora *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*, podrozdział 2.12.4: RAKS SQL.



Źródło: A. Urbanowicz, Integracja indywidualnych systemów użytkowych w celu usprawnienia procesu podejmowania decyzji (na przykładzie Grupy WARTER), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2015, praca licencjacka, ryc. 9.

Ryc. 6.1. Schemat połączeń VPN w przedsiębiorstwie WARTER

Za pomocą połączenia typu VPN można zabezpieczyć komunikację dowolnie oddalonych od siebie obiektów i zbudować logiczną spójną sieć. Dzięki temu możliwe jest połączenie razem trzech sieci LAN, które mają własny dostęp do sieci Internet, niezależnie od odległości oddziałów firmy. Typ połączenia VPN, gdzie przez logiczny kanał transmisyjny, komunikuje ze sobą zdalne lokalizacje, jak już wspomniałem, nazywamy *site-to-site* (*oddział-do-oddziału*). Kanał transmisyjny otwierany jest i zamykany poprzez urządzenia brzegowe, takie jak: router VPN i również komputery końcowe użytkowników. W opisywanym projekcie wykorzystano topologię Hub & Spoke – czyli w gwiazdę – gdzie wyróżniamy urządzenie centralne (*hub*) – pośredniczące w połączeniu VPN pomiędzy pozostałymi urządzeniami brzegowymi (*spoke*) w WARTER oraz WARTER Tarnówka.

Do realizacji projektu połączenia VPN typu *lokacja-lokacja* niezbędne było zakupienie urządzeń informatycznych, a były nimi trzy wydajne urządzenia firmy TP-LINK, tj. TL-ER6120 pełniące rolę ściany ogniowej i jednocześnie routera VPN. Zainstalowane zostały one w WARTER Warszawa, WARTER Kędzierzyn-Koźle, WARTER Tarnówka.

W lokalizacji WARTER Kędzierzyn-Koźle zainstalowano dwa nowe serwery. Jeden pełni rolę serwera Active Directory z systemem operacyjnym Microsoft Windows 2008 Server. Stacja ta zarządza kontami użytkowników sieci WARTER. Użytkownicy są przyporządkowani do grup z przydzielonymi uprawnieniami do logowania. Dodatkowo serwer zarządza wszystkimi stacjami roboczymi w obrębie sieci WARTER. Kolejną rolą serwera jest funkcja kopii bezpieczeństwa danych aplikacji RAKS SQL. Archiwizowane są na nim również wszystkie pliki ze stacji roboczych i serwera plików WARTER Tarnówka oraz WARTER Warszawa. Na drugim serwerze IBM x3200 z systemem Microsoft Windows 2008 Server jest zainstalowana aplikacja RAKS SQL. Wspomaga ona przede wszystkim zarządzanie przedsiębiorstwem w obszarach księgowości, finansów, kadr i płac, sprzedaży, produkcji i CRM⁶¹.

Użytkownicy nawiązujący połączenie do programu wykorzystują usługę RDP (*Remote Desktop Protocol*) zainstalowaną na serwerze aplikacji, która pozwala na komunikację graficzną. Autoryzacja użytkowników jest zarządzana za pomocą usługi Active Directory na serwerze domeny warter.local. Pakiet RAKS SQL pracuje w środowisku Windows, a wymagane parametry techniczne wobec serwera oraz komputera lokalnego są następujące⁶²:

– serwer:

- procesor minimum klasy Intel Core 2,
- system operacyjny Microsoft Windows (Windows 8, Vista, XP, 2008, 2003) lub Linux: Oracle Linux, Suse Linux, Debian, Ubuntu,
- minimum 4 GB pamięci operacyjnej,
- dysk twardy minimum 5 GB wolnego miejsca i dodatkowa przestrzeń na dane,
- dyski SCSI SAS lub SATA – 7200 RPM, zalecany kontroler macierzowy RAID,
- napęd CD-ROM;

– komputer lokalny lub klient sieci, np. dla systemu operacyjnego Microsoft Windows 8, 7, Vista:

- komputer z procesorem minimum klasy Intel Core 2,
- 2 GB pamięci operacyjnej,
- dysk twardy 500 MB wolnego miejsca, dodatkowa przestrzeń na dane,
- napęd CD-ROM,
- karta graficzna minimum VGA 1024x768 256 kolorów,
- mysz lub inne urządzenie wskazujące.

⁶¹ <http://raks.shop.pl/raks-s/14,rozwiązania.html>, dostęp: 3.02.2018.

⁶² http://raks.shop.pl/raks-s/42,wymagania_techiczne.html, dostęp: 3.02.2018.

Wymieniłem wcześniej minimalne wymagania techniczne zarówno wobec serwera, jak i stacji klienckich dla funkcjonowania pakietu RAKS SQL, a teraz przytoczę (za autorem pracy licencyjnej) konfigurację sieci LAN obiektów integrowanych w ramach Grupy WARTER w poszczególnych lokalizacjach:

WARTER Warszawa:

- router TP-LINK VPN SafeStream, Dual-WAN TL-ER6120,
- switch TP-LINK zarządzany Jet Stream, SFP, TL-SG3424,
- kontroler K2-NET PControl.NET 5.0,
- czytnik zbliżeniowy C20-UH-W26/34-CZ PControl – 2 szt.,
- APC Smart-UPS 750VA LCD 230V.

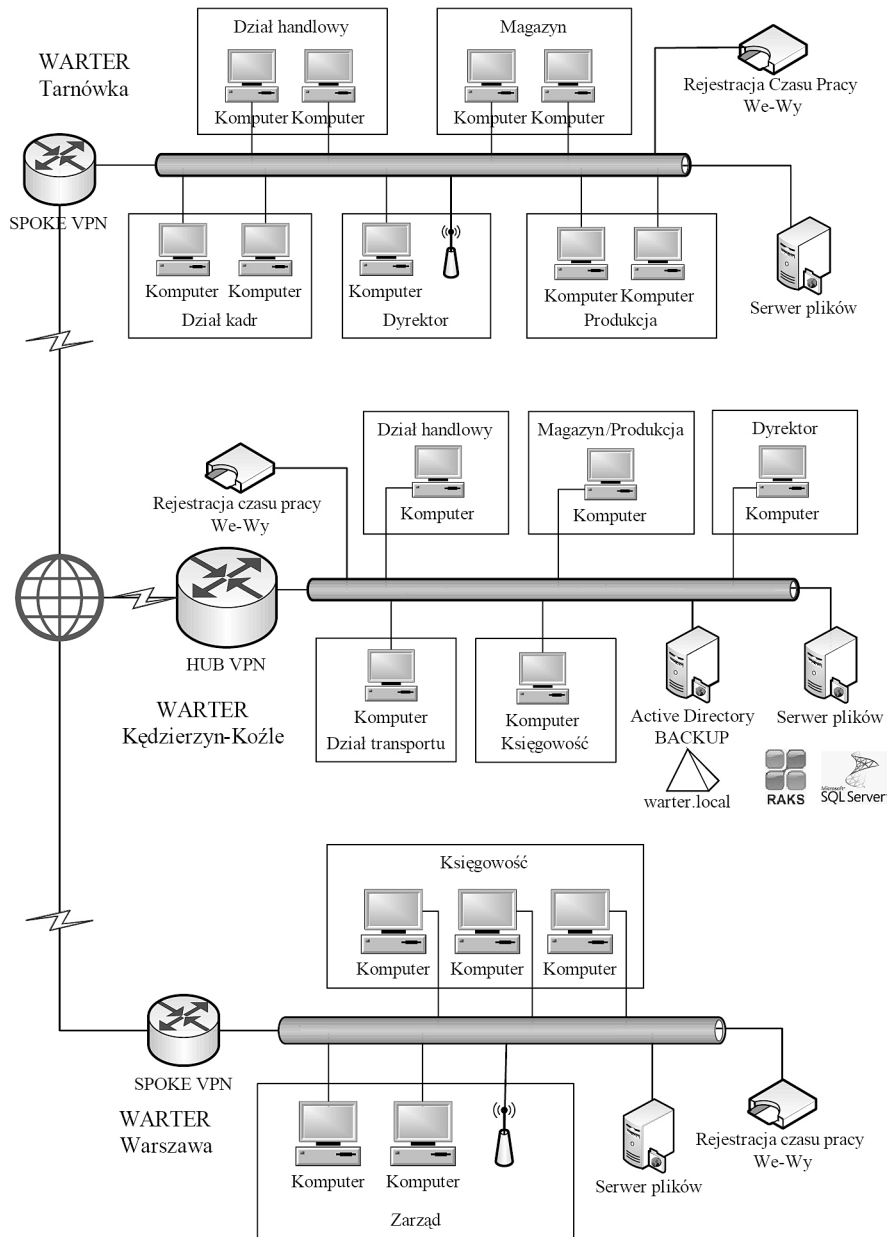
WARTER Kędzierzyn-Koźle:

- router TP-LINK VPN SafeStream, Dual-WAN TL-ER6120,
- switch TP-LINK zarządzany Jet Stream, SFP, TL-SG3424,
- serwer IBM x3200 M3 7328K4G system operacyjny Microsoft Windows Server 2008 Standard, serwer terminali, licencje CAL,
- serwer IBM x3200 M3 7328K4G system operacyjny Microsoft Windows Server 2008 Standard, kontroler domeny warter.local Active Directory,
- kontroler K2-NET PControl.NET 5.0,
- czytnik zbliżeniowy C20-UH-W26/34-CZ PControl – 2 szt.,
- APC Smart-UPS 750VA LCD 230V x 2.

WARTER Tarnówka:

- router TP-LINK VPN SafeStream, Dual-WAN TL-ER6120,
- switch TP-LINK zarządzany Jet Stream, SFP, TL-SG3424,
- kontroler K2-NET PControl.NET 5.0,
- czytnik zbliżeniowy C20-UH-W26/34-CZ PControl – 2 szt.,
- APC Smart-UPS 750VA LCD 230V.

Kolejna rycina 6.2 przedstawia strukturę sprzętu komputerowego wykorzystywanego do pracy w zintegrowanym systemie zarządzania RAKS SQL w Grupie WARTER.



Źródło: Jak w ryc. 6.1.

Ryc. 6.2. Schemat sieci LAN w WARTER

Wymienione określenie LAN (*Local Area Net*) to lokalna sieć komputerowa łącząca komputery na określonym obszarze, np. przedsiębiorstwa⁶³. Sieć LAN może być wydzielona zarówno fizycznie, jak i logicznie w ramach innej sieci. W porównaniu z siecią WAN cechuje ją wyższy wskaźnik transferu danych i mniejszy obszar geograficzny. Obecnie najpopularniejszymi technologiami używanymi do budowy sieci LAN są Ethernet oraz Wi-Fi. Symbol WAN (*Wide Area Network*) oznacza – sieć komputerową znajdującą się na obszarze wykraczającym, np. poza miasto⁶⁴. Natomiast mianem Ethernet określa się technikę, w której zawarte są standardy wykorzystywane w budowie głównie lokalnych sieci komputerowych. Obejmuje ona specyfikację przewodów oraz przesyłanych nimi sygnałów i jest najpopularniejszym standardem w sieciach lokalnych. Pozostało nam jeszcze Wi-Fi, czyli określenie zestawu standardów opracowanych w szczególności do budowy bezprzewodowych lokalnych sieci komputerowych opartych na komunikacji radiowej⁶⁵.

6.2. Zagadnienia

1. Połączenie typu VPN
2. Urządzenia brzegowe transmisji danych
3. „Ściana ogniowa” sieci
4. Funkcjonalność aplikacji RAKS SQL
5. Wymagane parametry techniczne wobec serwera
6. Struktura sprzętowa w RAKS SQL
7. Wi-Fi

⁶³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Lokalna_sie%C4%87_komputerowa, dostęp: 3.02.2018.

⁶⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Sie%C4%87_rozleg%C5%82a, dostęp: 3.02.2018.

⁶⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>, dostęp: 3.02.2018.

7. Aplikacje programowe stosowane w projektowaniu stron internetowych

7.1. Wstęp

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

- sformułowania 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 lub kolorystyki;
- ożywienie strony/blogu poprzez umożliwienie aktualizacji;
- wprowadzenie grafiki oraz różnych elementów multimedialnych w postaci dźwięku, filmików wideo.

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 danych⁶⁶. 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

⁶⁶ https://mfiles.pl/pl/index.php/Rodzaje_witryn_internetowych, dostęp: 15.02.2018.

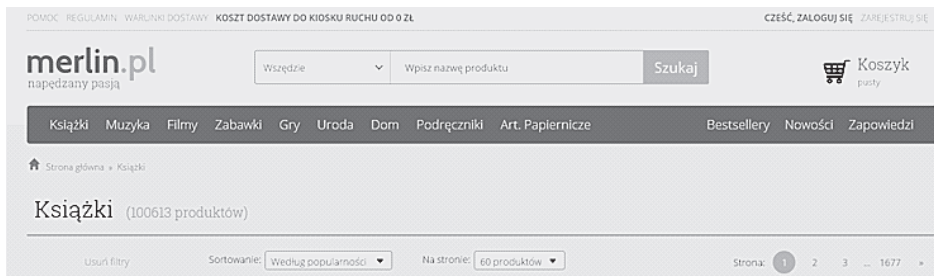
stosunkowo krótkiego okresu rozwoju technologii webowej opracowano wiele wyszukiwarek, implementowano wcześniejsze języki programowania do nowych potrzeb użytkowników. Dotyczy to zwłaszcza eksponowania działalności określonej jednostki gospodarczej, zakresu jej produkcji, czy też usług. Proste strony WWW może internauta opracować we własnym zakresie, korzystając z podpowiedzi na prowadzonych kursach, w tym internetowych.

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 w zakresie korzystania w prezentacji tematu ze środków multimedialnych. Jednak zdaniem niektórych wykładowców kursów internetowych w budowaniu i utrzymywaniu obiektów funkcjonujących w przestrzeni wirtualnej konieczna jest wcześniejsza znajomość jakiegoś współczesnego języka programowania, chociażby 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, zwana również internetową (*web application*). Jest to program, który pracuje na serwerze WWW i komunikuje się poprzez sieć z hostem (komputerem) użytkownika. Wykorzystuje w tym względzie przeglądarkę użytkownika, będącego interaktywnym klientem aplikacji internetowej⁶⁷. 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 mechanizmy edycji treści Wikipedii, serwisu aukcyjnego Allegro, czy też księgarni internetowej Merlin, z której zamieszczono fragment strony głównej. Widzimy tu 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 papiernicze i inne⁶⁸.

⁶⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Aplikacja_internetowa, dostęp: 15.02.2018.

⁶⁸ https://merlin.pl/catalog/ksiazki-m10349074/?gclid=EAIaIqobChMI4Oeshcrw2QIVBhIbCh2kUwOuEAAYyAAEgIlxvD_BwE&gclid=aw.ds, dostęp: 15.02.2018.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.1. Funkcje sklepu internetowego księgarni Merlin

7.2. 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*)⁶⁹. 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 zobaczmy jak swoją stronę WWW rozpoczyna organizacja W3C dająca zalecenia co do standaryzacji w tym zakresie. Możemy tu zauważyć stonowanie kolorystyczne tła i ciekawe wklęsłe wpisanie „W3C”⁷⁰. Obecnie bowiem do wykonania „przyciągającej” internautów witryny internetowej nie wystarcza już posługiwanie się prostą grafiką, czy też znajomość tylko języka HTML.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.2. Menu strony WWW organizacji W3C

⁶⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web_Consortium, dostęp: 15.02.2018.

⁷⁰ <https://www.w3.org/>, dostęp: 15.02.2018.

Nadmienię, że jeśli określona firma oferuje hosting, to istnieje możliwość umieszczenia zamawianej strony na tzw. własnym serwerze. Usługa zwana potocznie hosting⁷¹ 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 wykonanie aplikacji webowej powierza się firmom specjalistycznym, w których występuje podział zadań i wyodrębnione są stanowiska:

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 wymienimy tu *Apache*, czyli otwarty serwer HTTP, dostępny dla wielu systemów operacyjnych, a wśród nich UNIX, GNU/Linux, BSD, OS X, Microsoft Windows⁷².

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

Webdeveloper, czyli programista⁷³ – tworzy 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. Zwróć 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 sobą⁷⁴. 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 akademiach sztuk pięknych lub

⁷¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Hosting>, dostęp: 15.02.2018.

⁷² https://pl.wikipedia.org/wiki/Apache_HTTP_Server, dostęp: 15.02.2018.

⁷³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Webmaster>, dostęp: 15.02.2018.

⁷⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Interfejs_programowania_aplikacji, dostęp: 15.02.2018.

architekturze 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 *online*, 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. Czasem w zespole serwisu internetowego występuje też redaktor nowych treści do podstron serwisu. Proponuję teraz zagłębienie do strony WWW Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie⁷⁵, gdzie zaskakuje nas odważne posługiwanie się kolorem, grafiką i dobre rozmieszczenie tekstów.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.3. Menu strony WWW Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie

⁷⁵ <https://www.asp.krakow.pl/>, dostęp: 15.02.2018.

7.3. 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, frameworki⁷⁶. Ma to odbicie w prowadzonych kursach wideo 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 danych⁷⁷, a UPDATE przeznaczone 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 wierzchołka⁷⁸.

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:

- S. Prata, *Język C++. Szkoła programowania*, wyd. 6;
- J. Duckett, *HTML i CSS. Zaprojektuj i zbuduj witrynę WWW* (zob. ryc. 7.4);
- J. Duckett, *JavaScript i JQuery. Interaktywne strony WWW dla każdego*;
- M. Lis, *PHP i MySQL. Dla każdego*, wyd. 3;
- C.S. Horstmann, *Java. Podstawy*, wyd. 10.

⁷⁶ <http://miroslawzelent.pl/kurs-mysql/>, dostęp: 15.02.2018.

⁷⁷ <https://msdn.microsoft.com/pl-pl/library/encyklopedia-sql--dodawanie-danych--insert.aspx>, dostęp: 15.02.2018.

⁷⁸ https://pl.wikipedia.org/wiki/Drzewo_binarne, dostęp: 15.02.2018.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.4. Strona tytułowa książki *HTML i CSS. Zaprojektuj i zbuduj witrynę WWW*

Zwróć 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 – 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 do tworzenia stron WWW, zastosowanie arkuszy stylów (CSS), tworzenie tzw. *front-end* w JavaScript, a także *back-end* w języku PHP⁷⁹. *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-end*. 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)⁸⁰. W systemie tym wprowadzono dodatkowe rozszerzenia i nowe elementy języka o tej nazwie, przy czym w wersji piątej występują dodatkowo:

⁷⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Front-end_i_back-end, dostęp: 15.02.2018.

⁸⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/MySQL>, dostęp: 15.02.2018.

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

Zbliża to najnowsze wersje MySQL do aplikacji *PostgreSQL* pod względem funkcjonalności. *Trigger* określa procedurę wykonywaną automatycznie jako reakcję na pewne zdarzenia w tabeli bazy danych⁸¹. 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,
- Oracle,
- Firebird,
- SQLite,
- InterBase SQL,
- MySQL (od wersji 5.0),
- Progress.

Hipertekstowy język znaczników (HTML – *HyperText Markup Language*) – wykorzystywany do tworzenia dokumentów hipertekstowych⁸². 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)⁸³. Kliknięcie lub nadejście odpowiedniego momentu powoduje otwarcie dokumentu docelowego. Hiperłącza są powszechnie używane na stronach internetowych. Przykład fragmentu strony z własnego bloga „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych” z linkami odwołującymi się do publikacji autora niniejszego opracowania pokazano na dołączonej rycinie (ryc. 7.5).

⁸¹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyzwalacz>, dostęp: 15.02.2018.

⁸² <https://pl.wikipedia.org/wiki/HTML>, dostęp: 15.02.2018.

⁸³ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Hiper%C5%82%C4%85cze>, dostęp: 15.02.2018.

WSPOMNIENIA

WYKŁADY I ĆWICZENIA

LINKI DO PUBLIKACJI

PREZENTACJE



Linki do publikacji

http://bdpu.org/wp-content/uploads/2017/06/Conference_December-8_2017_final.pdf

Strona: 22-38 *Udoskonalanie techniki przepływu procesów logistycznych*

<http://pedagogika.wszia.opole.pl/ebook/CN2017.pdf>

Strona: 39-44 Skróty artykułu *Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji*

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 7.5. Linki do publikacji w ramach bloga „Zastosowanie komputera w procesach decyzyjnych”

Język HTML umożliwia określenie wyglądu dokumentu w przeglądarce internetowej, przy czym jednocześnie do szczegółowego opisu formatowania sugeruje się wykorzystywanie kaskadowych arkuszy stylów, oznaczanych symbolem CSS, i 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 informatycznej⁸⁴. Większość atrybutów elementów składa się z par (nazwa–wartość), rozdzielonych znakiem „=”, zawartych w znaczniku otwierającym elementu. Wartość może być zawarta w pojedynczych cudzysłowach lub bez nich. Atrybut *id* nadaje

⁸⁴ [https://pl.wikipedia.org/wiki/Encja_\(bazy_danych\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Encja_(bazy_danych)), dostęp: 15.02.2018.

elementowi unikatowy identyfikator, a *class* służy do sklasyfikowania elementów do celów prezentacyjnych.

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, kodowanie 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)⁸⁵ – język CSS służy do opisu formy prezentacji stron WWW. Nazwa ta wynika z tego, 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 wyodrębnienia CSS było oddzielenie struktury dokumentu od formy jego prezentacji. Ponadto zabieg ten umożliwia dostosowanie dokumentu w zależności od obsługiwanego sprzętu. 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 Framework), a ich zadaniem jest ułatwienie definicji stylu dla stron internetowych. Są one dołączane jako zewnętrzne pliki o rozszerzeniu (*.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 elemen-

⁸⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/CSS>, dostęp: 15.02.2018.

tów 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 WWW⁸⁶, 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 komputerowych⁸⁷. 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 z 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).

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 ok. 3/4 domen internetowych⁸⁸. W tym języku powstała znaczna część istniejących aplikacji sieciowych, a także systemów zarządzania treścią, forów dyskusyjnych oraz

⁸⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/PHP>, dostęp: 15.02.2018.

⁸⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/GTK%2B>, dostęp: 15.02.2018.

⁸⁸ Ibidem.

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 internetowej⁸⁹. Są one obecnie bardzo popularną formą grup dyskusyjnych w Internecie. Prowadzą je prawie wszystkie portale, wortale i ISP. Portale jako megastrona jest serwisem skierowanym do szerokiego grona odbiorców. Umożliwia surfowanie po Internecie, utrzymywanie konta internetowego, pocztowego, prowadzenia blogów, budowania własnych stron internetowych, otrzymywanie wiadomości ze świata itd.⁹⁰. Określenie wortal (*Vertical Portal*) oznacza portal tematyczny obejmujący jedną dziedzinę wiedzy, gałąź gospodarczą, dział przemysłu lub krąg zainteresowań. Bazą podstawową portalu 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 internetowych⁹¹.

Skryptowy język programowania (JavaScript) – język ten, okreśłany też jako JS, opracowany został przez firmę Netscape⁹². 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 komputera⁹³,

⁸⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Forum_dyskusyjne, dostęp: 15.02.2018.

⁹⁰ Ibidem.

⁹¹ Ibidem.

⁹² <https://pl.wikipedia.org/wiki/JavaScript>, dostęp: 15.02.2018.

⁹³ https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_graficzny, dostęp: 15.02.2018.

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 JavaScriptu dostępne są w przeglądarkach internetowych.

Platforma programistyczna (*framework*) – oznacza szkielet (ramę) do budowy aplikacji programistycznej⁹⁴. 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 niezienne 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.

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 aplikacji⁹⁵. 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 obecnych 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

⁹⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Framework>, dostęp: 15.02.2018.

⁹⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/.Net_Framework, dostęp: 15.02.2018.

rozwiązanie informatyczne, tak i platforma (.Net) ma kilka pochodnych technologii, na uwagę zasługują jednak:

- ułatwiony dostęp do bazy danych – ADO.NET,
- możliwość budowania dynamicznych stron WWW – ASP.NET.

ASP.NET przeznaczony jest do budowy różnorodnych aplikacji internetowych, a także aplikacji typu XML Web Services⁹⁶. 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.

* * *

Obecnie 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 wyszukiwarę, np. dominującą na tym rynku. Wszystko to ponagla projektowanie, oprogramowanie i oczekuje innowacyjności w aplikacjach funkcjonujących w cyberprzestrzeni.

7.4. Zagadnienia

1. Przeznaczenie specjalistycznych języków programowania w środowisku wyszukiwarek wirtualnych
2. Aplikacja webowa
3. Zadania *webmastera*
4. Rola organizacji W3C
5. Rodzaje stanowisk w firmach technologii webowej

⁹⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/ASP.NET>, dostęp: 15.02.2018.

6. Rola firmy pozycjonerskiej
7. Popularne technologie webowe
8. Podstawowe pojęcia w technologii webowej
9. Język HTML
10. Kaskadowe arkusze stylów (CSS)
11. Biblioteki (CSS Framework)
12. Platforma programistyczna Microsoft

8. Big Data – narzędzie cyberbezpieczeństwa

8.1. Wstęp

Niepokój obecnego świata oraz burzliwy rozwój wykorzystania globalnej sieci Internet i portali powoduje, że wzrasta w społeczeństwach poszczególnych krajów niepokój o bezpieczeństwo informacji zgromadzonych w dużych bazach danych instytucji społecznych i obiektach gospodarczych. Wiele rządów 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 selekcjonowanie na grupy internautów z punktu widzenia chociażby marketingu internetowego. Biorąc to 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 rozproszonych terytorialnie zainteresowań oraz dorobku wirtualnego internautów.

8.2. Forum cyberbezpieczeństwa

Na forum CYBERSEC 2017 wyłoniono cztery tzw. ścieżki tematyczne w odniesieniu do cyfryzacji i cyberbezpieczeństwa⁹⁷. 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, organizowane corocznie o symbolu CYBERSEC, przy czym tematyka roku 2017 była następująca⁹⁸:

- ochrona infrastruktury krytycznej,
- strategię cyberbezpieczeństwa państw,
- implementacja kluczowych regulacji prawnych, w tym dyrektywy NIS i rozporządzenia GDPR,

⁹⁷ <https://cybersecforum.eu/pl/sciezki-tematyczne/>, dostęp: 9.10.2017.

⁹⁸ Ibidem.

- przeciwdziałanie cyberprzestępstwom,
- współpraca międzynarodowa na rzecz cyberbezpieczeństwa,
- walka z terrorystami wykorzystującymi cyberprzestrzeń.

Infrastruktura krytyczna (IK) to rzeczywiste i cybernetyczne systemy (obiekty, urządzenia bądź instalacje) niezbędne do minimalnego funkcjonowania gospodarki i państwa⁹⁹, przy czym IK obejmuje m.in. następujące systemy:

- zaopatrzenia w energię, surowce energetyczne i paliwa,
- łączności i sieci teleinformatycznych,
- finansowe,
- zaopatrzenia w żywność, wodę,
- ochrony zdrowia,
- transportowe oraz ratownicze,
- zapewniające ciągłość działania administracji publicznej,
- produkcji, składowania, przechowywania i stosowania substancji chemicznych i promieniotwórczych.

Narodowy Program Infrastruktury Krytycznej określa szczegółowe kryteria w tym zakresie. Natomiast „Dziennik Ustaw” 2017, poz. 627 zamieszcza Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów dotyczące pełnomocnika do spraw ochrony infrastruktury krytycznej¹⁰⁰.

Cyberbezpieczeństwu poświęcona jest książka Marka Górki, wydana przez Difin¹⁰¹. Na początku streszczenia tej książki czytamy:

„Cyberbezpieczeństwo jest współcześnie jednym z najpopularniejszych tematów obecnych w debatach publicznych w Polsce i na świecie. Internet na stałe wpisał się w funkcjonowanie dzisiejszych obywateli, grup społecznych, biznesu oraz państw i instytucji ponadnarodowych. Jednak jego dominująca rola w codziennym życiu wywołuje także często poczucie niepewności i zagrożenia. Ostatnie lata bogate były w spektakularne ataki cybernetyczne, które paraliżowały rządowe strony internetowe oraz systemy odpowiedzialne za funkcjonowanie instalacji przemysłowych”.

Warto też dla rozszerzenia swojej wiedzy o cyberbezpieczeństwie sięgnąć po książkę Józefa Bednarka i Anny Andrzejewskiej – *Zagrożenia cyberprzestrzeni i świata wirtualnego*¹⁰², również wydaną przez Difin. Publi-

⁹⁹ <http://rcb.gov.pl/infrastruktura-krytyczna/>, dostęp: 12.12.2017.

¹⁰⁰ http://rcb.gov.pl/wp-content/uploads/PRM_pelnomoc_ds_oik.pdf, dostęp: 12.12.2017.

¹⁰¹ <http://www.ksiegarnia.difin.pl/psychologia-pedagogika/34/cyberbezpieczenstwo-jako-podstawa-bezpiecznego-panstwa-i-spoleczenstwa-w-xxi-wieku/2193>, dostęp: 12.12.2017.

¹⁰² <http://www.ksiegarnia.difin.pl/psychologia-pedagogika/34/zagrozenia-cyberprzestrzeni-i-swiata-wirtualnego/2090>, dostęp: 12.12.2017.

kacja ta polecana jest w szczególności rodzicom, pedagogom, psychologom, nauczycielom szkół różnych szczebli oraz specjalistom zajmującym się profilaktyką i terapią.

W lipcu 2017 r. Parlament Europejski przyjął Dyrektywę NIS, dotyczącą bezpieczeństwa sieci i informacji. Przepisy nakładają na objęte dyrektywą podmioty pewne obowiązki związane z zapewnieniem bezpieczeństwa cybernetycznego¹⁰³. 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 osobowych¹⁰⁴.

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, organizacyjnym i technicznym. Występuje potrzeba wzmocnienia współpracy międzynarodowej w zbudowaniu systemu cyberobrony na poziomie poszczególnych państw oraz organizacji międzynarodowych. Dla spokojnego życia społeczeństwa potrzebne jest:

- przygotowanie sił zbrojnych do cyberobrony,
- funkcjonowanie NATO w cyberprzestrzeni,
- posiadanie środków budowy zaufania w przestrzeni cyfrowej,
- 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 cyberrozwiązania¹⁰⁵. Rozwijana jest nowa technologia elektroniczna oraz Internet i coraz więcej urządzeń z tego obszaru jest dostępnych mieszkańcom poszczególnych krajów, a one mogą stać się celem hakerów. Zagrożo-

¹⁰³ <https://www.gov.pl/cyfryzacja/dyrektywa-nis-przyjeta-przez-parlament-europejski>, dostęp: 9.10.2017.

¹⁰⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Og%C3%B3lne_rozporz%C4%85dzenie_o_ochronie_danych, dostęp: 4.11.2017.

¹⁰⁵ <http://clmag.pl/cyberzagrozenia-2016-w-10-punktach/>, dostęp: 12.12.2017.

ne są nie tylko komputery, ale także inteligentny sprzęt, który pełne możliwości osiąga dopiero po podłączeniu do sieci internetowej, przy czym pojawiły się nowe formy cyberprzestępczości, takie jak¹⁰⁶:

- *ransomware*, oznaczające wymuszenie okupu za przechwycone ważne dane;
- przejmowanie strumienia informacji przy korzystaniu z usług zdalnych, czyli tzw. przetwarzania w chmurze,
- organizowanie ugrupowań terrorystycznych;
- *spear phishing*, rozsyłanie e-maili wyglądających jakby zostały napisane przez osobę lub firmę znaną użytkownikowi w celu działań przestępczych, w tym względnie korzysta się z mediów społecznościowych, takich jak: Facebook, Twitter, Snapchat;
- wykradanie informacji o kondycji małego lub średniego przedsiębiorstwa na zlecenie konkurencji;
- wejścia do niezabezpieczonych hasłem smartfonów i komputerów z nieaktualizowanym oprogramowaniem antywirusowym;
- przyjmowanie jako cel także systemów rachunkowości banków. Jest to o tyle niepokojące, bo zaledwie 50% instytucji z sektora finansowego wprowadziło rozwiązanie zapewniające ochronę przed oszustwami w czasie rzeczywistym;
- telemedycyna, tj. ingerencja w działania urzędów odpowiedzialnych za podtrzymywanie życia;
- wygaszanie ważnych projektów, np. ustaw na komputerach polityków lub posłów.

Powróćmy jednak do wspomnianego wcześniej forum CYBERSEC 2017. Jak już nadmieniałem, czwartym obszarem zainteresowania uczestników tego forum 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*)¹⁰⁷. Zagadnienie to omawiane jest w pracy zbiorowej *Internet rzeczy*¹⁰⁸. IoT jest to koncepcja, według której przedmioty mogą pośrednio, albo bezpośrednio, gromadzić, przetwarzać lub wymieniać dane za pośrednictwem instalacji elektrycznej inteligentnej KNX lub sieci komputerowej¹⁰⁹. 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

¹⁰⁶ Ibidem.

¹⁰⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Internet_rzeczy, dostęp: 4.11.2017.

¹⁰⁸ D. Guinard, V. Trifa, *Internet rzeczy. Budowa sieci z wykorzystaniem technologii webowej i Raspberry Pi*, Helion, Gliwice 2017.

¹⁰⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/KNX>, dostęp: 4.11.2017.

językiem komunikacji dla wszystkich instalacji w budynkach oraz przedmiotów o standardzie IoT. Może łączyć instalacje elektryczne, teletechniczne, alarmowe, nagłośnienia, monitoringu, 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 Polskiej¹¹⁰. Minister Obrony Narodowej poinformował o podjęciu decyzji o utworzeniu wojsk cybernetycznych. Utworzony zostanie również w Kancelarii Prezesa Rady Ministrów (KPRM) Departament ds. Cyberbezpieczeństwa¹¹¹. Będzie on zapleczem eksperckim dla premiera, aby był na bieżąco z informacjami dotyczącymi cyberprzestrzeni. Forum CYBERSEC 2017 zgromadziło wielu prelegentów oraz uczestników niemal z całego świata, w celu przedyskutowania nowego wyzwania w zakresie bezpieczeństwa, w tym przede wszystkim obiektów służących społeczeństwu Europy.

8.3. Nowy żywioł cyberprzestrzeń

Warto zauważyć, że Europejskie Forum Cyberbezpieczeństwa odbyło się tuż po Szczycie Cyfrowym UE w Tallinie, 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 informacyjnej¹¹². 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 kraju zainicjowane zostały przez Agencję Bezpieczeństwa Wewnętrznego i Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji.

¹¹⁰ <https://cybersecforum.eu/pl/media/>, dostęp: 4.11.2017.

¹¹¹ <https://wpolityce.pl/polityka/361451-powstanie-nowy-departament-w-kprm-na-czele-komorki-odpowiedzialnej-zacyberbezpieczenstwo--stanie-pawel-szefenaker>, dostęp: 4.11.2017.

¹¹² <https://pl.wikipedia.org/wiki/Cyberterroryzm>, dostęp: 4.11.2017.

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 finansowe¹¹³. Zaczęto traktować cyberprzestrzeń jako nowy żywioł równie groźny, jak powódź, pożar lub trzęsienie ziemi. Jest to szczególnie istotne, gdyż również Polska wdraża nowoczesne rozwiązania teleinformatyczne typowe dla społeczeństwa informacyjnego. Sprzyja temu korzystanie ze środków unijnych, które pozwalają 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 spółka akcyjna EXATEL, która będąc polskim operatorem telekomunikacyjnym jest jednocześnie usługodawcą w zakresie cyberbezpieczeństwa¹¹⁴. Zarządza dużą światłowodową siecią transmisji danych. Oferuje usługi transmisji danych, dzierżawy łączy, połączeń głosowych i internetowych oraz hostingu, który oznacza udostępnianie przez dostawcę usług internetowych zasobów serwerowni, a sprowadza się to do¹¹⁵:

- 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 firmy EXATEL 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 etykiet¹¹⁶. Dodam, że omawiana firma posiada połączenia z ponad 80 największymi operatorami krajowymi i blisko 70 zagranicznymi.

Biorąc pod uwagę listę Fortune 500, należy zaznaczyć, że 97% korporacji było chociaż raz narażone na niebezpieczeństwo w zakresie stosowanej

¹¹³ Ibidem.

¹¹⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Exatel>, dostęp: 10.11.2017.

¹¹⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Hosting>, dostęp: 10.11.2017.

¹¹⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching, dostęp: 10.11.2017.

technologii informacyjnej (IT)¹¹⁷. W polskiej edycji raportu *Banking Cybersecurity – Zarządzanie ryzykiem w cyberprzestrzeni*, wydanym przez PwC¹¹⁸, zdarzenia, takie jak kradzież wrażliwych danych, niszczenie informacji w aplikacjach biznesowych, awarie z powodu wprowadzenia niewłaściwego kodu do systemu kosztują np. światowe firmy ok. 400 mld dolarów rocznie. W Polsce nie prowadzi się tego typu statystyki, a respondenci nie zawsze potrafią określić koszty dotyczące 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 działu informatyki określonej firmy, ale również skupia uwagę jej zarządu. Tak więc obecnie menedżerowie zarządu zmuszeni są do podejmowania decyzji w sferze bezpieczeństwa szeroko rozumianej technologii IT.

Specjaliści od cyberprzestrzeni uważają, że pełne zabezpieczenie przed ewentualnym cyberatakiem określonej instytucji czy przedsiębiorstwa 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 biur technologii IT sprowadza się od proponowania przygotowywania kopii zapasowych, aż po skomplikowane zabezpieczenia w modelu outsourcingowym. Duże firmy z 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 serwerów¹¹⁹; DDoS oznacza rozproszoną odmowę usługi spowodowaną atakiem na system komputerowy lub sieć poprzez zajęcie wszystkich wolnych zasobów, przeprowadzanym 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

¹¹⁷ <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.

¹¹⁸ <http://mifid.pl/zarzadzanie-ryzykiem-w-cyberprzestrzeni-raport-pwc/>, dostęp: 12.12.2017.

¹¹⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/DDoS>, dostęp: 10.11.2017.

do wykonywania zadań, podczas których można przechwycić hasła o systemach 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 Sony¹²⁰. Wiele milionów posiadaczy kont w sieci Playstation, umożliwiającej rozgrywki *online*, 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 Injection¹²¹. Polega to na nieodpowiednim filtrowaniu lub niedostatecznym typowaniu danych użytkownika, które to dane są później wykorzystywane przy wykonaniu zapytań (SQL) do bazy danych. Dodam, że 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*). Jak już nadmieniałem, przetwarzanie w chmurze polega na użytkowaniu usług dostarczonych przez usługodawcę¹²². 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. Celem technologii gridowej jest stworzenie potężnego, wirtualnego komputera z dużą liczbą połączonych systemów współdzielących różnego rodzaju zasoby¹²³. Grid compu-

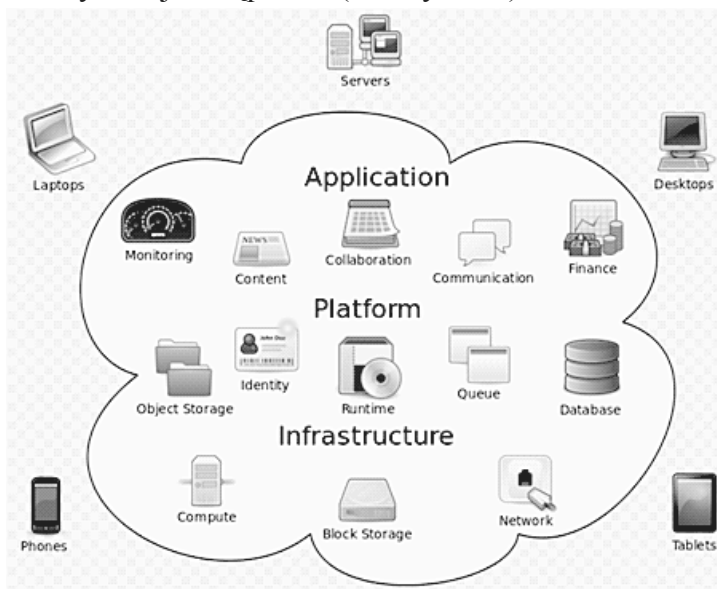
¹²⁰ Ibidem.

¹²¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/SQL_injection, dostęp: 10.11.2017.

¹²² https://pl.wikipedia.org/wiki/Chmura_obliczeniowa, dostęp: 10.11.2017.

¹²³ [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.

ting 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 (zob. ryc. 8.1).



Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Chmura_obliczeniowa#/media/File:Cloud_computing.svg, dostęp: 10.11.2017.

Ryc. 8.1. Idea przetwarzania w chmurze obliczeniowej

Aby przeciwdziałać cyberatakam, przykładowa spółka akcyjna Provident, jako wirtualna sieć prywatna, zintegrowała centralę oraz oddziały, zapewniła szczególne wymogi sieci oraz przesyłu danych. Biurem świadczącym usługi przed cyberatakami jest też T-MOBILE POLSKA¹²⁴. Przejrzyste instytucje oraz przedsiębiorstwa powinny przestrzegać zasad rządzących bezpieczeństwem zasobów IT i dlatego z tego powodu stosuje się sieć Ethernet VPN, która umożliwi 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 monitorowaniem, poprzez specjalny portal *online*.

¹²⁴ <http://biznes.t-mobile.pl/pl/produkty-i-uslugi/sieci-teleinformatyczne/ethernet-vpn>, dostęp: 10.11.2017.

W lipcu 2016 r. Parlament Europejski przyjął dyrektywę NIS (*Network and Information Security*) o bezpieczeństwie w cyberprzestrzeni¹²⁵. Unia Europejska zamierza stworzyć wspólny system zabezpieczający przed cyberatakami. Wymieniony NIS jest uzupełnieniem wspomnianej już regulacji GDPR (*General Data Protection Regulation*) o przetwarzaniu i ochronie danych osobowych. Dyrektywa przewiduje także powołanie Zespołu Reagowania na Incydynty 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 fakt, że Rosja i Stany Zjednoczone współpracują w ramach różnych organizacji w zakresie problematyki świata wirtualnego¹²⁶. Wystosowano Wspólną deklarację na temat wyzwań dla bezpieczeństwa na przełomie XXI w. (*Common Security Challenges at Threshold of the Twenty-First Century*), w której zaznaczono łagodzenie skutków, jakie daje rewolucja informacyjna.

W wieku XXI państwa połączyły siły w walce z terroryzmem, podobna sytuacja nie miała jednak 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. W Polsce Biuro Bezpieczeństwa Narodowego (BBN) opublikowało w Internecie minisłownik pojęć z dziedziny bezpieczeństwa¹²⁷. Uwzględnia on

¹²⁵ <https://fintek.pl/unia-europejska-zwieksza-cyberbezpieczenstwo/https://fintek.pl/unia-europejska-zwieksza-cyberbezpieczenstwo/>, dostęp: 10.11.2017.

¹²⁶ <http://www.cyberdefence24.pl/640774,wspolpraca-usa-rosja-w-cyberprzestrzeni-analiza>, dostęp: 10.11.2017.

¹²⁷ <https://www.bbn.gov.pl/pl/bezpieczenstwo-narodowe/minislownik-bbn-propozy/6035,MINI-SLOWNIK-BBN-Propozycje-nowych-terminow-z-dziedziny-bezpieczenstwa.html>, dostęp: 12.12.2017.

również oczekiwania korzystających z serwisów społecznościowych. Były to ważne inicjatywy, ponieważ jednym z problemów przy wcześniejszych rozmowach międzypaństwowych było wzajemnie niezrozumienie. Zachodzi jednak potrzeba dalszej pogłębionej współpracy między mocarstwami w zakresie cyberprzestępczości w Internecie. Zarówno Stany Zjednoczone, jak i Rosja 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.

8.4. Big Data¹²⁸

Zaczynają się pojawiać publikacje zwarte z zakresu tematyki określanej ogólnie jako Big Data i warto tu zwrócić uwagę na dwie pozycje wydane w 2016 r.:

– audiobook opublikowany przez livro.pl: V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, *Big Data: Rewolucja, która zmieni nasze myślenie, prace i życie*, wydany przez MT Biznes. Autorzy podkreślają w niej, że wystarczy mieć wiedzę i odpowiednie narzędzia, aby poddać zachowania internautów analizie i wyciągnąć z tego dodatkową wiedzę potrzebną społeczeństwu¹²⁹;

– książka: N. Marz, J. Warren, *Big Data. Najlepsze praktyki budowy skalowanych systemów obsługi danych w czasie rzeczywistym*, wydana przez Helion. W tej publikacji wskazuje się na to, że prowadzenie złożonych zbiorów danych wymaga architektury obejmującej wielomaszynowe klastry, aby przechowywać i przesyłać informacje znacznej wielkości.

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 tys. 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

¹²⁸ <http://www.cyberdefence24.pl/675927,big-data-nadzieja-dla-cyberbezpieczenstwa-analiza>, dostęp: 15.11.2017.

¹²⁹ http://livro.pl/big-data-mayer-schonberger-viktor-cukier-kenneth-sku1105214552.html?gclid=CjwKCAiAvMPRBRBIEiwABuO6qXMUFtrYvRP87-5F8zh4dcjJDxgnAX5cjUQ3qBinZqlMc-XWrM12dxoC33gQAvD_BwE&gclid=aw.ds, dostęp: 12.12.2017.

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 zasobami¹³⁰. Według badania przeprowadzonego w USA przez biuro MeriTalk 88% agencji federalnych przyznało, że w ciągu 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 wpływają¹³¹. 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 transakcji biznesowych. Odnośnie do 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, wideo, czy też pliki typu audio.

Rozwiązanie Big Data traktowane jest jako wyjście naprzeciw przyszłym niebezpieczeństwom w cyberprzestrzeni. Tak więc rozwiązanie to przyczyni się do wzmocnienia cyberbezpieczeństwa, w szczególności w obszarze analizy, ochrony danych oraz przeciwdziałania przyszłym atakom. Trzeba dodać, że komputerowe rozwiązanie 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 transmituje ponad 50 terabajtów danych w ciągu 24 godzin, co oznacza, że 5 gigabajtów musi być analizowane co sekundę, aby wykryć cyberatak. Wymaga to tworzenia odpowiednich modeli danych statystycznych, które minimalizują fałszywe alarmy oraz zmniejszają liczbę niewykrytych zagrożeń do minimum.

¹³⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Metadane>, dostęp: 15.11.2017.

¹³¹ Ibidem.

Wykorzystanie danych z minionych okresów historycznych i tworzenie modeli ekonometrycznych umożliwia prognozowanie, czy też tworzenie systemów uczących się (*machine learning*). Przewiduje się, że do 2020 r. liczba urządzeń podłączonych do Internetu przekroczy 20 mld. 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 przedsiębiorstwa o nazwie T-Mobile. Trzeba pamiętać, że technologia Big Data dostarcza tylko informacje o przewidywanych zagrożeniach cyberatakiem, nie dając gotowego rozwiązania tego problemu.

Według prowadzonego indeksu cyberbezpieczeństwa przez Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (ITU) Estonia zajęła piąte miejsce w świecie i pierwsze w Europie¹³². W tym kraju, przeciwdziałając dalszemu zagrożeniu, wprowadzono zmiany w strukturach organizacyjnych oraz uchwalono akty prawne. Ponadto znajduje się tu Centrum Doskonalenia Cyberobrony NATO. Wspomniany indeks powstał w 2014 r. w celu ułatwienia budowy globalnej kultury cyberbezpieczeństwa. Ocenia on wysiłki ok. 200 członków ITU na rzecz poprawy cyberbezpieczeństwa.

8.5. Złożoność technologii Big Data

Rozwinięcie pojęcia Big Data oraz terminów pomocniczych z nim związanych spotykamy w Wikipedii¹³³. Big Data to pojęcie odnoszące 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 roku 2001 META Group opublikowała raport, który opisuje Big Data w wspomnianym już wcześniej modelu 3 V. Dla celów praktycznych model ten został uzupełniony o kolejną składową *value*

¹³² <http://www.cyberdefence24.pl/651718,indeks-cyberbezpieczenstwa-itu-estonia-najbezpieczniejszym-panstwem-w-europie-polska-w-drugiej-dziesiatce>, dostęp: 15.11.2017.

¹³³ <file:///D:/BigData/Big%20data%20%E2%80%93%20Wikipedia,%20wolna%20encyklopedia.html> Big data, dostęp: 15.11.2017.

(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 technologiami¹³⁴, takimi jak:

- 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.

Rozwiązania Big Data korzystają z dorobku analityki biznesowej BI, a pojęcie to oznacza proces przekształcania danych w informacje, a informacji w wiedzę, która może być wykorzystana do zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstwa¹³⁵. 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 ujednoclenie 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 firmy¹³⁶. Zadaniem

¹³⁴ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Gartner>, dostęp: 15.11.2017.

¹³⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Business_intelligence, dostęp: 15.11.2017.

¹³⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/Hurtownia_danych, dostęp: 15.11.2017.

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 dotyczącej 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 drażenie danych, pozyskiwanie wiedzy, wydobywanie danych, ekstrakcja danych to jeden z etapów procesu odkrywania wiedzy z baz danych typu (KDD – *Knowledge Discovery in Databases*)¹³⁷. Idea eksploracji danych polega na wykorzystaniu szybkości komputera do znajdowania ukrytych dla człowieka prawidłowości 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 one możliwe. Jak widzimy, w informatyce spotykamy wiele nowych pojęć i skrótów. Wyjaśnienie ich występuje najczęściej w Wikipedii 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

¹³⁷ https://pl.wikipedia.org/wiki/Eksploracja_danych, dostęp: 15.11.2017.

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 szansę 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 informatyce¹³⁸. 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 = 1024^2 MiB = 1024^3 kiB = 1024^4 B. Przykładowo odtworzenie filmów na płytach DVD o pojemności 1 TB zajmuje ok. 18 dób. Stosowane są również do określenia największych posiadanych przestrzeni dyskowych, zasobów użytkowników serwisu internetowego, zgromadzonych danych całego Internetu jednostki o nazwie petabajt (PB), które stanowią 10^{15} bajtów¹³⁹. 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 2008 r., iż jest w stanie posortować 1 PB danych w ciągu ok. 6 godzin na 4000 komputerach. Dane zgromadzone na Facebooku w 2012 r. zajmowały 180 PB, a co godzinę przybywało 0,5 PB. Dodam jeszcze, że Microsoft w 2013 r. 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

¹³⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Terabajt>, dostęp: 15.11.2017.

¹³⁹ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Petabajt>, dostęp: 15.11.2017.

zbiorów pewnych obiektów, której istotą jest zmniejszenie nieokreśloności¹⁴⁰. 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 odbiorcy, pewnego stanu wyróżnionego nadawcy.

8.6. Podsumowanie

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 cyberatakom, które mogą stać się groźnym narzędziem w rękach terrorystów.

Przykłady włamań do systemów strategicznych budzą niepokój nie tylko menedżerów 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.

8.7. Zagadnienia

1. Ścieżki tematyczne dotyczące cyfryzacji i cyberbezpieczeństwa
2. Infrastruktura krytyczna
3. Bezpieczny Internet rzeczy
4. Zapasowe Centrum Danych
5. Podstawowe zagrożenia danych w zależności od typu urządzeń IT

¹⁴⁰ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Informacja>, dostęp: 15.12.2017.

6. Przetwarzanie „w chmurze”
7. Narzędzie informatyczne typu Big Data
8. Metadane
9. Analityka biznesowa
10. Eksploracja danych

9. Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie¹⁴¹

9.1. Wprowadzenie

Podjęcie ryzyka biznesowego jest elementem działalności gospodarczej. Zgodnie z powszechnie przyjętymi definicjami ryzyka może być ono określone jako kombinacja prawdopodobieństwa zdarzenia i jego konsekwencji, które mogą nastąpić i wpłynąć pozytywnie lub negatywnie na osiągnięcie celów biznesowych i realizację strategii firmy. Zintegrowany system zarządzania ryzykiem korporacyjnym jest narzędziem, które to określone zadanie pozwala realizować sprawniej. W tym kontekście do celów zarządzania ryzykiem, wyrażonego przez oczekiwaną stopę zwrotu, należy zaliczyć ograniczenie strat, zwiększenie przychodów lub marży. Niezależnie od przyjętych celów, wdrożenie kompleksowego systemu zarządzania ryzykiem związane jest z wprowadzeniem rozwiązania opartego na: systematycznym podejściu do identyfikacji, kategoryzacji, wartościowania i optymalizacji wszystkich grup ryzyka, na jakie narażone jest przedsiębiorstwo w celu budowy wartości firmy.

Wdrażaniem aplikacji informatycznych z zakresu zarządzania ryzykiem zajmuje się wiele firm doradczych, które nie tylko prowadzą tę profesję. Jedną z największych na świecie jest KPMG¹⁴². Świadczy ona takie usługi, jak: audyt, doradztwo podatkowe, doradztwo gospodarcze. Jest międzynarodową spółdzielnią osób prawnych zarejestrowana w Szwajcarii, która

¹⁴¹ Niniejszy rozdział bazuje na wcześniejszej publikacji autora *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*, rozdział 1.4.

¹⁴² <https://pl.wikipedia.org/wiki/KPMG>, dostęp: 24.10.2015.

zatrudnia ponad 155 tys. osób w 155 państwach, w tym ponad 1200 osób w Polsce. KPMG dorównuje rangą firmom audytorsko-doradczym, z których należy wymienić: PwC, Ernst & Young, Deloitte. Główne obszary świadczonych przez nią usług są następujące¹⁴³:

- badanie sprawozdań finansowych,
- usługi księgowe, administracji płacowo-kadrowej,
- doradztwo: podatkowe, prawne, europejskie, finansowe, transakcyjne, gospodarcze.

Na potrzeby oceny procesu zarządzania ryzykiem KPMG wykorzystuje, jako punkt odniesienia, własną metodykę zarządzania oraz zewnętrzne standardy, a w szczególności:

- Zarządzanie Ryzykiem Korporacyjnym – Zintegrowana Struktura Ramowa (*Enterprise Risk Management — Integrated Framework*) opracowana przez The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO),
- Dobre Praktyki Spółek Notowanych na GPW.

COSO to organizacja sektora prywatnego, z siedzibą w Stanach Zjednoczonych, której głównym celem jest zapewnianie przekazu do podmiotów zarządzających w obszarach zarządzania, etyki biznesu, kontroli wewnętrznej, zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie, oszustwa, i sprawozdawczości finansowej. Organizacja ta ustanowiła wspólny wewnętrzny model sprawdzania, na podstawie którego firmy i organizacje mogą ocenić ich systemy kontroli¹⁴⁴.

W czasie wielu lat świadczenia usług związanych z zarządzaniem ryzykiem przedsiębiorstw, KPMG wypracowało i z powodzeniem stosuje wymienioną metodykę. Jest ona odpowiedzią na potrzeby organizacji działających w zmiennym otoczeniu wymagającym opracowania elastycznego, efektywnego i skutecznego procesu zarządzania istotnym ryzykiem występującym na różnych poziomach zarządzania przedsiębiorstwem lub korporacją. Całościowy system zarządzania ryzykiem opiera się o kompleksową mapę ryzyka i obejmuje: nadzór nad zarządzaniem ryzykiem, proces oceny ryzyka, agregowanie i kwantyfikację ryzyka, raportowanie i monitoring ryzyka, optymalizację wykorzystania mechanizmów kontrolnych służących ograniczaniu ryzyka.

¹⁴³ <http://www.kpmg.com/pl/pl/services/advisory/ryzyko-i-zgodnosc/zarządzanie-ryzykiem-w-przedsiębiorstwie-enterprise-risk-management/strony/default.aspx>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁴⁴ https://pl.wikipedia.org/wiki/Committee_of_Sponsoring_Organizations_of_the_Treadway_Commission, dostęp: 24.10.2015.

9.2. Katalog korzyści z wprowadzenia systemu ERM

Według informacji internetowej KGHM Polska Miedź S.A. wdrożyła system ERM¹⁴⁵. Skrót ten jest jeszcze mało znanym w Polsce pojęciem w odniesieniu do zarządzania ryzykiem korporacyjnym. KGHM jest jedną z największych polskich spółek Skarbu Państwa. Jako spółka strategiczna jest czołowym producentem miedzi i srebra rafinowanego na świecie¹⁴⁶. Jest szóstym producentem miedzi elektrolitycznej (ok. 500–550 tys. ton) oraz pierwszym co do wielkości wytwórcą srebra na świecie (ok. 1260 ton srebra rafinowanego w 2011 r.). W mniejszych ilościach KGHM produkuje także złoto, koncentrat palladu i platyny, ołów i inne metale. Wymieniona wcześniej spółka wydobywa także sól kamienną, a głównymi produktami są: miedź rafinowana (katodowa), walcówka miedziana (do produkcji kabli i drutów), wlewki okrągłe i srebro rafinowane.

Decydując się na wprowadzenie systemu zarządzania ryzykiem, członkowie organów określonej spółki powinni przeanalizować przynajmniej podstawowe korzyści, jakich mogą oczekiwać. Jednak zarządom oferuje się przeważnie przed danym posiedzeniem otrzymanie tylko rejestru zhierarchizowanego ryzyka w obszarach działalności. Tymczasem teoretycznie, zakres korzyści, jakie daje wdrożony pomyślnie wysokiej jakości system zarządzania ryzykiem korporacyjnym jest szerszy. Trzeba tu wymienić stosowanie znacznie bardziej inteligentnego procesu podejmowania wielu decyzji. Dobry bowiem system pozwala na analityczne uchwycenie problemów, które bardzo trudno jest opisać liczbowo, jak również pozwala na ocenę sytuacji dotyczących ryzyka w przyszłości. W takiej sytuacji zarząd korzysta z analiz statystycznych, które z określonym poziomem ufności wskazują na najbardziej trafne decyzje. Przy podejmowaniu decyzji, zarząd może się oprzeć na analitycznie prognozowanych danych. W efekcie proces podejmowania decyzji jest znacznie bardziej obiektywny.

W systemie klasy ERM następuje opracowywanie prognoz finansowych, budżetów oraz przepływów, uwzględniających ryzyko na wszystkich poziomach organizacji. Pozwala to spokojnie ustalić bonusy roczne, zmniejszenie kosztów związanych z ubezpieczeniami działalności operacyjnej lub inwestycyjnej. Dysponując systemem zarządzania ryzykiem, możemy wykazać firmom ubezpieczeniowym, że płacone do tej pory

¹⁴⁵ <http://prnews.pl/analizy/katalog-korzysci-z-wprowadzenia-systemu-erm-w-spolce-54896.html>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁴⁶ https://pl.wikipedia.org/wiki/KGHM_Polska_Mied%C5%BA, dostęp: 24.10.2015.

składki nie są już adekwatne do ubezpieczanego ryzyka. Mając pracujący w czasie rzeczywistym system zarządzania ryzykiem, jesteśmy w stanie wynegocjować lepsze warunki przy podejmowaniu kredytu.

W systemie ERM występuje funkcja RAROC (*Risk Adjusted Return On Capital*), pozwalająca na ocenę zwrotu z zainwestowanego kapitału z uwzględnieniem podstawowego ryzyka. Zarząd otrzymuje kompletne analizy różnych scenariuszy, z uwzględnieniem możliwego ryzyka szczegółowego. W każdym z wariantów powinien być przedstawiony możliwy zbiór rozwiązań z podaniem współczynników ufności. Trzeba dodać, że stosowanie odpowiednich mechanizmów zarządzania ryzykiem umożliwia zarządowi obronę podjętej decyzji przed inwestorami oraz organami zewnętrznymi. Wysokiej jakości system zarządzania ryzykiem korporacyjnym wspomaga podjęcie dużego przedsięwzięcia inwestycyjnego. System taki stanowi udogodnienie dla pracowników z obszaru: audytu, projektów, kontrolingu, procesów, ubezpieczeń, strategii, finansów, marketingu, sprzedaży, IT. Oprócz wymienianych zalet systemu ERM, członkowie zarządu mogą być również zdalnie informowani o sytuacjach krytycznych, kontrolować przebieg projektu, monitorować w czasie rzeczywistym cały proces zarządzania możliwym ryzykiem cząstkowym.

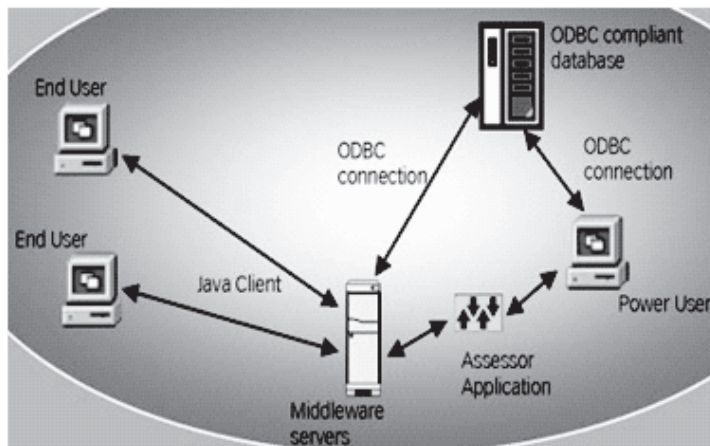
9.3. Systemy informatyczne klasy ERM

Systemy informatyczne tworzące ERM to specjalistyczne, najczęściej dedykowane pakiety wspierające system korporacyjnego zarządzania ryzykiem¹⁴⁷. Występuje ponad 20 znaczących komercyjnych pakietów wspomagających zarządzanie ryzykiem¹⁴⁸. Programy są uformowane tak, aby spełniały wymogi prawne, standardy, zalecenia lub dobre praktyki – narodowe lub międzynarodowe. Do znanych należą: SOX, Basel II, ISO 17799, COSO, Turnbull, AS/NZS 4360. Stosowane są również: ASX Guidelines (Australia), Cobit, COSA oraz COCO (Kanada), HIPAA, Bill C6 (PIPE-DA) oraz Gramm-Leach-Bliley (Kanada), King Report (RPA). W większości oprogramowanie sprzedawane jest dla różnej liczby użytkowników, złożoności, np. rozwiązania klient/serwer. Złożone pakiety oparte są na technologii ODBC (*Open Database Connectivity*) lub rozwiązania bazują-

¹⁴⁷ <http://ryzyko.blox.pl/2008/09/Systemy-informatyczne-wspierajace-procesy-ERM.html>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁴⁸ <http://www.kpmg.com/pl/pl/services/advisory/ryzyko-i-zgodnosc/zarzadzanie-ryzykiem-w-przedsiębiorstwie-enterprise-risk-management/strony/default.aspx>, dostęp: 24.10.2015.

ce na sieci internetowej dla wielu rozproszonych użytkowników z różnymi prawami dostępu (ryc. 9.1).



Źródło: <http://ryzyko.blox.pl/2008/09/Systemy-informatyczne-wspierajace-procesy-ERM.html>, dostęp: 24.10.2015.

Ryc. 9.1. Konfiguracja systemu rozproszonego

Wymieniono tu szereg terminów, z których część zostanie wyjaśniona na podstawie opisów internetowych.

Audyt wewnętrzny – niezależna działalność doradcza i weryfikująca, której celem jest usprawnienie operacyjne organizacji i wniesienie do niej wartości dodanej. Audyt wewnętrzny pomaga danej organizacji w osiągnięciu jej celów poprzez systematyczne i metodyczne podejście do oceny i doskonalenia skuteczności procesów zarządzania ryzykiem, kontroli i zarządzania organizacją¹⁴⁹.

SOX – ustawa Sarbanesa-Oxleya uchwalona przez Kongres Stanów Zjednoczonych 30 lipca 2002 r., która reguluje praktyki finansowe i ład korporacyjny¹⁵⁰. Zaostrza ona znacznie wymogi niezależności wobec kluczowych graczy na rynku finansowym oraz podnosi na bardzo wysoki poziom wymagania w zakresie efektywności kontroli wewnętrznej podmiotów zarejestrowanych w United States Securities and Exchange Commission (SEC). Wprowadza wymóg dodatkowych ujawnień dokonywanych przez zarząd, dotyczących efektywności systemu kontroli wewnętrznej. Nakłada obowiązek kontroli jakości usług audytorskich, dodatkowe sank-

¹⁴⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Audyt_wewn%C4%99trzny, dostęp: 24.10.2015.

¹⁵⁰ https://pl.wikipedia.org/wiki/Ustawa_Sarbanesa-Oxleya, dostęp: 24.10.2015.

cje (finansowe i karne) dla władz spółek w przypadku wykrycia błędów w sprawozdaniach finansowych oraz wprowadza bezwzględny wymóg niezależności audytora.

Basel II – skrót ten oznacza Nową Umowę Kapitałową. Dotyczy zrewidowanej wersji powstałej w 1988 r. Umowy Kapitałowej, dotyczącej struktury oceny adekwatności kapitałowej instytucji finansowych. Intencją Nowej Umowy Kapitałowej jest wzmocnienie bezpieczeństwa i stabilności międzynarodowego systemu bankowego oraz poprawa sposobu określania wymogów kapitałowych banku w zależności od poziomu ponoszonego ryzyka i rozmiarów prowadzonej działalności¹⁵¹.

ISO 17799 – norma ta wywodzi się z brytyjskiego standardu bezpieczeństwa BS 7799. Stanowi zestaw wskazówek dla wdrożenia i utrzymania bezpieczeństwa informacji w przedsiębiorstwie. Norma ISO 17799 wspomaga procesy organizacyjne, umożliwiając podwyższenie bezpieczeństwa informacji i kontrolując obszary zwiększonego ryzyka¹⁵².

AS / NZS 4360 – dokument z 2004 r. dotyczący zarządzania ryzykiem. W roku 2009 został zastąpiony normą. Traktowany jest jako ogólny poradnik w procesach zarządzania ryzykiem w obiekcie¹⁵³.

ASX – powstała w 2005 r. instrukcja dotycząca ładu korporacyjnego¹⁵⁴.

COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) – standard opracowany przez ISACA oraz IT Governance Institute. Jest to zbiór dobrych praktyk z zakresu IT Governance, które mogą być wykorzystywane w szczególności przez audytorów systemów informatycznych¹⁵⁵.

Bill C6 – bezpieczeństwo produktów konsumenckich Kanady¹⁵⁶,

ODBC (*Open Data Base Connectivity*) – interfejs pozwalający programom łączyć się z systemami zarządzającymi bazami danych. W skład ODBC wchodzi wywołania wbudowane w aplikacje oraz sterowniki ODBC. Pierwsza implementacja ODBC pojawiła się w systemie Microsoft Windows, lecz obecnie możliwe jest korzystanie z niego na platformach

¹⁵¹ https://pl.wikipedia.org/wiki/Basel_II, dostęp: 24.10.2015.

¹⁵² http://www.mfiles.pl/pl/index.php/ISO_17799, dostęp: 24.10.2015.

¹⁵³ http://www.microsofttranslator.com/bv.aspx?ref=SERP&br=ro&mkt=pl-PL&dl=pl&lp=EN_PL&a=http%3a%2f%2fwww.asx.com.au%2fabout%2fcorporate-governance.htm, dostęp: 24.10.2015.

¹⁵⁴ Ibidem.

¹⁵⁵ <https://pl.wikipedia.org/wiki/COBIT>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁵⁶ http://www.microsofttranslator.com/bv.aspx?ref=SERP&br=ro&mkt=pl-PL&dl=pl&lp=EN_PL&a=http%3a%2f%2fnhppa.org%2f%3fpage_id%3d70, dostęp: 24.10.2015.

Unix, OS/2 oraz Macintosh. W systemach bazodanowych typu klient-serwer sterowniki dają dostęp do silnika baz danych, natomiast w programach dla komputerów osobistych sterowniki sięgają bezpośrednio do danych¹⁵⁷.

Oprogramowanie systemów klasy ERM może być proste, sprowadzające się do elektronicznego rejestru ryzyka. Może też stanowić wsparcie dla podstawowych funkcji (etapów) zarządzania ryzykiem, a także zawierać dodatkowe komponenty. Trzeba tu wymienić: zgodność z wymogami prawa (*compliance*), audyt wewnętrzny, baza wiedzy (*knowledge base*), analiza ryzyk spekulacyjnych (sukces/porażka), wspomaganie zarządzania projektami, budowa ilościowych modeli ryzyka lub analiza kosztów tego ryzyka. Niektóre funkcjonalności programów typu ERM z podaniem nazwy, producenta i kraju zamieszczono w dalszej części niniejszego opracowania.

Nazwa	Producent	Kraj
Risk Wizard	Risk Wizard	Australia
Enterprise Risk Assessor	Methodware	Nowa Zelandia
Risk Register	Noweco	Nowa Zelandia
J-Port	Portiva	Kanada
Securac	Acertus	Kanada
Know Risk	CorProfit	Australia
Risk Decisions	Predict	Wielka Brytania
International Security Technology	CORA	USA

Większość z wymienionych programów wykazuje zdolność elastycznego dostosowania się do charakteru i wielkości firmy. Ponadto umożliwia monitorowanie, dokumentowanie oraz raportowanie informacji o ryzyku. Cechą godną uwagi jest elastyczność wizualizacji ryzyka, filtrowania ryzyka i wielojęzyczność niektórych wersji. Programy są podzielone na moduły, które mogą być oddzielnie nabywane. Szczegółowe zaprezentowanie funkcjonalności wymienionych ośmiu programów to temat na oddzielne opracowanie. Z tego względu tylko nadmienione zostaną niektóre dostępne w Internecie informacje o istnieniu programów oraz formie prezentowania przez nich raportów danych. Na początek przedstawiono widok ekranu głównego programu Enterprise Risk Assessor (zob. ryc. 9.2).

¹⁵⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/ODBC>, dostęp: 24.10.2015.



Źródło: Jak w ryc. 9.1.

Ryc. 9.2. Widok ekranu głównego programu Enterprise Risk Assessor

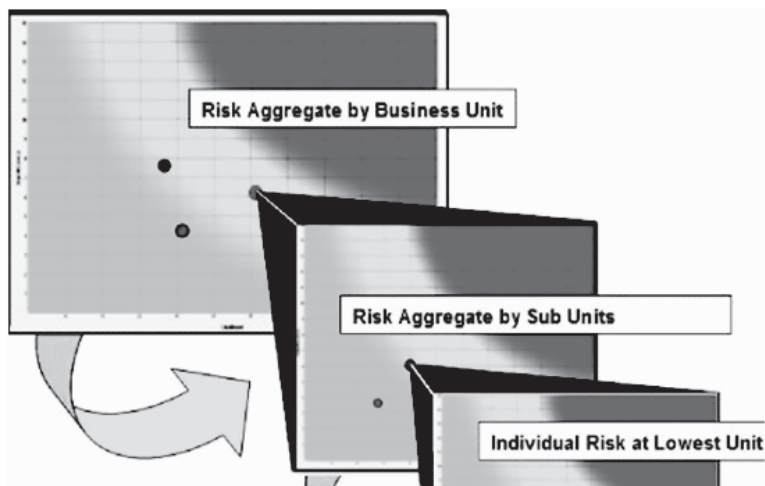
Widzimy tu trzy możliwości wejścia: *file options* (operacje na zbiorach), *risk framework* (konfiguracja oprogramowania ryzyka), *assessor options* (opcje inżynierskiej oceny ryzyka). Na uwagę zasługuje charakterystycznie podana platforma programistyczna (*framework*), stanowiąca szkielet do budowy aplikacji programowej. Programista tworzy pakiet, rozbudowując i dostosowując poszczególne komponenty do wymagań realizowanego projektu według potrzeb inwestora, tworząc w ten sposób gotową aplikację¹⁵⁸. Wejście drugie stanowi moduł konfiguracji, służący opisaniu opcji i parametrów określonej firmy i jej otoczenia. Na tym etapie następuje hierarchizacja obszarów ryzyka, zdefiniowanie terminologii, opisanie pól występujących w programie, klasyfikacja ryzyka. Niektóre programy pozwalają tworzyć związki pomiędzy celami biznesowymi a ryzykiem. Większość z nich może zaimportować informacje z istniejących już w firmie systemów baz danych. Uzupełnieniem jest moduł oceny (zwykle jakościowej) ryzyka, który służy określeniu skutku i prawdopodobieństwa według skal zdefiniowanych wcześniej na etapie konfiguracji. Wynikiem oceny ryzyka szczegółowego przewidywanych działań w firmie jest mapa

¹⁵⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Framework>, dostęp: 24.10.2015.

ryzyka. Programy oferują całą gamę różnych wersji mapy ryzyka, a mianowicie:

- mapy opisujące ryzyko „twardymi” wartościami liczbowymi,
- uproszczone mapy „słupkowe”,
- mapy klasyczne (5 x 5 pól),
- rozwinięte (nawet do 10 x 10 pól).

Dynamiczne mapy ryzyka, pokazujące na jednym wykresie jak dane ryzyko ewoluuje w czasie, czy też w końcu mapy zagnieżdżające ryzyko małych biznes unitów (np. oddziałów) w ryzyku dużych jednostek biznesowych (np. korporacji, spółek). Ideę graficzną takiego podejścia do mapy ryzyka prezentuje zamieszczona rycina 9.3.



Źródło: Jak w ryc. 9.1.

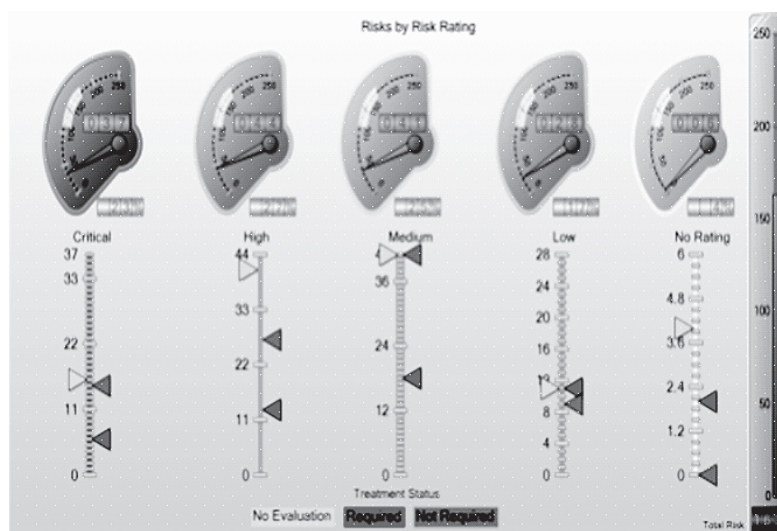
Ryc. 9.3. Idea graficznego podejścia do mapy ryzyka

W ramach aplikacji programowej ERM występuje też moduł minimalizacji (kontrolowania) ryzyka. Pozwala on na opisanie (zdefiniowanie celów), a następnie śledzenie działań naprawczych, ich statusu lub priorytetu. Sprzężony jest z funkcją rozliczania właściciela ryzyka lub wykonawcy programu, kontrolowania ryzyka z ich działań i decyzji oraz funkcją śledzenia stanu. Ponadto z możliwością, np. ustalenia górnego i dolnego progu tolerancji, po przekroczeniu których uaktywniają się tzw. alerty. Przykładowo program Risk Register firmy NOWECO wspiera cztery odrębne techniki postępowania wobec ryzyka:

- działania prewencyjne (minimalizacja prawdopodobieństwa),
- transfer (ubezpieczeniowy i pozaubezpieczeniowy),

- działania kryzysowe (minimalizacja skutków już zaistniałego zdarzenia),
- działania przywracające funkcjonowanie biznesu.

Wiele jest interesujących graficznie rozwiązań dotyczących prezentowania sytuacji ryzyka na ekranie komputera. Funkcję tę sprawuje moduł monitorowania, który automatycznie pokazuje status i skalę ryzyka oraz stan zaawansowania i skuteczność (wyniki) działań kontrolujących ryzyko. Wspomniana funkcja alertów może działać jak system czujek dymu w systemie przeciwpożarowym lub jak system czujek ruchu w systemie antywłamaniowym. Przykład graficznej techniki monitorowania ryzyka przy pomocy „prędkościomierzy” i skal pionowych pokazano na rycinie 9.4.



Źródło: Jak w ryc. 9.1.

Ryc. 9.4. Technika monitorowania ryzyka

Modułem wieńczącym system klasy ERM o zaawansowanej grafice jest moduł raportowania. Oferuje on zazwyczaj kilkanaście gotowych wzorów raportu, które mogą być dowolnie zmieniane przez użytkowników. Najczęstsze formaty raportów to popularne pdf, html lub MS Excel, Word, Access. Oprócz modułów podstawowych występują też opcjonalne, np.:

- moduł rejestrowania zdarzeń (szkód, wypadków, awarii),
- moduł konsolidacyjny pomagający wykonać przegląd i porównanie ryzyka w różnych częściach/oddziałach firmy, lub ich zmiany w czasie.

Rodzaj modułów opcjonalnych oraz rozwiązanie zależą od zakupionego pakietu komercyjnego zarządzania ryzykiem korporacyjnym od takich

producentów oprogramowania, jak: Methodware, Risk Wizuard, Strateg. Thought/UK, CorProfit/AU. Zatrzymajmy się jeszcze na systemie analizy ryzyka ERM BPM Risk firmy GRUPA BLUE¹⁵⁹. Jest to zaawansowana platforma wsparcia procesu zarządzania ryzykiem i stanowi kompleksowe narzędzie wykorzystywane przez największe przedsiębiorstwa i instytucje w Polsce. Ma zastosowanie w analizie ryzyka strategicznego, operacyjnego – ERM, bezpieczeństwa informacji – ISO 27001, ciągłości działania – ISO 22301, ryzyka zarządzania projektami. Umożliwia wdrożenie praktyk zawartych w ISO 31000 oraz w COSO.

Omawiany system zwany w skrócie RISK wspiera pracę grupową i organizacje wielooddziałowe. Dostępny jest przez przeglądarkę internetową i nie wymaga instalacji elementów na komputerze użytkownika. Oprogramowanie integruje się z systemami do zarządzania procesowego i umożliwia wykorzystywanie danych o procesach, odpowiedzialnościach i strukturze organizacyjnej. RISK umożliwia przeprowadzenie klasyfikacji informacji, określenie krytyczności procesów, projektów oraz zbudowanie katalogu zagrożeń. Po opracowaniu planu i wyznaczeniu odpowiedzialnych za poszczególne działania oraz terminów realizacji system monitoruje postępy i eskaluje zadania. Wbudowany mechanizm raportujący pozwala na pełną informację na temat zagrożeń, skutków, prawdopodobieństwa, analizy ryzyka, wyznaczonych działań i ich realizacji na wszystkich szczeblach przeprowadzonej analizy.

9.4. Obszary działalności firm doradczych w zakresie ERM

Jak już wspomniano, na rynku polskim działa również firma doradczo-konsultingowa o nazwie pwc¹⁶⁰, przy czym w obszarze audyt i usługi księgowo firma ta oferuje:

- audyt finansowy,
- audyt wewnętrzny,
- sprawozdawczość finansową i rachunkowość,
- narzędzia do raportowania finansowego,
- usługi regulacyjne,
- międzynarodowe standardy sprawozdawczości finansowej,

¹⁵⁹ http://grupablue.pl/index.php/oprogramowanie/zabezpieczenia/2014-08-26-18-53-35.html?gclid=CKu15_Cmp8gCFaLFcgodlaYJUg, dostęp: 24.10.2015.

¹⁶⁰ <http://www.pwc.pl/pl/uslugi.html>, dostęp: 24.10.2015.

- outsourcing usług księgowych i płacowych,
- usługi rewidenta ds. szczególnych.

Doradztwo podatkowe omawianej firmy obejmuje: podatki pośrednie, postępowanie podatkowe, międzynarodowe planowanie podatkowe, ceny transferowe, podatki pracownicze i doradztwo imigracyjne, outsourcing usług księgowych i płacowych, prace IT Based Tax Consulting¹⁶¹. Zespół IT Based Tax Consulting (ITBC), przygotowuje rozwiązania związane bezpośrednio z systemami finansowo-księgowymi klasy ERP. Jest to krok do optymalizacji procesów podatkowych, w tym minimalizacji ryzyka zobowiązań podatkowych. Firma pwc świadczy również doradztwo: biznesowe, prawne, transakcyjne, dotyczące kapitału ludzkiego, zarządzania ryzykiem. Ostatnio wymienione doradztwo obejmuje: odporność na ryzyko, bezpieczeństwo, ład korporacyjny, audyt wewnętrzny, kontrole i procesy, ryzyko IT, ryzyko finansowe. Analiza ryzyka IT to jedno z głównych narzędzi wykorzystywanych przez zarządzenie ryzykiem IT, czyli proces polegający na uporządkowanym podejściu do kwestii ryzyka związanego z działaniem systemów IT¹⁶². Omawiana firma ma swoje placówki w Warszawie, Gdańsku, Katowicach, Krakowie, Łodzi, Poznaniu oraz we Wrocławiu¹⁶³.

Kolejna firma doradczo-konsultingowa Ernst & Young, w skrócie EY, oferuje usługi w zakresie następujących zagadnień¹⁶⁴: środowisko biznesowe, promowanie wzrostu, zarządzanie i sprawozdawczość, MSSF¹⁶⁵, zarządzanie finansami, zarządzanie ryzykiem, skuteczność operacyjna, zarządzanie kompetencjami, kapitał i transakcje. Główna siedziba EY w Polsce znajduje się w Warszawie, a lokalne biura funkcjonują w Katowicach, Krakowie, Poznaniu, Wrocławiu oraz Łodzi¹⁶⁶.

Deloitte stanowi międzynarodową sieć spółek handlowych świadczących profesjonalne usługi doradcze i audytorskie¹⁶⁷. Zakres działalności tej firmy doradztwo-konsultingowej podano na załączonym fragmencie okna pozyskanego z Internetu¹⁶⁸. Deloitte w Polsce działa 1990 r. W roku 2008

¹⁶¹ <http://www.pwc.pl/pl/doradztwo-podatkowe/it-based-tax-consulting.html>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁶² <http://sekurak.pl/czym-jest-analiza-ryzyka-it-wprowadzenie/>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁶³ <http://www.pwc.pl/pl/o-nas/biura-pwc.html>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁶⁴ <http://www.ey.com/PL/pl/Home>, dostęp: 24.10.2015.

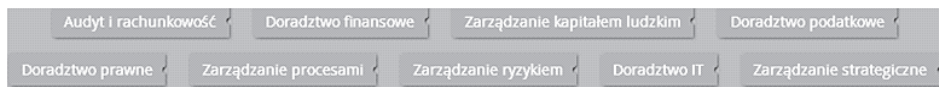
¹⁶⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Mi%C4%99dzynarodowe_Standardy_Sprawozdawczo%C5%9Bci_Finansowej, dostęp: 24.10.2015.

¹⁶⁶ https://twitter.com/EY_Poland?ref_src=twsrc^tfw, dostęp: 24.10.2015.

¹⁶⁷ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Deloitte>, dostęp: 24.10.2015.

¹⁶⁸ <http://www2.deloitte.com/pl/pl.html>, dostęp: 24.10.2015.

uruchomiła ona bezpłatny program ogólnodostępnych seminariów internetowych poświęconych praktycznym zagadnieniom biznesowym.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 9.5. Obszary działalności firmy Deloitte

9.5. Zagadnienia

1. Oczekiwania od systemu zarządzania ryzykiem
2. Funkcjonalność systemu klasy ERM
3. Konfiguracja systemu rozproszonego
4. Podstawowe funkcje systemu Enterprise Risk Assessor
5. Podejścia do graficznego ujęcia „mapy ryzyka”
6. Zakres doradztwa w zarządzaniu ryzykiem

10. Centra logistyczne¹⁶⁹

10.1. Wybrane przykłady

Centrum logistyczne to wyspecjalizowana struktura gospodarcza grupująca na zwartym obszarze duży zbiór podmiotów specjalizujących się w organizacji i fizycznym przepływie mas towarowych. Stanowi węzeł kontaktu popytu i podaży usług logistycznych i transportowych. Centra logistyczne spełniają także funkcje pomocnicze, dodatkowe, przy czym podstawowym kryterium ich podziału jest zasięg oddziaływania:

- międzynarodowe (ok. 500 km),
- regionalne (50–499 km),
- lokalne (ok. 50 km).

Centrum logistyczne o powierzchni ok. 6000 m² zlokalizowane jest w Ambathuraiu w stanie Tamilnadu w Indiach. Stanowi ono przykład największej inwestycji polskiego kapitału w tym kraju. Należy do spółki BELLA PREMIER Happy HygieneCare Pvt.Ltd. wchodzącej w skład Grupy TZMO¹⁷⁰. Ogromne centrum logistyczne występuje w Dallas-Fort Worth (D-FW) w stanie Teksas. Dallas-Fort Worth to duża aglomeracja miejska oraz największy ośrodek handlowy i bankowo-finansowy. Na terytorium Chin w 50 lokalizacjach działa spółka DB Schenker. Honkong w ramach sieci DB Schenker stanowi główny węzeł frachtu lotniczego. W roku 2002 powstała w Pekinie spółka typu join venture Schenker BITCC Logistics, a w 2005 r. zbudowano w Szanghaju centrum logistyki. Omawiana spół-

¹⁶⁹ Opracowanie bazy na źródłach internetowych.

¹⁷⁰ <https://prezi.com/ziv6zynuzjc-/centra-logistyczne-na-swiecie/>, dostęp: 20.03.2018.

ka powołała w Nanjing własne centrum usług IT. Kolejna firma DSV jest globalnym dostawcą usług transportowych i logistycznych. Posiada swoje przedstawicielstwa w ponad 70 krajach świata oraz międzynarodową sieć partnerów i agentów. Centrum logistyczne DSV znajduje się w Krefeld (Niemcy).

Na terenie Polski powstało nowoczesne centrum logistyczne w Piotrkowie Trybunalskim. Ta centralna lokalizacja umożliwia dogodne prowadzenie w kraju i Europie działalności związanej z magazynowaniem, dystrybucją towarów, przetwórstwem oraz lekką produkcją. Amerykańska firma Amazon, prowadząca sprzedaż wysyłkową, jest coraz bardziej znana w Polsce, a zorganizowane przez nią centrum logistyczne w Bielanach Wrocławskich charakteryzuje się nowatorskim systemem funkcjonowania¹⁷¹. Działa tu system Amazon Robotics wymagający jednak nowoczesnego konstrukcyjnie rozwiązania magazynów oraz wysokich kompetencji pracowników serwisujących ten system małych robotów przypominających kwadratowy stolik. Nadmienię, że w amerykańskich centrach logistycznych wprowadzono robotykę już w 2012 r. Dzięki automatyzacji składowania i pobierania, na tej samej powierzchni magazynowej można pomieścić o połowę więcej towarów. Kilkaset robotów automatycznie podnosi i dowozi do pracowników całe regały z produktami do wysyłki. Opracowano specjalny algorytm uczący się obierania najkrótszych dróg do punktów danego magazynu, który wydaje polecenia poszczególnym robotom. Na uwagę zasługuje fakt, że program sam układa towary na piętrowych regałach, tak aby te z najbardziej pożądanymi były najbliżej stanowisk obsługi. Obszar pracy robotów magazynowych jest niedostępny dla pracowników.

W Stanach Zjednoczonych magazyn z systemem Amazon Robotics znajduje się w Tracy w pobliżu San Francisco, gdzie skompletowanie zamówienia zajmuje kilka minut. Roboty zatrzymują się, gdy w zasięgu ich widzenia znajdzie się pracownik magazynu, a ponadto same doładują swoje baterie w razie potrzeby. Rozległa jest sieć firmy Amazon z siedzibą w Seattle, prowadząca sprzedaż przez Internet, gdyż ma ok. 100 centrów logistycznych na całym świecie. Planuje ona budowę dalszych centrów logistycznych w Polsce ze zrobotyzowanymi systemami logistycznymi¹⁷².

¹⁷¹ <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artykul/amazon-w-polsce-w-centrum-logistycznym,246,0,1929206.html>, dostęp: 20.03.2018.

¹⁷² <http://wgospodarce.pl/informacje/22270-amazon-planuje-rozbudowe-sieci-centrow-logistycznych-w-polsce>, dostęp: 20.03.2018.

Zakłada się uruchomienie dla polskich klientów internetowego serwisu Amazon i udostępnienie polskiej wersji strony WWW. Oprócz wspomnianego już centrum logistycznego w Bielanach Wrocławskich, funkcjonuje też analogiczne w Sadach pod Poznaniem. Planuje się budowę i uruchomienie centrum logistycznego w Sosnowcu z obsługą klientów kupujących obuwie i odzież¹⁷³. Widok magazynu z robotami pod regałami podwożącymi towary do realizacji zamówień w strefie dystrybucji pokazano na rycinie 10.1¹⁷⁴.



Źródło: <http://wroclaw.wyborcza.pl/wroclaw/51,35771,19123483.html?i=4>,
dostęp: 20.03.2018.

Ryc. 10.1. Zrobotyzowany magazyn z systemem Amazon Robotics

Intensywnie rozwija się baza magazynowa sfery logistyki. Przykładowo budowę centrum logistycznego w Czechowicach-Dziedzicach¹⁷⁵ w województwie śląskim podjęła firma deweloperska 7R, a powierzchnia dwóch hal będzie miała 30 tys. m². Firma ta zbudowała wiele obiektów powierzchni magazynowej, a przykład jednego z tych obiektów pokazano na rycinie 10.2.

¹⁷³ <https://www.forbes.pl/wiadomosci/centrum-logistyki-amazon-w-sosnowcu/njs5d8j>, dostęp: 20.03.2018.

¹⁷⁴ <http://wroclaw.wyborcza.pl/wroclaw/51,35771,19123483.html?i=4>, dostęp: 20.03.2018.

¹⁷⁵ http://logistyka.wnp.pl/firma-7r-wybuduje-w-czechowicach-dziedzicach-centrum-logistyczne,311396_1_0_0.html, dostęp: 20.03.2018.



Źródło: <http://www.7rlogistic.pl/>, dostęp: 20.03.2018.

Ryc. 10.2. Przykład rozplanowania w terenie jednego z centrum logistycznego zbudowanego przez firmę 7R

Mecalux wyposażył w regały paletowe, przepływowe, półkowe z pomostami oraz podesty magazynowe centrum logistyczne 3LP SA w Siechnicach, które stało się w ten sposób jednym z najnowocześniejszych kompleksów tego typu w Europie. Przedmiotem działalności tej firmy jest przede wszystkim świadczenie zaawansowanych usług logistycznych, przede wszystkim w branży *e-commerce*¹⁷⁶. Zalando planuje budowę dwóch kolejnych dużych centrów logistycznych – w Polsce i we Włoszech¹⁷⁷. Również znane już sieci handlowe, takie jak Lidl, Piotr i Paweł, Żabka oraz Macro postawiły na rozwój w obszarze logistyki. Grupa Goodman buduje chyba największe centrum logistyczne w Europie dla Metro Group o powierzchni 235 tys. m² w niemieckim Marl¹⁷⁸. Projektowany widok tego obiektu pokazano na rycinie 10.3.

¹⁷⁶ <http://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/mecalux-wyposazyl-jeden-z-najnowocześniejszych-centrow-logistycznych-w-europie,148579.html>, dostęp: 20.03.2018.

¹⁷⁷ <http://www.portalspozywczy.pl/handel/wiadomosci/zalando-zainwestuje-w-dwa-kolejne-duze-centra-logistyczne,147659.html>, dostęp: 20.03.2018.

¹⁷⁸ <http://pl.goodman.com/o-nas/biuro-prasowe/najswiezsze-wiadomosci/20170629-goodman-and-metro-logistics-celebrate-largest-logistics-centre-by-goodman-in-europe>, dostęp: 20.03.2018.



Źródło: <http://wroclaw.wyborcza.pl/wroclaw/51,35771,19123483.html?i=4>, dostęp: 20.03.2018.

Ryc. 10.3. Rozplanowanie centrum logistycznego dla Metro Group

Firma Dachser otworzyła nowe centrum logistyczne w Northampton w Wielkiej Brytanii na powierzchni 7,4 ha¹⁷⁹. Pozwoli to lepiej obsługiwać zintegrowane, światowe łańcuchy logistyczne. Widok tego centrum pokazano na rycinie 10.4. Lokalizacja nowego obiektu jest optymalna z punktu widzenia logistyki, bowiem położone jest w samym sercu Anglii. Dachser jako jeden z największych operatorów logistycznych uruchomił bezpośrednią linię ze Strykowa przez Sosnowiec do Padwy.



Źródło: http://www.dachser.com/pl/pl/DACHSER39s-Northampton-Logistics-Centre-officially-opened_952.htm, dostęp: 20.03.2018.

Ryc. 10.4. Widok na centrum logistyczne w Northampton

¹⁷⁹ http://www.dachser.com/pl/pl/DACHSER39s-Northampton-Logistics-Centre-officially-opened_952.htm, dostęp: 20.03.2018.

Firma kurierska UPS otworzyła swoje nowe centrum przeładunkowe w Mysłowicach w województwie śląskim o przepustowości 6 tys. paczek na godzinę¹⁸⁰. Prezentacja fotograficzna magazynów do wynajęcia widnieje na stronie internetowej¹⁸¹. Ich liczbę w poszczególnych regionach podano na dołączonej mapce Polski (zob. ryc. 10.5). Liczba powstających nowych obiektów infrastruktury logistycznej wskazuje na coraz szybszy rozwój tego rynku w Polsce.



Źródło: https://magazyny.pl/magazyny-do-wynajecia/?gclid=EAIaIQobChMI0qib9rji2AIVVz8bCh3P3QE1EAAYAiAAEgJZX_D_BwE, dostęp: 20.03.2018.

Ryc. 10.5. Magazyny do wynajęcia w pobliżu dużych miast Polski

W Stanach Zjednoczonych rynek magazynowy – wobec dużego importu tanich towarów z Azji – wykazuje także dobre perspektywy. Warto więc skorzystać z obserwacji trendów w tym zakresie¹⁸². Budynki magazynowe stają się obecnie na rynku nieruchomości atrakcyjnym, opłacalnym przedmiotem inwestycji. Na świecie nie tylko powstają nowe obiekty logistyczne, ale następuje również inwestowanie w istniejące. Przykładem jest rozbudowa międzynarodowego centrum logistycznego firmy Helukabel w Hemmingen w pobliżu Stuttgartu, co umożliwiło dwukrotne zwiększenie zdolności magazynowych¹⁸³. Podstawową zaletą rozbudowanego centrum logistycznego jest możliwość konsolidacji wielu zleceń dla tego samego klienta, przy dostawie na dany dzień. Centralnym obiektem kompleksu lo-

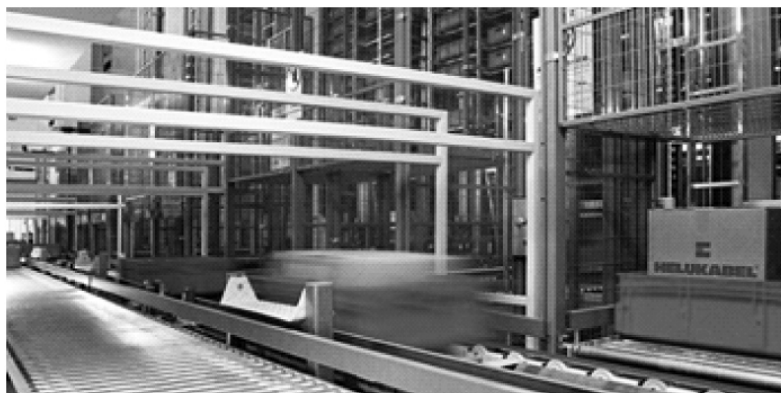
¹⁸⁰ <http://katowice.wyborcza.pl/katowice/7,35063,21852242,ups-otworzylo-ogromne-centrum-w-myslowicach-6-tys-paczek-na.html>, dostęp: 20.03.2017.

¹⁸¹ https://magazyny.pl/magazyny-do-wynajecia/?gclid=EAIaIQobChMI0qib9rji2AIVVz8bCh3P3QE1EAAYAiAAEgJZX_D_BwE, dostęp: 20.03.2018.

¹⁸² <http://www.logistics-manager.pl/2018/01/11/logistyczne-trendy-w-usa-bedzie-wzrost-na-rynku-magazynowym/>, dostęp: 20.03.2018.

¹⁸³ <http://www.helukabel.pl/firma/miedzynarodowe-centrum-logistyczne>, dostęp: 20.03.2018.

gistycznego jest zautomatyzowany magazyn wysokiego składowania o powierzchni 12 000 m². Nowoczesny system logistyczno-magazynowy umożliwia uzyskanie niższych kosztów składowania. W centrum logistycznym powstał zautomatyzowany magazyn osprzętu kablowego. Jest też magazyn dla bębnow kablowych o masie 4 ton. W modernizacji kompleksu budynków zachowano normę 14001 w zakresie zarządzania środowiskowego. Na uwagę zasługuje wykorzystanie czujników ruchu do automatycznego włączania oświetlenia pomieszczeń w biurówcu i na stanowiskach pracy. Ponadto do ogrzewania całego kompleksu budynków wykorzystuje się biogaz, a na dachu zainstalowano panele słoneczne. Widok wnętrza obiektu magazynowego pokazano na rycinie 10.6.



Źródło: <http://www.helukabel.pl/firma/miedzynarodowe-centrum-logistyczne>,
dostęp: 20.03.2018.

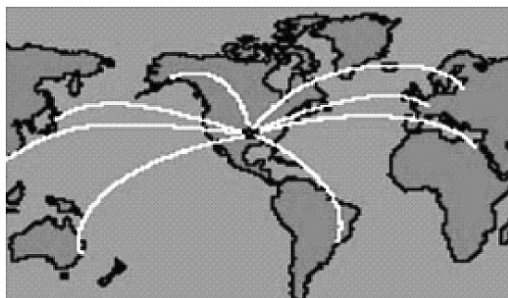
Ryc. 10.6. Zmodernizowany magazyn firmy Helukabel

W Polsce magazyn firmy Helukabel o powierzchni 27 000 m² usytuowany jest w miejscowości Krze Duże na Mazowszu. Dla zwiększenia tempa obsługi klientów został wdrożony tam system pełnej identyfikacji produktów oraz nowoczesne rozwiązanie informatyczne¹⁸⁴. Na stronie sklepu internetowego tego oddziału firmy Helukabel na uwagę zasługuje opcja *Baza wiedzy*, a w ramach niej *Kalkulator dla elektryka* obliczający prąd lub moc w obwodzie prądu trójfazowego.

¹⁸⁴ <http://www.helukabel.pl/kontakt/regiony-sprzedazy/region-krze-duze>, dostęp: 20.03.2018.

10.2. Centra logistyczne w Dallas oraz Seattle¹⁸⁵

Fort Worth w Dallas (D-FW) to największa aglomeracja miejska w Teksasie oraz największy ośrodek handlowy i bankowo-finansowy. Istnieje tu rozwinięty przemysł: lotniczy, elektroniczny, maszynowy i odzieżowy. Fort Worth ma dwa porty lotnicze, a przez jego centrum przebiega 5 autostrad międzynarodowych, 19 stanowych oraz transkontynentalna autostrada (Meksyk–USA–Kanada). Położenie geograficzne Teksasu ułatwia szybki dostęp do najważniejszych rynków Azji, Australii, Europy, Bliskiego Wschodu, Ameryki Południowej oraz Alaski (zob. ryc. 10.7).



Źródło: https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/logistyka/item/download/888_9db6256594ac48be8abaf2d8c942fc91, dostęp: 20.03.2018.

Ryc. 10.7. Zasięg terytorialny centrum logistycznego D-FW

Omawiane centrum logistyczne D-FW znajduje się w centrum Stanów Zjednoczonych, w otoczeniu wielkich centrów biznesowych, jak: Nowy Jork, Los Angeles, Toronto i Mexico City. Przewozy towarowe typu *cargo* są najszybciej rozwijającym się segmentem w ramach D-FW i w 2015 r. przeładunki wynosiły 1,9 mln ton. To duże centrum logistyczne jest jednym z największych beneficjentów porozumienia o wolnym handlu NAFTA (*North American Free Trade Agreement*).

Firmy prowadzące działalność w ramach D-FW nie płacą podatków stanowych, ani miejskich w ramach aglomeracji Dallas i Fort Worth. Mają tu swoje siedziby przykładowo: Kimberly-Clark, Union Pacific Railroad, Burlington Northern Santa Fe Railway, Federal Express (FedEx), CompUSA. Natomiast takie przedsiębiorstwa, jak: American Honda, BlockBuster, Ford Motor Company, General Electric, ulokowały tu swoje centra dystrybucyjne. Rozległa powierzchnia centrum D-FW, bo ok. 4200 ha, na których znajduje się siedem pasów startowych i aż 260 tys. zatrudnionych

¹⁸⁵ Opracowano na podstawie publikacji internetowej: https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/logistyka/item/download/888_9db6256594ac48be8abaf2d8c942fc91, dostęp: 20.03.2018.

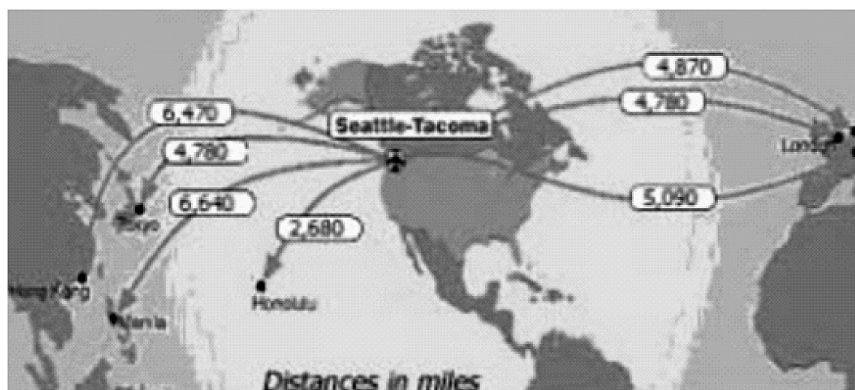
osób zaangażowanych jest w działalność informatyczno-technologiczną. Region centrum logistycznego jest także ważnym centrum telekomunikacyjnym.

Zauważony jest przyspieszony proces przesuwania się centrum logistycznego Europy z Niemiec do Polski. Lokalizacja Polski ma bowiem duże znaczenie dla tranzytu pomiędzy Europą Zachodnią a Wschodnią. Mają na to wpływ niskie koszty pracy oraz coraz lepsza infrastruktura transportowa¹⁸⁶. Zgodnie z szacunkami raportu „Ocena światowego rynku infrastruktury transportowej” inwestycje w ten obszar na świecie do 2025 r. będą rosły w średnim rocznym tempie ok. 5%. W przypadku kolei prognozowany jest silny wzrost w gospodarkach rozwiniętych Europy Zachodniej z dojrzałymi rynkami transportowymi. Jednak w Polsce transport drogowy pozostaje nadal dominującym środkiem transportu, w 2020 r. udział ten wzrośnie do 82%. Tak więc zachodzi potrzeba powiększania przepustowości istniejących dróg przez intensywniejsze skorzystanie z funduszy unijnych. Kraje Europy Środkowo-Wschodniej przeznaczają jednak obecnie mniejszy procent inwestycji infrastrukturalnych na transport niż średnia światowa. Przewiduje się, że wzrost inwestycji w infrastrukturę transportową w Europie Zachodniej w najbliższej przyszłości będzie raczej umiarkowany, gdyż występują tam już rozwinięte sieci transportowe.

Stan Waszyngton leży w północno-zachodniej części Stanów Zjednoczonych, nad Oceanem Spokojnym, od północy graniczy z Kanadą. Stan Waszyngton jest czwartym, co do wielkości eksporterem w USA, zaraz po Kalifornii, Teksasie i Nowym Jorku. Seattle to największe miasto w południowo-zachodniej części Stanów Zjednoczonych i jeden z głównych portów morskich na zachodnim wybrzeżu. Obsługuje wymianę handlową pomiędzy Azją i Ameryką Północną. W pobliżu znajduje się międzynarodowy port lotniczy Seattle-Tacoma. To międzynarodowe lotnisko jest głównym centrum transportowym w północno-zachodniej części Stanów Zjednoczonych. Obecnie port lotniczy zajmuje ponad 60 ha i położony jest najbliżej takich partnerów handlowych, jak: Japonia, Chiny, Korea i Filipiny. Zasięg terytorialny portu Seattle-Tacoma pokazano na rycinie 10.8. Infrastrukturę tego między innymi lotniczego centrum logistycznego tworzą terminale kontenerowe i drobnicowe, wyposażone w skomputeryzowany

¹⁸⁶ <https://www.pwc.pl/pl/media/2015/2015-11-17-centrum-logistyczne-europy-przesuwa-sie-z-niemiec-do-polski.html>, dostęp: 20.03.2018.

system załadunku towaru oraz terminale pasażerskie. Największym jest terminal kontenerowy w porcie Seattle.



Źródło: Jak w ryc. 10.7.

Ryc. 10.8. Zasięg terytorialny centrum logistycznego w Seattle

Trwa rozbudowa i unowocześnienie terminali pasażerskich i międzynarodowego portu lotniczego Seattle-Tacoma. W roku 2004 oddano do użytku nowy południowy terminal pasażerski. Dla usprawnienia całości funkcjonowania tego dużego obiektu logistycznego na bieżąco wdrażane są zaawansowane systemy informatyczne, zwłaszcza w zakresie wspomaganie pracy lotniska, przy czym także port morski w Seattle zostanie znacznie rozbudowany, zmodernizowany oraz unowocześniony i wyposażony w informatyczny system obsługi towarów. Ma to dorównać konkurencji centrum logistycznego w stanie Kalifornia.

10.3. Centra logistyczne w stanie Kalifornia¹⁸⁷

Obserwowane wychodzenie USA z recesji spowodowało wzrost konsumpcji, zwłaszcza na tanie produkty sprowadzane z Chin. Przyczynia się to do wzrostu zapotrzebowania w zakresie transportu oraz przeładunku. Sprzyja rozwijaniu się portów morskich oraz lotnisk międzynarodowych. Wzrasta zapotrzebowanie na nowe lub rozbudowę istniejących centrów logistycznych, głównie w regionach portowych, a ich infrastrukturę stanowią:

¹⁸⁷ Opracowanie bazuje na publikacji: M. Mindur, *Centra logistyczne w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (wybrane przykłady)*, „Logistyka” 2007, nr 3, s. 14–19.

- magazyny wysokiego i niskiego składowania,
- bocznic kolejowe,
- powierzchnie do składowania kontenerów,
- stacje obsługi remontowej,
- stacje paliw,
- serwis taboru,
- hotele, firmy ubezpieczeniowe, spedycyjne i celne.

Wybrane centra logistyczne w Long Beach w stanie Kalifornia oraz Houston i Dallas-Fort Worth w stanie Teksas, a także w Seattle (stan Waszyngton) stanowią główne punkty tranzytu towarów. Centra logistyczne w Long Beach położone są na terenach roponośnych Wilmington, zawierających również inne surowce mineralne. Kalifornia leży w zachodniej części Stanów Zjednoczonych nad Oceanem Spokojnym i jest pierwszym pod względem potencjału gospodarczego i zaludnienia stanem (zob. ryc. 10.9). Pod względem wielkości jest trzecim stanem po Alasce i Teksasie. Duże znaczenie gospodarcze mają porty handlowe w San Francisco oraz zespół portowy Los Angeles–Long Beach. W tym stanie jest aż 6 międzynarodowych portów lotniczych: Los Angeles, San Francisco, San Jose, San Diego, Fresno i Sacramento.



Źródło: Opracowanie bazuje na publikacji: M. Mindur, *Centra logistyczne w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (wybrane przykłady)*, „Logistyka” 2007, nr 3, s. 14–19.

Ryc. 10.9. Porty i miasta stanu Kalifornia

Transport towarowy w USA skoncentrował się przede wszystkim na przewozach dużymi samochodami ciężarowymi, przy wykorzystaniu rozbudowanego systemu autostrad. Trzeba tu wymienić dwie równoległe linie z Los Angeles na północ, tj. wzdłuż wybrzeża przez San Francisco oraz Dolinę Kalifornijską przez Sacramento – stolicę stanu Kalifornia. W roku 1911 stan Kalifornia przeznaczył tereny wybrzeża pod działalność powstającego zespołu portowego po wcześniejszym zbudowaniu odpowiedniego falochronu. Obecnie, biorąc pod uwagę tonaż przeładunku, porty Long Beach i Los Angeles zajmują trzecie miejsce, po Hongkongu i Singapurze. Port w Long Beach o powierzchni ok. 1200 ha jest wielkim centrum logistycznym oraz głównym portem handlowym pomiędzy Stanami Zjednoczonymi a Azją, zwłaszcza Chinami (głównie Hongkongiem), Japonią, Koreą Południową i Tajwanem. Do przeładowywanych produktów przeznaczonych na eksport należą głównie: koks, ropa naftowa, wyroby chemiczne, maszyny i urządzenia elektryczne. Natomiast do importowanych: elektronika, ropa naftowa, meble, produkty stalowe i samochody. Dalszy rozwój portu jest hamowany ze względu na brak wolnych terenów i z tego względu następuje przebudowa istniejących terminali oraz zwiększanie ich przepustowości. Dużym ograniczeniem w rozwoju portu są także wymogi dotyczące ochrony środowiska, a przede wszystkim redukcja spalin oraz poziomu hałasu. Trzeba dodać, że port w Long Beach położony jest przy węzłach kolejowych Union Pacific i Burlington Northern Santa Fe, dzięki czemu ma połączenie z większością ważniejszych rynków Ameryki Północnej. Dla zwiększenia efektywności i sprawności działania portów w Long Beach zastosowano nowe metody przeładunku towarów, polegające na przenoszeniu kontenerów bezpośrednio ze statku na tabor kolejowy. Ponadto w porcie stosowany jest system całodobowej obsługi transportowej z wykorzystaniem nowoczesnych suwnic, co znacznie zwiększa przepustowość portu i szybkość rozładowywania kontenerowców.

Dynamicznie zachodzące zmiany wśród konkurencyjnych centrów logistycznych oraz portów handlowych powodują rozwój sieci teleinformatycznych. Dotyczy to zarówno procesów przebiegających wewnątrz centrum logistycznego, jak i zewnętrznych z różnymi kontrahentami. Zastosowano wiele nowoczesnych rozwiązań systemów informatycznych, w tym:

- elektroniczną wymianę dokumentów (EDI) – do kontaktu centrum logistycznego z zewnętrznym otoczeniem firm,
- integrację procesów biznesowych (PBI), ułatwiającą konwersję pomiędzy różnymi systemami operatorów logistycznych na świecie.

Powszechnie stosowana jest technologia elektronicznego zintegrowania przekazu przesyłek za pośrednictwem Internetu. Zarząd centrum logistycznego wdrożył plan monitoringu większości newralgicznych punktów infrastruktury, takich jak: mosty, wiadukty, przejścia, ważniejsze szlaki komunikacyjne.

10.4. Zagadnienia

1. Podstawowe kryterium podziału centrów logistycznych
2. Duże centra logistyczne
3. Zastosowanie robotów w magazynie
4. Zalety nowoczesnego centrum logistyczno-magazynowego
5. Zasięg terytorialny centrum logistycznego D-FW
6. Porozumienie o wolnym handlu NAFTA
7. Proces przesuwania się centrów logistycznych z Europy Zachodniej do Polski
8. Infrastruktura centrum logistycznego w Seattle
9. System autostrad w stanie Kalifornia
10. Nowe metody przeładunku towarów w porcie Long Beach
11. Nowoczesne rozwiązania systemów informatycznych w Long Beach

11. Funkcjonowanie przedsiębiorstwa spedycyjno-logistycznego

11.1. Zasady pracy firmy spedycyjno-transportowej

W niniejszym rozdziale rozparzono możliwość usprawnienia zarządzania firmą spedycyjno-logistyczną w zakresie transportu multimodalnego, bazując na funkcjonowaniu przedsiębiorstwa spedycyjno-logistycznego Hart Logistics¹⁸⁸. W szczególności przeprowadzono badanie ankietowe mające na celu wprowadzenie usprawnień organizacyjnych w pracy wybranych grup pracowników, w tym kierowców. Efektem końcowym wstępnej analizy jest propozycja harmonogramu realizacji projektu. Zasady pracy firm spedycyjno-transportowych w Polsce przede wszystkim koncentrują się na regule „7R” przetłumaczonej w Polsce na „7W”. Praca w firmach tego typu opiera się więc na następujących atrybutach¹⁸⁹:

- 1) *Right product* (Właściwy produkt),
- 2) *Right quantity* (Właściwa ilość),
- 3) *Right condition* (Właściwy stan),
- 4) *Right place* (Właściwe miejsce),
- 5) *Right time* (Właściwy czas),
- 6) *Right customer* (Właściwy klient),
- 7) *Right price* (Właściwa cena).

¹⁸⁸ Opracowanie bazuje, za zgodą autora, na fragmentach pracy licencjackiej: K. Stolarewski, Analiza możliwości usprawnienia zarządzania firmą spedycyjno-logistyczną w zakresie transportu multimodalnego, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

¹⁸⁹ K. Ślebocki, *Analiza możliwości rozwoju malej firmy transportowej*, Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna, Łódź 2014, s. 34.

Rozpoczęcie działalności w zakresie usług transportowych lub spedycyjnych wymaga uzyskania właściwej licencji na ich wykonywanie. Odpowiedzialnym organem, który ją wydaje, jest starosta właściwy dla siedziby firmy. Licencja z kolei jest udzielana na wniosek przedsiębiorcy firmy na nie krócej niż 2 lata, jednak nie dłużej niż 50 lat. Stawiane są także określone wymogi podmiotom starającym się o licencję. Przede wszystkim wymienić tu należy dobrą reputację, kierownictwo posiadające certyfikat kompetencji zawodowych, dobrą sytuację ekonomiczną, która będzie dawała możliwość podjęcia i prowadzenia działalności, tytuł prawny do rozporządzania pojazdami, warunki specjalne kierowców. Pojazdy firmowe powinny spełniać warunki techniczne, które są określone przepisami prawnymi¹⁹⁰. Sytuacja finansowa jest potwierdzana w rocznym sprawozdaniu lub dzięki dokumentom na dysponowanie odpowiednimi środkami finansowymi.

Transport multimodalny jest jednym z elementów złożonego procesu transportowego towarów, w którym ładunki przemieszcza się przy pomocy środków przewozowych różnych gałęzi transportu. Definicja przewozów multimodalnych została ujęta w Konwencji o międzynarodowym transporcie multimodalnym towarów i brzmi następująco:

„Międzynarodowy transport multimodalny oznacza przewóz towarów przy użyciu co najmniej dwóch różnych gałęzi transportu, na podstawie umowy o przewóz multimodalny, z miejsca położonego w jednym kraju, gdzie towar przejął w pieczę operator transportu multimodalnego, do oznaczonego miejsca przeznaczenia położonego w innym kraju”¹⁹¹.

Warunkiem zaistnienia przewozu multimodalnego jest konieczność¹⁹²:

- wykorzystania środków – minimum dwóch rodzajów transportu;
- wystąpienia wyłącznie jednej umowy dotyczącej przewozu;
- zaangażowania wyłącznie jednego wykonawcy, który będzie odpowiadał za przebieg dostawy i będzie posługiwał się dokumentem przewozowym obejmującym całą trasę dostawy.

Przewozy multimodalne wiążą się z konteneryzacją, gdyż to właśnie ona zunifikowała przewożone ładunki. To nie pojazd, statek czy wagon przewozi towar, lecz kontener, który jest opakowaniem zgodnym ze standardami. Fakt ten stworzył podstawy do znacznego zbliżenia się różnych

¹⁹⁰ Ibidem, s. 35.

¹⁹¹ E. Januła, T. Truś, Ż. Gutowska, *Spedycja*, Difin, Warszawa 2011, s. 34.

¹⁹² Ibidem, s. 39.

gałęzi transportu, zwłaszcza morskiego, kolejowego i samochodowego¹⁹³. Nastąpiło upodobnienie się sposobów i warunków przewozu poszczególnymi gałęziami, spowodowane zunifikowaniem jednostek ładunkowych oraz wymogami prawidłowego i efektywnego użytkowania kontenerów¹⁹⁴. Z czasem nasiliło się zjawisko wewnętrznej integracji procesów transportowych, które przebiegało na trzech płaszczyznach¹⁹⁵:

- techniczno-technologicznej, która polegała na przystosowaniu infrastruktury liniowej i punktowej, środków transportowych, a także samych urządzeń przeładunkowych do obsługi danej jednostki ładunkowej;
- organizacyjnej, zmierzającej do powstania specjalistycznych podmiotów realizujących funkcje poszczególnych operatorów, służących do obsługi wybranych procesów transportowych;
- handlowo-eksploatacyjnej poprzez stosowanie dokumentu transportowego na całej trasie dostawy, stworzeniu jednolitych zasad kreowania cen za przewozy jednostek ładunkowych odmiennymi środkami transportu, oferowaniu klientom całościowej stawki, która obejmowałaby cały proces dostawy, stworzeniu jednolitego systemu prawnego, który uregulowałby warunki dostaw i odpowiedzialność stron umowy przewozowej.

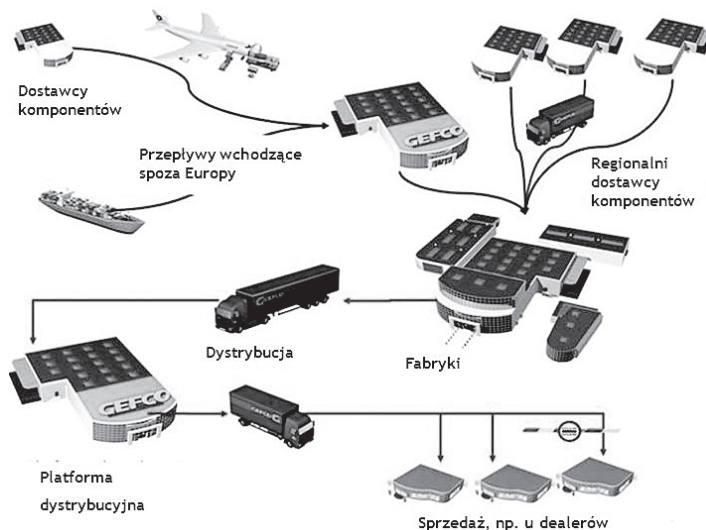
Podstawowymi rodzajami transportu multimodalnego są: przewozy kontenerowe, przewozy szynowo-drogowe, przewozy lądowo-promowe (lądowo-wodne). Głównym zadaniem transportu multimodalnego jest przede wszystkim wykorzystanie szczególnych właściwości gałęzi transportu. Rozszerza się przez to możliwość wariantów transportowych, co jest bardzo ważne dla zleceniodawców, których handel opiera się na transakcjach międzynarodowych¹⁹⁶. Tak więc transport multimodalny jest szczególną formą przewozów ładunkowych i wyróżnia się wieloma specyficznymi elementami, których brak w innych rodzajach transportu. Podział transportu multimodalnego przedstawiono na rycinie 11.1.

¹⁹³ L. Mindur, M. Hajdul, *Metoda rozwoju i koordynacji sieci intermodalnej w Polsce*, „Logistyka” 2012, nr 3, s. 13.

¹⁹⁴ D. Marciniak-Neider, *Warunki dostaw towarów w handlu zagranicznym*, Polska Izba Spedycji i Logistyki, Gdynia 2011, s. 53.

¹⁹⁵ *Ibidem*, s. 58.

¹⁹⁶ I. Kotowska, *Żegluga morska bliskiego zasięgu w świetle idei zrównoważonego rozwoju transportu*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2014, s. 24.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: J. Kubicki, I. Urbanyi-Popiołek, W. Miklińska, *Transport międzynarodowy i multimodalne systemy transportowe*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Morskiej, Gdynia 2000.

Ryc. 11.1. Organizacja transportu multimodalnego

Jan Kubicki dzieli transport multimodalny ze względu na¹⁹⁷:

- rodzaj operatora: bezpośredni – przewoźnikiem jest operator, z którym została podpisana umowa o przewóz, pośredni – przewoźnikiem jest przewoźnik pomocniczy głównego operatora;
- zasięg geograficzny: krajowe, międzynarodowe, kontynentalne;
- rodzaj wykorzystanych jednostek: samochody ciężarowe, kontenery, naczepy, nadwozia, pojemniki specjalistyczne;
- rodzaj środków transportu: szynowo-drogowe, szynowo-drogowo-morskie, szynowo-drogowo-lotnicze, szynowo-drogowo-rzeczne;
- sposób ustalania cen: jednolity – na całej trasie obowiązuje ta sama taryfa cenna, odcinkowy – taryfa cenna jest zależna od odcinka.

Różnorodne jest zaangażowanie obiektów i środków technicznych w procesie przewozów multimodalnych. Przykład urządzeń stosowanych w transporcie morskim pokazano na rycinie 11.2.

¹⁹⁷ H. Zielaskiewicz, *Terminale przeładunkowe w Polsce. Problemy techniczne i projektowe*, cz. 1, „Infrastruktura Transportowa” 2012, nr 4, s. 12.



Źródło: www.twojekontenery.pl, dostęp: 23.06.2017.

Ryc. 11.2. Przykładowa infrastruktura załadunku w porcie morskim

Przewozy kontenerowe to podstawowy rodzaj transportu multimodalnego. Jest to szczególnie ważne w transporcie morskim, bowiem oczekiwanie statku na załadunek lub wyładunek pociąga za sobą największe koszty¹⁹⁸. Obecnie funkcjonują w krajach rozwiniętych rozległe centra logistyczne, w tym łączące różne rodzaje transportu. Ilustruje to rycina 11.3, na której widzimy przeładunek kontenerów. Widoczna tu nazwa MAERSK to skrót duńskiej firmy prowadzącej działalność w różnych sektorach biznesu, głównie w ramach transportu i energii. Firma ta jest jednym z największych operatorów kontenerowych na świecie. Ma swoją siedzibę w Kopenhadze, a jej filie i oddziały istnieją w ponad 135 krajach. MAERSK zatrudnia ok. 120 tys. pracowników¹⁹⁹.

¹⁹⁸ Ibidem, s. 26.

¹⁹⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/A.P._M%C3%B8ller-M%C3%A6rsk, dostęp: 6.04.2018.



Źródło: www.twojekontenery.pl, dostęp: 23.06.2017.

Ryc. 11.3. Duże centrum logistyczne przeładunku kontenerów

O zastosowaniu kontenerów zdecydowały następujące przesłanki²⁰⁰: pojemność kontenera i jego cechy konstrukcyjne, znormalizowanie jego parametrów w skali światowej, rozpowszechnienie kontenerów w obrotach międzynarodowych w szczególności przez transport morski. Następuje tu obniżenie kosztów transportowych, a obowiązuje jedna umowa o przewóz, tak więc liczba dokumentacji jaką trzeba przygotować, aby ładunek mógł się przemieszczać, jest ograniczona do minimum. Kolejnym atutem, który przemawia za tego rodzaju transportem jest to, że odbiorca czy też nadawca, nie musi szukać kontaktów do wielu operatorów, ponieważ na całą trasę umowa podpisana jest tylko z jednym operatorem. Ze względu na to, że transportem ładunku zajmuje się jeden operator, odbiorca czy nadawca czują się bezpiecznie i mają większą pewność, iż ładunek nie zostanie ukradziony lub uszkodzony w procesie transportowym²⁰¹.

²⁰⁰ J. Wronka, *Transport kombinowany/intermodalny – teoria i praktyka*, wyd. 2, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2014, s. 29.

²⁰¹ L. Mindur, S. Krzyżaniak, *Tworzenie warunków funkcjonowania i rozwoju intermodalnej sieci logistycznej w Polsce. Aspekty metodyczne*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2011, s. 43.

11.2. Zakres obowiązków i uprawnień operatora multimodalnego

Operator transportowy jest najważniejszym elementem multimodalnego systemu transportowego. Jego funkcje może pełnić spedytor albo przewoźnik kolejowy, samochodowy lub morski, przygotowany do pełnienia tej funkcji. Operator ponosi na własny koszt i na własne ryzyko odpowiedzialność związaną z dostawą towarów. Ponosi zarówno ryzyko związane z własną działalnością, jak i z działalnością pozostałych wykonawców. Zawiera własne umowy z pozostałymi przewoźnikami procesu transportowego, koordynuje ich działalność.

Operator multimodalny to osoba prawna lub fizyczna (przedsiębiorca), której celem działania jest organizowanie przewozu ładunków. Operator za odpowiednią opłatą świadczy usługi na rzecz osób prawnych lub fizycznych, względnie na potrzeby własne, organizuje przewóz i wystawia dokumenty. Warto zauważyć, że operator w pierwszej kolejności udziela klientom porad związanych z wyborem odpowiedniego środka transportu, następnie zawiera adekwatne umowy i organizuje przewóz. Dbaj również o bezpieczeństwo przewożonego towaru lub osób²⁰². Głównym celem operatora multimodalnego zatrudnionego w firmie transportowej z własnym taborem jest jednak pozyskiwanie zleceń na przewóz towaru z wykorzystaniem środków transportu, którymi dysponuje jego firma.

11.3. Stosowane środki transportu i opakowań

Stosowane środki transportu w transporcie multimodalnym zależą przede wszystkim od jego rodzaju. Przewozy kontenerowe dominują w transporcie multimodalnym. Na rycinie 11.4 pokazano wyładunek kontenera w transporcie multimodalnym w niedużym centrum logistycznym.

²⁰² J. Kubicki, I. Urbanyi-Popiołek, W. Miklińska, *Transport międzynarodowy i multimodalne systemy transportowe...*, wyd. 2, s. 31.



Źródło: www.logistyka.net.pl, dostęp: 23.06.2017.

Ryc. 11.4. Wyładunek kontenera na bocznicy kolejowej

Kontenery, ze względu na wymiary konstrukcyjne, wymagają odpowiednio przystosowanych do ich przewozu środków transportowych, zapewniających szybki załadunek i wyładunek oraz bezpieczny ich przewóz. Dodam, że w transporcie morskim do przewozów kontenerów służą kontenerowce²⁰³, a ich załadunek odbywa się systemem pionowym *lo-lo*. Najczęściej używane są one na liniach transkontynentalnych i w żegludze kabotażowej. Semikontenerowce, czyli statki do przewozu towarów w postaci standardowej lub kontenerów, obsługują kierunki o słabszym strumieniu potoków skonteneryzowanej masy ładunkowej²⁰⁴. Stosowane są także rorowce, czyli statki do przewozów ładunków tocznych o poziomym systemie przeładunkowym *ro-ro*, przy czym znaczną część przewożonych przez nie ładunków stanowią kontenery. W tabeli 11.1 podano ogólną klasyfikację kontenerów ISO.

²⁰³ E. Mendyk, *Ekonomika i organizacja transportu*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2002, s. 79.

²⁰⁴ L. Mindur, *Technologie transportowe*, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Warszawa 2014, s. 24.

Tabela 11.1

Ogólna klasyfikacja typów kontenerów ISO

Ładunkowe	Przeznaczenie	Zamknięte	
Nielotnicze	uniwersalne	specjalizowane	zamknięte z wentylacją
			z otwartym dachem
			o podstawie płytowej
Lotnicze	specjalne	izotermiczne	izolowane
			chłodzone
			chłodnicze
			ogrzewane
			chłodzone lub chłodnicze i ogrzewane
		zbiornikowe	
		do przewozu ładunków sypkich	
inne specjalne			

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: O. Krettek, J. Grajner (red.), *Logistyka w transporcie szynowym*, Politechnika Wrocławska, Wrocław 2001.

W transporcie śródlądowym do przewozów kontenerów wykorzystuje się sporadycznie barki. Typowa barka może zabrać jednorazowo od 50 do 60 jednostek pojemności. W transporcie kolejowym do przewozu kontenerów wykorzystuje się specjalne wagony kontenerowe i wagony-platformy. Mają one stalową konstrukcję ramową, nie mają podłogi, ścian bocznych ani dachu. W transporcie samochodowym przewóz kontenerów odbywa się po drogach dzięki specjalnym samochodom ciężarowym. Składają się one zazwyczaj z dwóch części, tj. ciągnika siodłowego i naczepy kontenerowej. Naczepa jest specjalną, stalową konstrukcją ramową, składającą się z dwóch dźwigarów podłużnych i dwóch lub trzech poprzecznych, umieszczoną na trzech osiach. Przepisy międzynarodowe dopuszczają maksymalną ładowność pojazdów drogowych do dwóch TEU²⁰⁵. Na rycinie 11.5 zaprezentowano kontenery uniwersalne ISO.

²⁰⁵ Ibidem, s. 28.



Źródło: www.logistyka.net.pl, dostęp: 23.06.2017.

Rys. 11.5. Kontenery uniwersalne ISO

Kontenery uniwersalne są najpowszechniejszym rodzajem kontenerów. Szacuje się, że stanowią 85% wszystkich kontenerów używanych na całym świecie. Na rycinie 11.6 pokazano kriogeniczny kontener zbiornikowy.



Źródło: www.logistyka.net.
pl, dostęp: 23.06.2017.

Ryc. 11.6. Kriogeniczny kontener zbiornikowy

Ciągniki siodłowe z naczepami oraz auta ciężarowe jednoczłonowe, wykorzystując swój własny napęd, zajmują wytyczone miejsca na platfor-

mach kolejowych niskopodłogowych²⁰⁶. Na stacji docelowej auta opuszczają składy wagonowe, zjeżdżając po pomoście uchylnym. Kierowcy oraz pojazdy nie towarzyszą w transporcie ładunku. Ładunek jest przeładowywany za pomocą suwnic, umieszcza się go na tak zwanych kieszeniach, czyli obniżonych częściach wagonowych, jeżeli są to naczepy czy nadwozia wymienne, lub na platformach kontenerowych, jeżeli są to kontenery z ładunkiem²⁰⁷. Dalszy etap przewozu również opiera się na korzystaniu z infrastruktury, dotyczy to dostarczania ładunku po drogach, trasach kolejowych, czy też szlakach morskich. Na rycinie 11.7 zaprezentowano załadunek kontenera lotniczego.



Źródło: www.logistyka.net.pl, dostęp: 23.06.2017.

Ryc. 11.7. Załadunek kontenera lotniczego

Na terenie Polski znajduje się ok. 30 terminali przeładunkowych, natomiast w Niemczech jest ich ok. 150. Terminale muszą mieć wydzielone place do przeładunku i składowania, a także magazyny zbiorczo-rozdzielcze. Aby kontenery mogły udać się w dalszą drogę, infrastruktura punktowa musi mieć bramy dla pojazdów, jeżeli przewóz następuje przy użyciu cią-

²⁰⁶ J. Stokłosa, *Transport intermodalny. Technologia i organizacja*, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji, Lublin 2011, s. 23.

²⁰⁷ A. Salomon, *Spedycja w handlu morskim. Procedury i dokumenty*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2003, s. 186.

gników siodłowych lub samochodów ciężarowych, natomiast jeżeli ładunek ma się przemieszczać koleją, niezbędne są kolejowe stanowiska przeładunkowe. Terminal musi mieć centrum dyspozycyjno-kontrolne, gdzie kontenery są sprawdzane oraz weryfikowana jest dokumentacja przewozu. Urządzenia wykorzystywane do przeładunków i manipulacji w portowej bazie kontenerowej, stanowią również element infrastruktury punktowej, a należą do nich²⁰⁸:

- suwnice bramowe nadbrzeżne do załadunku i wyładunku kontenerów;
- samojezdne suwnice torowe, wykorzystywane na otwartej przestrzeni, które poruszają się po wyznaczonych torach na kółkach;
- suwnice bramowe szynowe, stosowane na placach składowych i terminalach kontenerowych, poruszające się po szynach;
- wozy podnośnikowe, czołowe i boczne, służące do spiętrzenia ładunków, przy czym do przemieszczania używane są widły lub ramy chwytne;
- wozy podsiębierne, stosowane w miejscach niedostępnych dla suwnic. Używa się ich do piętrzenia kontenerów i obsługi pojazdów drogowych, przy czym można nimi transportować dwa kontenery jednocześnie;
- żurawie kontenerowe, składają się z wysięgnika i kolumny. Służą do przemieszczania ładunku po terminalach wyładunku i bezpośrednio do załadunku, bądź do składowania na placach.

W terminalach lądowych do obsługi kontenerów najpopularniejsze są: samojezdne suwnice bramowe torowe, suwnice bramowe jezdniowe, samojezdne żurawie oraz uniwersalne wozy podnośnikowe. Infrastrukturę liniową stanowią wszystkie drogi, którymi odbywa się przewóz ładunków. W transporcie morskim są to szlaki morskie, a na kolei szlaki kolejowe, natomiast w transporcie samochodowym trasy samochodowe²⁰⁹. Warto również wspomnieć o przewozach lądowo-promowych, które zostały spopularyzowane po II wojnie światowej, gdy nastąpił rozwój transportu samochodowego. Stosuje się tu tylko przeładunek poziomy, czyli ciągniki siodłowe same wjeżdżają na pokład lub z niego wyjeżdżają, natomiast kontenery, naczepy i wagony kolejowe są wtaczane przy pomocy ciągników portowych. Do świadczenia usług przewozowych stosuje się następujące rodzaje promów²¹⁰:

²⁰⁸ R. Kasperczyk, *Środki transportu*, cz. 1, Difin, Warszawa 2012, s. 44.

²⁰⁹ J. Kubicki, I. Urbanye-Popiołek, W. Miklińska, *Transport międzynarodowy i multimodalne...*, wyd. 2, s. 35.

²¹⁰ J. Neider, *Transport międzynarodowy*, Polskie Wydawnictwa Ekonomiczne, Warszawa 2012, s. 117–118.

- samochodowe,
- pasażersko-samochodowe,
- kolejowe,
- kolejowo-samochodowe,
- pasażersko-kolejowo-samochodowe,
- rozpady (*ro-ro passengers*) – promy te to statki typowe do przewożenia dużej liczby jednostek ładunkowych, a rzadziej pasażerów. Dużą popularność tego rodzaju promy zdobyły na rynku północnoeuropejskim.

11.4. Eksploatowane systemy informatyczne wspomagające zarządzanie

Zarządzanie firmą spedycyjno-transportową coraz częściej jest wspomagane systemami informatycznymi, które nie tylko pomagają usprawnić wiele procesów w obrębie firmy, ale także podnoszą efektywność całej tego typu organizacji. Systemy te umożliwiają całościową obsługę bieżącej działalności przedsiębiorstwa oraz prognozowanie i planowanie w przyszłości. Przyczyniają się do poprawienia wyników ekonomicznych danego przedsiębiorstwa²¹¹.

Istotną cechą systemów wspomagania zarządzania przedsiębiorstw produkcyjnych i dystrybucyjnych jest otwarta architektura. Dzięki temu można rozwijać aplikacje niezależnie od platformy sprzętowej, systemów operacyjnych, baz danych, interfejsów, użytkownika i sieci. Na uwagę zasługuje zintegrowany system zarządzania MFG/PRO, między innymi układem powiązań logistycznych, który jest produktem firmy Computer Systems for Business International (CSBI). Oprogramowanie MFG/PRO jest podstawową aplikacją dla przedsiębiorstw²¹². Zawiera obszerny zestaw komponentów do produkcji, dystrybucji i finansów. Jest konfigurowalny, korzysta z baz danych Oracle lub Progress i działa w środowiskach Unix, Windows oraz Windows NT.

11.5. Przedstawienie przykładowego przedsiębiorstwa

Przedsiębiorstwo Hart Logistics, jest wyspecjalizowane w świadczeniu usług spedycyjnych, a także logistycznych na rzecz przedsiębiorstw o róż-

²¹¹ M. Orzyłowski, *Przemysłowe systemy informatyczne*, Wydawnictwo Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2002, s. 32.

²¹² <https://www.logisticsonline.com/doc/mfgpro-software-0001>, dostęp: 6.04.2018.

nej wielkości. Wartość firmy tworzona jest na bazie elastycznego podejścia do klienta²¹³. Hart Logistics dostosowuje się do potrzeb usługodawcy dzięki pracownikom i partnerom logistycznym. Obsługuje wiele zleceń na rynku międzynarodowym i krajowym. W głównej mierze zajmuje się transportem małych przesyłek, a także kompleksowymi projektami w oparciu o usługi nowoczesnej spedycji, transportu drogowego oraz logistyki i magazynowania²¹⁴. Hart Logistics posiada oddziały w Poznaniu oraz Łodzi, a główna siedziba znajduje się w Poznaniu, przy czym jej struktura organizacyjna ma charakter sztabowy. Każdy pracownik podporządkowany jest tylko do jednego przełożonego. Komórki organizacyjne są ściśle określone i zaplanowane w hierarchii. Nie uwzględniono jednak w strukturze organizacyjnej wyspecjalizowanej komórki jaką jest Dział Marketingu i Reklamy. Wszelkie obowiązki dotyczące promocji produktów na rynku powierzone zostały osobie zajmującej stanowisko pracownika biurowego. W tym obiekcie gospodarczym możliwe jest składanie zamówień telefonicznie i faksem. Obsługuje się także partnerów regionalnych. Firma współpracuje z największymi dostawcami w Polsce.

Firma Hart Logistics przestrzega założeń ogólnopolskich warunków spedycyjnych. Mają one zastosowanie w stosunkach pomiędzy spedytorem a jego zleceniodawcą, a w przypadku spedytora zastępczego także pomiędzy nim a zleceniodawcą osoby, która udzieliła spedytorowi zastępczemu zlecenia – jeżeli przynajmniej jedna ze stron jest członkiem Polskiej Izby Spedycji i Logistyki²¹⁵. Przedsiębiorstwo korzysta również ze zbioru zasad i norm w ramach Incoterms (*International Commercial Terms*). Jest to zbiór międzynarodowych reguł, określający warunki sprzedaży, których stosowanie jest szeroko przyjęte na całym świecie. Reguły te dzielą koszty i odpowiedzialność pomiędzy nabywcę i sprzedawcę oraz odzwierciedlają rodzaj uzgodnionego transportu. Normy Incoterms odnoszą się do Konwencji ONZ dotyczącej kontraktów dla międzynarodowej sprzedaży dóbr²¹⁶.

Firma przestrzega także zobowiązań Konwencji CRM (*Customer Relationship Management*). Obowiązuje ona w przypadku zarobkowego transportu drogowego towarów w relacjach międzynarodowych. Konieczne jest, aby kraj nadania towaru lub kraj docelowy był stroną Konwencji CRM. Ma

²¹³ www.hartlogistics.pl, dostęp: 8.04.2017.

²¹⁴ Ibidem.

²¹⁵ www.hartlogistics.pl, dostęp: 8.04.2017.

²¹⁶ www.iccwbo.org, dostęp: 8.04.2017.

ona zastosowanie jedynie do przewozów świadczonych na podstawie umowy przewozu pojazdami członowymi, naczepami i przyczepami. Podstawą konwencji jest list przewozowy, który wydawany jest w trzech jednobrzmiących egzemplarzach, z czego każdy z nich ma identyczną moc prawną.

Hart Logistics jako dostawca usług spedycyjnych zobowiązany jest do ciągłego podnoszenia skuteczności wdrożonego systemu zarządzania jakością i środowiskowego. Do głównych celów zintegrowanego systemu zarządzania działającego w tym obiekcie należą:

- terminowe realizowanie usług,
- minimalizacja kosztów przewozu przy zachowaniu wysokiej jakości i niskiej szkodliwości środowiskowej,
- rzetelne prowadzenie gospodarki odpadami,
- ciągle podnoszenie świadomości projakościowej i prośrodowiskowej zarówno wśród pracowników, jak i dostawców usług.

Poradnictwo spedycyjne prowadzi główny logistyk, czyli specjalista ds. transportu, zatrudniony w firmie również jako kierowca. Ma on za zadanie gromadzenie oraz przetwarzanie informacji dotyczących zdolności przewozowych. Ponadto przeprowadza analizy i przedstawia to w postaci aktualnej oferty. Specjalista ds. kontaktu z klientami to pracownik biurowy, który przeprowadza negocjacje handlowe z potencjalnymi zleceniodawcami. Stara się uzyskać informacje na temat potrzeb oraz oczekiwań klientów. Prezentuje ofertę firmową i przedstawia kosztorys. W wyniku dalszych ustaleń oraz różnego typu negocjacji specjalista ds. kontaktu z klientami podpisuje umowę transportową. Pracownik ten dokonuje analizy listów przewozowych oraz świadectw pochodzenia towarów.

Główny logistyk dzięki informacjom, które otrzymuje od specjalisty ds. kontaktu z klientami i specjalisty ds. oceny i analizy kosztów transportu, tworzy harmonogram, uwzględniając takie parametry, jak: czas, miejsce, załadowania/odbioru transportowanych produktów. Wytyczne są zestawione w specyfikacji zgodnej z listem przewozowym. Innemu kierowcy, podobno jak głównemu logistykowi, powierzono dodatkowe obowiązki specjalisty ds. koordynacji załadunku i przeładunku. Specjalista ten określa podział przestrzeni w środkach transportu, tym samym maksymalizuje ilość ładunku, który można załadować w określonym punkcie. Stara się również zminimalizować ilość pustych przebiegów. Po otrzymaniu informacji z Działu Sprzedaży, magazynier i operator wózka widłowego przygotowują wspólnie ładunek do transportu, który jest następnie przy pomocy wózków widłowych załadowany na pojazd dostawczy. Kierowca odpowiada za dostarczenie ładunku z miejsca, które wskazuje zleceniodawca.

Specjaliści ds. tworzenia analiz i raportów zajmują się analizowaniem oraz przetwarzaniem informacji. Ich celem jest stworzenie raportów jakości dotyczących oferowanych usług. Ponadto do ich zadań należy przygotowywanie raportów dotyczących bieżącej działalności Hart Logistics. Głównymi parametrami, na którym skoncentrowana jest uwaga są: liczba zamówień, rodzaj przewożonych towarów, ilość przejechanych kilometrów ogółem i w przeliczeniu na jeden samochód.

Prezentowana firma usługowo-spedycyjna świadczy usługi transportu multimodalnego w relacji importu i eksportu pomiędzy Polską a Irlandią, Anglią, Szkocją, Portugalią, Hiszpanią, Włochami i krajami Beneluksu. Dysponuje ona szeroką siecią terminali w całym kraju i oferuje możliwość składowania towarów w magazynach przeładunkowych, jak i dostarczenie towaru bezpośrednio do zakładu produkcyjnego²¹⁷. Firma specjalizuje się głównie w przewozie ładunków całopojazdowych we wszystkich relacjach, a także ładunków częściowych. W przypadku pilnych przesyłek oferowane są dostawy ekspresowe. Organizacja przewozów ma miejsce między Polską a innymi krajami europejskimi, przy czym organizuje się następujące usługi²¹⁸:

- FTL (*Full Truck Load*) – międzynarodowe przewozy całopojazdowe,
- FTL (*Full Truck Load*) – przewozy całopojazdowe krajowe,
- *Part Loads* – przewozy ładunków częściowych i LTT (*Less Than Truckload*) międzynarodowe przewozy drobnicowe,
- przewozy ekspresowe,
- przewozy ponadgabarytowe.

Realizacja zleceń odbywa się również własnymi przewoźnikami związanymi umowami partnerskimi. Usługa w zależności od potrzeb klienta realizowana jest dowolnym taborem, np. plandeki, chłodnie, izotermi, „firranki”. *Part Loads* – przewozy ładunków częściowych i LTT (*Less Than Truckload*) – międzynarodowe przewozy drobnicowe są oferowane przez omawianą firmę. Usługa ta jest jednym z jej najważniejszych produktów. Organizacja zlecenia realizowana jest na zasadzie tzw. doładunków. Organizacja wysyłek odbywa się w różnych okresach czasowych wymaganych przez klienta. Odbiory i dostawy wykonywane są w całej Europie. W tym przypadku występuje skrócony czas dostawy w porównaniu z realizacją poprzez dystrybucję. Stosowane są samochody tzw. plandeki i w sztywnej

²¹⁷ Ibidem.

²¹⁸ www.hartlogistics.pl, dostęp: 8.04.2017.

zabudowie. Odbiory i dostawy mają miejsce na terenie całej Europy i kraju²¹⁹. Firma oferuje także przewozy ponadgabarytowe.

11.6. Eksploatowany system informatyczny

Przedsiębiorstwo Hart Logistics wykorzystuje zintegrowany system SAP ERP. Na rycinie 11.8 wymieniono podstawowe moduły funkcjonalne systemu SAP ERP wraz z modułami wspomagającymi obszar logistyki, do których zalicza się²²⁰:

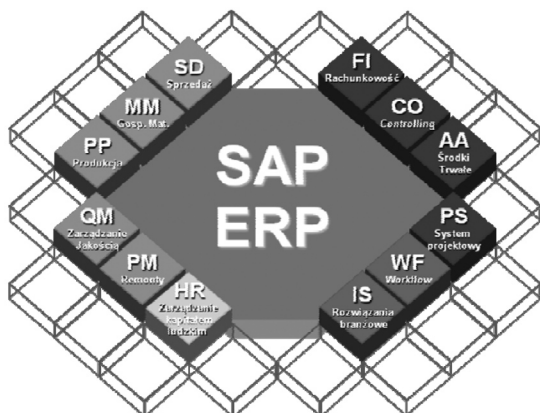
Sprzedż i dystrybucja – *Sales and Distribution* (SD) – moduł ten przeznaczony jest do dużego obszaru logistycznego, który wspomaga obsługę klientów, począwszy od oferty, zlecenia, a skończywszy na fakturowaniu. Jest on ściśle zintegrowany z gospodarką materiałową i planowaniem produkcji.

Gospodarka materiałowa – *Materials Management* (MM) – moduł zarządzania materiałami obsługujący procesy zamówień, dane podstawowe materiałów i dostawców.

Planowanie produkcji – *Production Planning* (PP) – celem modułu jest zapewnienie sprawnego i skutecznego procesu wytwarzania produktów, zgodnie z wymaganiami klientów.

Zarządzanie jakością – *Quality Management* (QM) – moduł obsługujący zadania związane z planowaniem i kontrolą jakości. Przechowuje on dane dotyczące jakości surowców, towarów w czasie procesu produkcyjnego, jak i jakości wyrobów gotowych.

Remonty – *Plant Maintenance* (PM) – moduł składający się z działań związanych z inspekcją, określeniem aktualnego stanu technicznego, konserwacji prewencyjnej środków technicznych wykorzystywanych w przedsiębiorstwie.



Źródło: J.A. Hernandez, J. Keogh, F. Martinez, *SAP R/3 Handbook*, ed. 3, McGraw-Hill, Emeryville 2006, s. 12.

Ryc. 11.8. Podstawowe moduły funkcjonalne systemu SAP ERP

W zakresie transportu w ramach SAP ERP występuje oprogramowanie SAP Transportation Management. Moduł ten wykorzystywany jest do

²¹⁹ Ibidem.

²²⁰ Ibidem, s. 56.

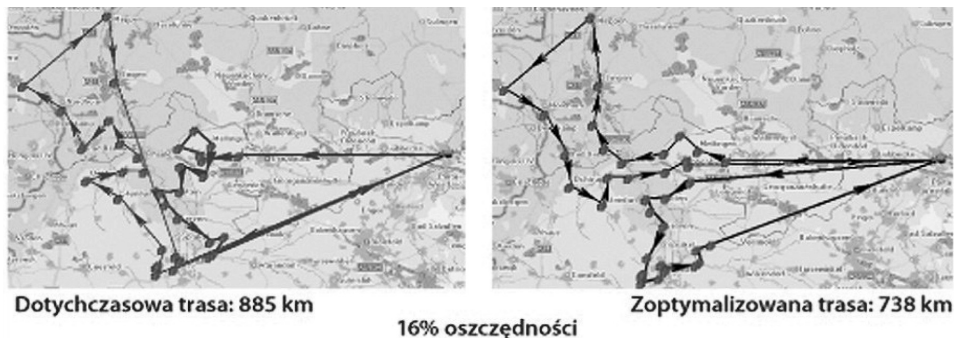
kompleksowej obsługi logistyki w systemie SAP. Umożliwia dokładne planowanie procesów logistycznych, wspomagając procesy sprzedaży i zaopatrzenia. Korzyści wynikające z wdrożenia modułu SAP TM to przede wszystkim²²¹:

- możliwość optymalnego planowania i realizacji procesów logistycznych w przedsiębiorstwie prowadzącą do redukcji kosztów,
- wykorzystywanie różnych środków i sposobów transportu oraz optymalną ich utylizację,
- rozbudowa kontroli wszystkich wysyłek,
- rozbudowa procedur cenowych umożliwiających rozliczanie kosztów frachtu,
- automatyczne księgowanie kosztów frachtu w systemie,
- szereg rozbudowanych możliwości konstruowania szczegółowych tras dostawy, optymalizując czas i koszty,
- możliwość automatyzacji procesów wymiany dokumentów transportowych.

11.7. Analiza możliwości usprawnienia pracy kierowców

Badanie ankietowe w zakresie usprawnienia pracy kierowców zostały przeprowadzone w siedzibie firmy Hart Logistics w 2017 r. przez autora wspomnianej już pracy licencjackiej. Ankietowanych było 50 pracowników oraz 50 klientów dobranych losowo. Z przeprowadzonej ankiety wynika, że organizacja pracy w Hart Logistics oceniana jest na dobrym poziomie i firma ta w większości przypadków dotrzymuje terminy dostaw. Jak wynika z przeprowadzonych badań, w przedsiębiorstwie Hart Logistics warto jeszcze poprawić usługę w zakresie elastyczności dostaw. Jak już wspomniano, należy również powołać dział marketingu i reklamy, gdyż informacje na temat usług transportowych omawianej firmy nie są odpowiednio wyeksponowane. Najwięcej problemów pojawia się w przypadku przewozów ekspresowych, czyli takich, które są realizowane pod presją czasu. Proponowanym rozwiązaniem jest zatrudnienie pracownika ds. jakości. W zakresie pracy kierowców występuje potrzeba wprowadzenia komputerowych metod optymalizacji tras, które mogą w zdecydowany sposób ułatwić ich pracę. Przykład zoptymalizowania trasy przewozu zobrazowano na rycinie 11.9.

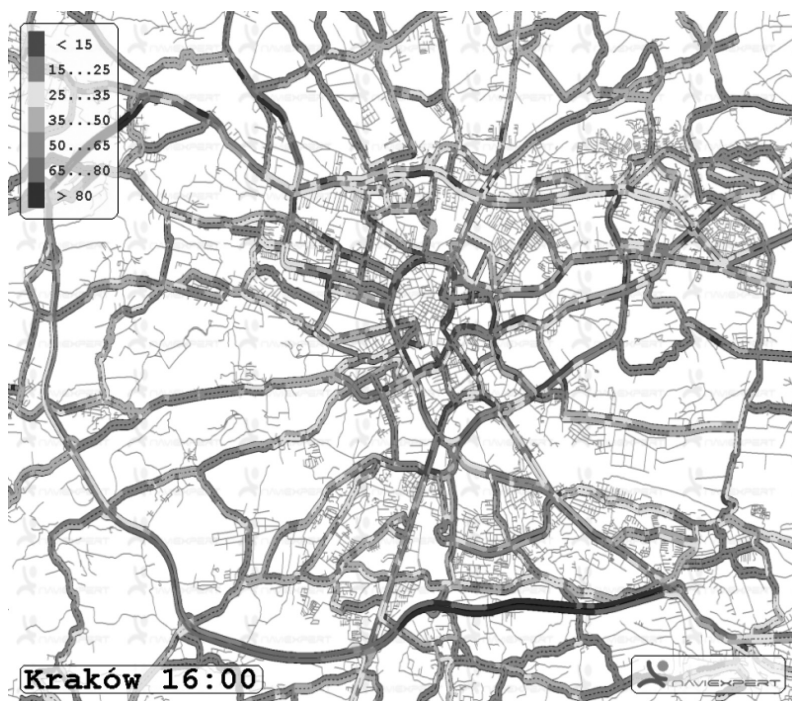
²²¹ www.hartlogistics.pl, dostęp: 8.04.2017.



Źródło: www.iccwbo.org, dostęp: 19.06.2017.

Ryc. 11.9. Przykład optymalizacji trasy

Obecnie w omawianym przedsiębiorstwie wykorzystuje się mapy natężenia ruchu drogowego (zob. ryc. 11.10). Respondenci ocenili pozytywnie funkcjonalność stosowanej wersji systemu zintegrowanego klasy SAP ERP przez firmę Hart Logistics.



Źródło: www.iccwbo.org, dostęp: 19.06.2017.

Ryc. 11.10. Wykorzystanie mapy natężenia ruchu drogowego w Hart Logistics

Efektem końcowym przeprowadzonego badania ankietowego są propozycje dalszego usprawnienia procesu zarządzania w Hart Logistic (zob. tab. 11.2).

Tabela 11.2.

Propozycje usprawnienia procesów zarządzania w firmie Hart Logistics

Lp.	Problem	Przyczyna problemu	Propozycja usprawnienia
1	brak elastyczności dostaw	brak zdolności firmy do szybkiej reakcji, umiejętnego zaspokojenia szybko zmieniającego się popytu	wdrożenie systemu transportowego, który będzie „inteligentny”, maksymalizujący wykorzystanie wszystkich dostępnych informacji pozyskanych od klientów
2	brak działu marketingu i reklamy	niespójne działania marketingowe, brak odpowiedniej ekspozycji oferty firmy	powołanie profesjonalnego działu marketingu i reklamy
3	wadliwe zabezpieczenie towaru w procesie transportowym	czynnik losowy, czynniki związane z materiałem: wadliwe opakowania, czynniki ludzkie: niedopatrzenie, przeoczenie	zatrudnienie pracownika ds. jakości, który będzie eliminował błędne zabezpieczenia towaru
4	niekompletne dostawy w przewozach ekspresowych	presja czasu i pośpiech	zatrudnienie pracownika ds. jakości, który skupi się przede wszystkim na sprawdzaniu kompletności dostaw
5	opóźnienia dostaw	presja czasu, pomyłki kierowców	wprowadzenie nowoczesnych metod optymalizacji tras, które zdecydowanie ułatwią pracę kierowców i spowodują, że przewozy transportowe będą szybsze i bardziej dopasowane do potrzeb, zatrudnienie dodatkowych kierowców, przeszkolenie kierowców

Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej, K. Stolarewski, Analiza możliwości usprawnienia zarządzania firmą spedycyjno-logistyczną w zakresie transportu multimodalnego, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Podstawowe usprawnienie, które zaproponowano w tym zakresie to wprowadzenie systemu transportowego stanowiącego moduł w ramach pakietu SAP ERP. Zaproponowano również harmonogram realizacji przedsięwzięcia wraz z oszacowanymi kosztami. Przede wszystkim określono przedsięwzięcia usprawniające, takie jak: wdrożenie inteligentnego systemu transportowego, powołanie profesjonalnego działu marketingu i reklamy, zatrudnienie pracownika ds. jakości, wprowadzenie nowoczesnych

narzędzi optymalizacji tras, zatrudnienie dodatkowych kierowców i przeszkolenie kierowców.

11.8. Zagadnienia

1. Reguła „7W”
2. Procedura uzyskania licencji przewoźnika
3. Pojęcie transport multimodalny
4. Rodzaje transportu multimodalnego
5. Duńska firma przewozowa MAERSK
6. Obowiązki operatora multimodalnego
7. Zalety stosowania kontenerów
8. Rodzaje kontenerów
9. Terminale przeładunkowe w Europie
10. Systemy informatyczne wspomagające zarządzanie firmą spedycyjno-transportową
11. Zakres usług przedsiębiorstwa Hart Logistics
12. Konwencja CRM
13. Zadania głównego logistyka
14. Rodzaje usług w transporcie multimodalnym
15. Moduły systemu zintegrowanego wspomagające obszar logistyki
16. Korzyści ze stosowania modułu SAP TM
17. Możliwości dodatkowych usprawnień w zakresie transportu multimodalnego

12. Problematyka przewozu ładunków niebezpiecznych

12.1. Uregulowania dotyczące materiałów niebezpiecznych

Ta część opracowania bazuje na wybranych fragmentach pracy licencjackiej wymienionej w przypisie²²². Tematyka dotyczy transportu towarów niebezpiecznych na terenie Polski na przykładzie firmy Render. Dynamiczny rozwój wielu dziedzin gospodarczych w tym budownictwa, energetyki i komunikacji wywołuje wzrost zagrożenia dla środowiska naturalnego. Jest to szczególnie odczuwalne w transporcie drogowym, który przewozi większość towarów, w tym również niebezpiecznych²²³, przy czym zagrożenia spowodowane transportem towarów niebezpiecznych w ruchu drogowym wynikają przede wszystkim z następujących przyczyn²²⁴:

- dużej ilości przewożonych substancji,
- braku odpowiednio oznakowanych dróg,
- stanu technicznego środków transportu drogowego,
- nieprzestrzegania przepisów o przewozie towarów niebezpiecznych,
- dużego zagrożenia kolizji,
- braku monitoringu transportu drogowego.

Towary niebezpieczne to takie materiały, w przypadku których transport jest zabroniony, bądź dopuszczony, jednak na warunkach wyznaczonych

²²² K. Jarosz, Propozycja usprawnienia przewozu ładunków niebezpiecznych (na przykładzie firmy „Render”), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

²²³ R. Dobrzyńska, *Zagrożenia środowiska podczas transportu drogowego materiałów niebezpiecznych*, InnTrans, Szczecin 2013, s. 73.

²²⁴ R. Broszkiewicz, A. Gajek, *Wybrane zagadnienia prawne przewozu towarów niebezpiecznych przez obszary wielkomięskie*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2011, nr 11, s. 24–25.

prawem. Klasyfikacja towarów niebezpiecznych zarówno dopuszczonych, jak i niedopuszczonych do transportu znajduje się w tabeli A umowy ADR²²⁵. Towarami niebezpiecznymi, które są niedopuszczone do transportu są te, które stwarzają istotne zagrożenie podczas przewozów, a przykładem jest chlorowodór i azotyn metylu.

Natomiast towarami niebezpiecznymi, które zgodnie z prawem są dopuszczone do przewozu – według ADR – to takie substancje, jak np.: ogień sztuczne, aceton, farby, akumulatory litowe²²⁶. W tabeli 12.1 zamieszczono wykaz materiałów szczególnie niebezpiecznych. Niektóre towary niebezpieczne są zwolnione z przestrzegania ADR, a należą do nich: alkohol etylowy, który w roztworze wodnym powyżej 24% jest materiałem niebezpiecznym, UN 1170 etanol w roztworze. Roztwory wodne alkoholu etylowego, zawierające mniej niż 24% objętościowych alkoholu, nie podlegają przepisom ADR²²⁷. Towarami niebezpiecznymi według umowy ADR mogą być substancje, preparaty o właściwościach palnych, wybuchowych, żrących, trujących, utleniających, samozapalnych, promieniotwórczych czy zagrażających środowisku²²⁸. Materiały niebezpieczne mają oznakowania graficzne i zostały odpowiednio ponumerowane, a mianowicie:

- 1 – materiały i przedmioty wybuchowe,
- 2 – gazy,
- 3 – materiały ciekłe zapalne,
- 4.1 – materiały stałe zapalne,
- 4.2 – materiały samozapalne,
- 5.1 – materiały utleniające,
- 5.2 – nadtlenki organiczne,
- 6.1 – materiały trujące,
- 6.2 – materiały zakaźne,
- 7 – materiały promieniotwórcze,
- 8 – materiały żrące,
- 9 – różne materiały i przedmioty niebezpieczne.

²²⁵ R. Dobrzyńska, *Zagrożenia środowiska podczas transportu drogowego materiałów...*, s. 78.

²²⁶ *Ibidem*, s. 79.

²²⁷ *Ibidem*, s. 80.

²²⁸ *Ibidem*, s. 83.

Tabela 12.1.

Wykaz materiałów szczególnie niebezpiecznych wg ADR

Nazwa materiału	Klasa	Wg załącznika A	Punkt
Akrylonitryl	6.1	2601	2a
Amoniak	2	2201	3at) i 9at)
Bromowodór	2	2201	3at)
Chlor	2	2201	3at)
Chlorek winylu	2	2201	3c
Czteroetylek ołowiu	6.1	2601	14
Cyjanowodór i roztwory cyjanowodoru	6.1	2601	1
Dwutlenek siarki	2	2201	3at)
Fluor	2	2201	6
Fluorowodór i kwasy fluorowodorowe	8	2801	3at)
Fosgen	2	2201	11a)
Kwas fluorosulfonowy	8	2801	1at)
Oleum	8	2801	1a)
Siarkowodór	2	2201	3bt)
Tlenek siarki	2	2201	3ct)

Źródło: Opracowanie na podstawie: K. Grzegorzczak, B. Hancyk, R. Buchcar, *Towary niebezpieczne w transporcie drogowym 2005–2007*, Wydawnictwo Buch-Car, Błonie 2005, s. 52.

Klasyfikacja materiałów niebezpiecznych polega na przyporządkowaniu każdemu materiałowi jednej pozycji zaprezentowanej w wykazie numerycznym tabeli. Wykaz numeryczny towarów niebezpiecznych składa się z pozycji indywidualnych i grupowych. Pozycje indywidualne dotyczą ściśle zdefiniowanych substancji wymienionych z nazwy, natomiast pozycje grupowe umożliwiają nadawcom kierowanie do przewozu towarów niewymienionych z nazwy, pod warunkiem, że zostały one sklasyfikowane zgodnie z procedurami klasyfikacyjnymi²²⁹. Klasyfikacja materiału umożliwia precyzyjne, dające gwarancje bezpieczeństwa, określenie warunków przewozu przy wykonywaniu odpowiednich przepisów ADR. Klasę niebezpieczeństwa określa się na podstawie dominującego zagrożenia, stwarzanego przez materiał²³⁰. Pełne nazwy i klasyfikacja materiałów niebez-

²²⁹ K. Grzegorzczak, B. Hancyk, R. Buchcar, *Towary niebezpieczne w transporcie drogowym 2005–2007*, Wydawnictwo Buch-Car, Błonie 2005, s. 56.

²³⁰ Ibidem, s. 57.

piecznych znajduje się w odpowiednich rozdziałach i w tabeli w przepisach ADR²³¹. Substancje, preparaty, towary i przedmioty niebezpieczne, podlegające przepisom umowy ADR, zostały podzielone na 13 klas na podstawie tzw. zagrożenia dominującego²³². Towarom tym przypisano numery rozpoznawcze UN – indywidualne lub grupowe. Materiały niebezpieczne zaliczane są do określonej klasy.

12.2. Transport towarów niebezpiecznych

Transport materiałów niebezpiecznych obejmuje przewóz, załadunek, wyładunek, przeładunek oraz składowanie substancji o charakterze toksycznym i wybuchowym. Jeśli firma przewozi towary niebezpieczne własnym transportem, zgodnie z wymogami ADR, lub do firmy dostarczane są towary niebezpieczne i jest tylko ich rozładunek, to przedsiębiorstwo to musi korzystać z usług doradcy ds. bezpieczeństwa w transporcie towarów niebezpiecznych. Jednym z zadań doradcy jest przygotowanie rocznego sprawozdania z działalności przedsiębiorstwa w zakresie przewozu towarów niebezpiecznych (dział 1.8 pkt 3 w ADR).

Sprawozdanie wykonuje się także wówczas, gdy do firmy dostarczane są tylko towary niebezpieczne transportem dostawcy. Ponadto doradca kontroluje przestrzeganie wymagań dotyczących oznakowania materiałów niebezpiecznych, załadunku i rozładunku oraz dokumentów wymaganych podczas przewozu materiałów niebezpiecznych²³³. Do zakresu obowiązków doradcy bezpieczeństwa należy również szkolenie pracowników przedsiębiorstwa dotyczące przewozu towarów niebezpiecznych. Do jego zadań zaliczyć trzeba także wprowadzanie prawidłowych procedur ratowniczych w zakresie wypadków i awarii, które mogą zagrażać bezpieczeństwu podczas przewozu, załadunku lub rozładunku towarów niebezpiecznych, prowadzenie dochodzenia oraz, jeżeli ma to zastosowanie, przygotowywanie sprawozdań na temat poważnych wypadków, awarii lub poważnych naruszeń przepisów podczas przewozu, załadunku lub rozładunku towarów niebezpiecznych. Doradca ds. bezpieczeństwa sprawdza, czy pracownicy zaangażowani w przewóz, załadunek, rozładunek towarów niebezpiecznych otrzymali szczegółowe procedury postępowania i instrukcje. Dodajmy

²³¹ Ibidem, s. 60.

²³² Ibidem, s. 63.

²³³ E. Januła, T. Truś, Ż. Gutowska, *Spedycja...*, s. 192.

również, że doradca ten wprowadza procedury bezpieczeństwa, które służą sprawdzeniu, czy środek transportu posiada wymagane dokumenty oraz sprzęt awaryjny. Zadaniem doradcy ds. bezpieczeństwa jest także czuwanie nad przewozem, rozmieszczeniem i załadowaniem pojazdu. Rozróżnia się następujące sposoby przewozu materiałów niebezpiecznych:

- a) w sztukach przesyłki – tzn. w opakowaniach transportowych (bębny, kanistry, skrzynie itp.) lub jako przedmioty, np. silniki rakietowe;
- b) luzem – tzn. bez opakowania, bezpośrednio na skrzyni ładunkowej pojazdu lub w kontenerze;
- c) w cysternie – tzn. w dużych zbiornikach transportowych, którymi mogą być cysterny stałe, odedymowalne, kontenery – cysterny lub baterie naczyń.

Na rycinie 12.1 widzimy przykłady opakowań występujące w transporcie ładunków niebezpiecznych.



Źródło: www.pkt.pl, dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 12.1. Różne opakowania stosowane do ładunków niebezpiecznych

Dopuszczalny jest transport paliwa przeznaczonego do silników diesla, jak i materiałów utleniających mających zastosowanie jako nawozy sztuczne bądź materiałów toksycznych będących środkami ochrony roślin za pomocą pojazdów złożonych z ciągnika rolniczego i przyczepy. Towary powinny być transportowane w opakowaniach, w ilościach zaznaczonych w ADR²³⁴. Transport drogowy materiałów niebezpiecznych jest regulowa-

²³⁴ B. Madej, P. Żakowski, R. Madej, *Przewozy towarów niebezpiecznych. ADR 2009*, Akademia Transportu i Przedsiębiorczości, Warszawa 2009, s. 63.

ny dzięki międzynarodowym przepisom. Obowiązują one we wszystkich państwach Europy. Ponadto w Polsce obowiązuje Ustawa z 28 października 2002 r. o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych²³⁵. Celem powyższych przepisów jest wzrost poziomu bezpieczeństwa transportu dzięki najlepszym, zharmonizowanym standardom technicznym. Obserwuje się dążenie do stworzenia jednolitego systemu regulacji, który będzie przyjazny dla użytkownika. Powinien być on pozbawiony różnic między wymaganiami krajowymi i międzynarodowymi. Dzięki spójności systemu można stosować w praktyce mechanizm stałego doskonalenia przepisów. Postęp nauki i techniki sprawia, że coraz wyraźniej jest to możliwe. Istnieje także możliwość eliminacji lub ograniczania ryzyka dotyczącego transportu towarów niebezpiecznych.

Przepisy ADR składają się z właściwej umowy, zwanej czasem konwencją (przepisy wprowadzające) oraz z dwóch załączników (A i B). Załączniki podzielone są na 9 części tematycznych, przy czym stanowią one szczegółowe zalecenia dla każdego z etapów transportu (klasyfikacja ADR, opakowania, załadunek i rozładunek, przewóz). Przepisy Rozporządzenia Ministrów Komunikacji i Spraw Wewnętrznych z dnia 2 grudnia 1983 r. w sprawie warunków i kontroli przewozu drogowego materiałów niebezpiecznych wprowadziły nowe obowiązki w odniesieniu do pojazdu²³⁶. Kierowca przewożący materiały niebezpieczne musi być zaopatrzony w specjalne zaświadczenie stwierdzające, że z wynikiem pozytywnym odbył kurs dokształcający na przewóz materiałów określonej klasy. Pojazd przewożący materiały niebezpieczne musi być zaopatrzony w zaświadczenie stwierdzające, że jest on przygotowany do takiego przewozu. Zaświadczenie ma prawo wydać tylko stacja kontroli pojazdów, wyznaczona przez właściwy wydział komunikacji stopnia wojewódzkiego do takich badań. Przewoźnik zobowiązany jest między innymi obowiązkami do zaopatrzenia kierowcy przed rozpoczęciem przewozu materiału niebezpiecznego w instrukcję bezpieczeństwa. Przepisami podstawowymi regulującymi sprawy transportu drogowego towarów niebezpiecznych są²³⁷:

²³⁵ Ustawa z dnia 28 października 2002 r. o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych (Dz.U. z 2002 r. nr 199, poz. 1671 z późn. zm.).

²³⁶ Rozporządzenie Ministrów Komunikacji i Spraw Wewnętrznych z dnia 2 grudnia 1983 r. w sprawie warunków i kontroli przewozu drogowego materiałów niebezpiecznych (Dz.U. z 1983 r. nr 67, poz. 301).

²³⁷ B. Madej, Żakowski, R. Madej, *Przewozy towarów niebezpiecznych...*, s. 91.

- Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu towarów niebezpiecznych (ADR) sporządzona w Genewie dnia 30 września 1957 r. Polska ratyfikowała Umowę ADR w 1975 r. (Dz.U z 2002 r. nr 194, poz. 1629);
- Ustawa z dnia 28 października 2002 r. o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych (Dz.U. z 2002 r. nr 199, poz. 1671);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie zakresu i sposobu stosowania przepisów o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych do transportu odpadów niebezpiecznych (Dz.U. z 2002 r. nr 236, poz. 1986);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 20 grudnia 2002 r. w sprawie kursów dokształcających dla kierowców przewożących towary niebezpieczne (Dz.U. z 2002 r. nr 236, poz. 1987);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie uzyskania świadectwa przeszkolenia doradców do spraw bezpieczeństwa w zakresie transportu drogowego towarów niebezpiecznych (Dz.U. z 2002 r. nr 237, poz. 2013);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie świadectwa dopuszczenia pojazdu do przewozu niektórych towarów niebezpiecznych (Dz.U. z 2002 r. nr 237, poz. 2011);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie wysokości wynagrodzenia członków komisji egzaminacyjnej powołanej przez podmiot prowadzący kurs dokształcający dla kierowców przewożących towary niebezpieczne (Dz.U. z 2002 r. nr 237, poz. 2012);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie formularza listy kontrolnej (Dz.U. z 2002 r. nr 237, poz. 2014);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie towarów niebezpiecznych, których przewóz drogowy podlega obowiązkowi zgłoszenia (Dz.U. z 2002 r. nr 241, poz. 2085);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie wzoru formularza rocznego sprawozdania z działalności w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych oraz sposobu jego wypełniania (Dz.U. z 2002 r. nr 240, poz. 2072);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 maja 2003 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wysokości kar pieniężnych w transporcie drogowym (Dz.U. z 2003 r. nr 89, poz. 834).

Ponadto występują przepisy uzupełniające:

- Oświadczenie rządowe z dnia 24 września 2002 r. w sprawie wejścia w życie zmian w załącznikach A i B do umowy europejskiej dotyczącej międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) (Dz.U. z 2002 r. nr 194, poz. 1629);
- Ustawa prawo o ruchu drogowym z dnia 20 czerwca 1997 r. (Dz.U. z 1997 r. nr 98, poz. 602 z późn. zm.);
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej oraz Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2002 r. w sprawie znaków i sygnałów drogowych (Dz.U. z 2002 r. nr 170, poz. 1393);
- Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 25 października 2002 r. w sprawie warunków poruszania się po

drogach pojazdów specjalnych, pojazdów używanych do celów specjalnych oraz pojazdów używanych w związku z przewozem pojazdów specjalnych Sił Zbrojnych RP, Policji, Straży Granicznej oraz pojazdów straży pożarnych biorących udział w akcjach ratowniczych, a także warunków przewozu osób pojazdami Sił Zbrojnych RP, Policji, Straży Granicznej, Służby Więziennej oraz Straży Pożarnej (Dz.U. z 2002 r. nr 193, poz. 1619).

Towary pakowane w małych ilościach, wskazanych kodem LQ, są zwolnione od przepisów ADR bez względu na ich całkowitą ilość w jednostce transportowej, np.: butelki z alkoholem etylowym (spirytusem) o pojemności 1 litra pakowane do pudełek (kartonów) po 12 szt. butelek w pudełku. Ilość kartonów w samochodzie może ograniczyć tylko pojemność naczepy, skrzyni ładunkowej. Zwolnieniu LQ nie podlegają materiały i przedmioty wybuchowe. Jeżeli ilość towarów niebezpiecznych przewożonych w jednostce transportowej nie przekracza ilości podanych dla danych kategorii transportowych, to przewóz tych towarów jest także zwolniony od przepisów ADR. Na rycinie 12.2 pokazano cysternę do przewozu płynnych materiałów, a na 12.3 IZO- kontener do przewozu stałych materiałów niebezpiecznych.



Źródło: www.benski.pl/oferta/, dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 12.2. Cysterna do przewozu płynnych materiałów niebezpiecznych



Źródło: www.benski.pl/oferta/, dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 12.3. IZO-kontener do przewozu stałych materiałów niebezpiecznych

Na kolejnej rycinie 12.4 widnieje wyposażenie przykładowej tzw. walizki ADR, w której skład wchodzi: łopata, rękawice, okulary ochronne, aparat do płukania oka, kamizelka ostrzegawcza, pochłaniacz wielogazowy, osłona otworów kanalizacyjnych, sorbent, rękaw sorbencyjny, zmiotka oraz worki na odpady.



Źródło: www.hak.com.pl, dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 12.4. Przykładowa walizka ADR z wyposażeniem

Jest pięć kategorii transportowych (0, 1, 2, 3, 4). Przykładowo przewóz 200 litrów benzyny samochodowej w bębnie stalowym (potoczna nazwa beczka) może odbywać się z wyłączeniem przepisów ADR, lecz przewożenie trzech bębnow (3 x 200 l) musi odbywać się w oparciu o przepisy ADR, ponieważ dla UN1203 – benzyny silnikowej jest drugą kategorią transportową, dla której maksymalna ilość całkowita na jednostkę transportową, wynosi 333 kg. Jeżeli przewożone towary należą do różnych kategorii transportowych, to należy skorzystać ze stosownych przeliczników. Towary kategorii transportowej czwartej nie są brane pod uwagę, a towary kategorii 0 nie podlegają temu zwolnieniu. Niektóre towary mogą być także zwolnione na podstawie przepisów szczegółowych²³⁸. Stosowane są różnego typu opakowania, pojazdy oraz oznakowania nalepkami (zob. ryc. 12.5–12.7).



Źródło: www.hak.com.pl, dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 12.5. Towar niebezpieczny przewożony w sztukach

²³⁸ L. Mindur, *Technologie transportowe XXI wieku...*, s. 45.



Źródło: www.hak.com.pl, dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 12.6. Pojazd do przewozu materiałów niebezpiecznych



Źródło: www.hak.com.pl, dostęp: 2.03.2018.

Ryc. 12.7. Oznakowanie towaru niebezpiecznego na cysternie

12.3. Analiza możliwości usprawnienia organizacji przewozów ładunków niebezpiecznych

Obecnie przedsiębiorstwo Render funkcjonuje jako wyłączny polski podmiot gospodarczy, przy czym uruchomiono regularną linię drobnicową pomiędzy Polską i Włochami²³⁹. Jednak nowoczesny tabor tego przedsiębiorstwa, spełniający unijne wymogi ekologiczne, jeździ na terenie całej Europy. Klient od momentu złożenia zamówienia całą organizację procesu transportowego powierza pracownikom Renderu, którzy kompleksowo zajmują się realizacją transportu i spedycji. Każdego roku firma transportuje na trasie Polska–Włochy ładunki o łącznej masie ponad 15 tys. ton i przyjmuje nie tylko ładunki całopojazdowe, ale i drobnicę. Linia drobnicowa firmy działa w regularnym rytmie – cały proces transportu zamyka się w jednym tygodniu. Dzięki temu klienci mogą zaplanować dostawy ze sporym wyprzedzeniem. Ładunki podejmowane są w Polsce codziennie, a ich dostawa we Włoszech przypada na wtorek lub środę w kolejnym tygodniu. Natomiast w przypadku transportu z Włoch ładunki podejmowane są od środy do piątku i dostarczane do Krakowa w poniedziałek. Do klientów z reszty Polski ładunki trafiają w ciągu kolejnych dwóch dni. W ramach spedycji krajowej Render oferuje szeroki wachlarz usług.

Sztandarowym działaniem firmy Render jest realizacja ładunków typu *groupage* (ładunek zbiorowy), integralne elementy tego systemu usług transportowych są następujące: magazynowanie, konsolidacja oraz dystrybucja ładunków. W centrach logistycznych w Krakowie i w pobliżu Dąbrowy Górniczej znajdują się przygotowane pomieszczenia magazynowe, gdzie przechowywane, konsolidowane i dekonsolidowane są ładunki. Towary dystrybuowane są przy użyciu samochodów o różnej ładowności i dostarczane bezpośrednio do klientów w całej Polsce. Firma dysponuje taborom, który obejmuje ciągniki marki Volvo FH, spełniające normy EURO 4 i 5, w zestawie z naczepami typu „firanka” (zob. ryc. 12.8). Naczepy firanowe, nazwane również kurtynowymi, zaliczane są do typu naczep plandekowych. Ich rama wykonana jest z wytrzymałej stali. Naczepy umożliwiają ładowanie górami, bokiem lub tyłem. Mają wymiary 13,6 x 2,45 m, ładowność do 25 ton i kubaturę 90 m³, co pozwala na przewożenie większej ilości towaru niż na naczepach typu standard. Do dekonsolidacji ładunków na Śląsku oraz w Małopolsce służą samochody o ładowności do

²³⁹ www.render.pl, dostęp: 2.03.2018.

Lp.	Wyposażenie	Ilość/ /klasa	1	2	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1	6.2	7	8	9
6	Latarka dla każdego członka załogi	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Maska przeciwgazowa dla każdego członka załogi	1	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Pojemniki do zbierania materiałów sypkich	1	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X
9	Urządzenie do uszczelniania wlotów kanałów ściekowych	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X
10	Środki uszczelniające (kit)	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X
11	Aparat z wodą do płukania oczu	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	X	X
12	Okulary ochronne	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Rękawice	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Obuwie ochronne	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Odzież ochronna	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Inny sprzęt wymieniony w instrukcji dla kierowcy														

X – wymagane wyposażenie, 0 – nie jest wymagane.

Źródło: Opracowanie wg cytowanej pracy licencjackiej, K. Jarosz, Propozycja usprawnienia przewozu ładunków niebezpiecznych (na przykładzie firmy „Render”), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

W omawianym przedsiębiorstwie Render, przeprowadzono badanie ankietowe, którego celem było wyłonienie dalszych usprawnień w całym procesie przewozu ładunków niebezpiecznych²⁴⁰. W badaniu wzięło udział losowo dobranych 30 pracowników Rendera, przy czym ankietowani pochodzili z następujących działów: transport, marketing i zarządzanie finansami oraz było 10 klientów. W badaniu dominowali mężczyźni (90%). Były to osoby w wieku 26–35 lat (50%) oraz 18–25 lat (30%). Mniejszą grupę stanowiły osoby w wieku 36–45 lat (15%) oraz więcej niż 45 lat (5%). Aż 40% osób biorących udział w ankiecie pracowało w Renderze 1–2 lata, a 30% posiadało staż pracy większy wynoszący 3–5 lat. Natomiast 20% ankietowanych miało staż pracy 5–10 lat. Spośród ankietowanych 10% badanych posiadało staż pracy większy niż 10 lat. Respondenci to: 50% pracowników fizycznych (głównie kierowcy), 30% pracowników

²⁴⁰ K. Jarosz, Propozycja usprawnienia przewozu ładunków niebezpiecznych...

umysłowych (głównie kadra zarządzająca) oraz 25% klientów omawianego przedsiębiorstwa.

Według przeprowadzonego badania ankietowego przewóz ładunków niebezpiecznych realizowany jest prawidłowo. Ogólnie organizacja przewozów tego typu ładunków oceniana jest dobrze, jednak można dokonać pewnych usprawnień poprawiających bezpieczeństwo. Istotnym działaniem byłoby powołanie stanowiska doradcy ds. bezpieczeństwa i kontroli w celu nadzoru przewozu ładunków niebezpiecznych. Kolejnym zaleceniem wypływającym z odpowiedzi respondentów jest udoskonalenie sposobu opakowania towarów niebezpiecznych. Trzeba skrupulatnie zwracać uwagę na zamocowania ładunku, kompletność wyposażenia w środki ochrony indywidualnej, a także oddzielenie ładunków w pojeździe wymagających separacji. Istotnym głosem z ankiety jest potrzeba wprowadzenia nowoczesnych narzędzi informatycznych do optymalizacji tras przejazdów, a ponadto instalacja monitoringu w pojazdach. Warto też na bieżąco korzystać z kursów doszkalających dla kierowców, szczególnie z krótkim stażem. Transport ładunków niebezpiecznych jest transportem podwyższonego ryzyka, dlatego też wprowadzanie usprawnień na każdym etapie pracy przewozowej jest zabiegiem jak najbardziej celowym. Tego typu usługi transportowe są zjawiskiem nierozzerwalnie związanym z życiem osób zaangażowanych w przewozy.

12.4. Zagadnienia

1. Określenie towaru niebezpiecznego
2. Klasyfikacja towarów niebezpiecznych według umowy ADR
3. Oznakowanie towarów niebezpiecznych
4. Obowiązki doradcy ds. bezpieczeństwa przewozów towarów
5. Rodzaje opakowań stosowanych do ładunków niebezpiecznych
6. Zwolnienia od przepisów ADR
7. Wyposażenie walizki ADR
8. Wyposażenie pojazdów substancji niebezpiecznych
9. Propozycja usprawnień w obszarze przewozu ładunków niebezpiecznych

WOJCIECH DUCZMAL

13. Udoskonalenie systemu logistyki zaopatrzenia

13.1. Obszar działalności zakładu produkcyjnego Dyckerhoff Cement Ukraina

W tym przykładzie analizy możliwości wyłonienia usprawnień, w obszarze logistyki zaopatrzenia, zabazowano na wybranych fragmentach pracy licencjackiej pt. Zastosowanie systemu informatycznego w logistyce zaopatrzenia (na przykładzie firmy „Dyckerhoff Cement Ukraina”)²⁴¹. Wymieniona praca miała na celu:

- zaproponowanie koncepcji logistyki zaopatrzenia,
- wskazanie sposobów polepszenia funkcjonalności logistyki zaopatrzenia,
- charakterystykę obiektu badań,
- analizę efektywności modułu SAP MM,
- wskazanie poprawy efektywności z wykorzystaniem nowej wersji ww. modułu.

Zakład Dyckerhoff Cement Ukraina obejmuje następujące oddziały produkcji cementu i betonu: Yugcement, Wołyń-Cement (zob. ryc. 13.1), Kyjiwcement. Siedziba centrali Dyckerhoff AG znajduje się w Wiesbaden (Niemcy). Natomiast właścicielem całego konglomeratu firm w Europie jest koncern Buzzi Unicem we Włoszech.

²⁴¹ O. Zhyvanova, Zastosowanie systemu informatycznego w logistyce zaopatrzenia (na przykładzie firmy „Dyckerhoff Cement Ukraina”), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.



Źródło: <http://ogo.ua/articles/view/2014-01-03/46170.html>, dostęp: 2.03.2018.

Rys. 13.1. Teren produkcji w oddziale Wołyń-Cement

Oprócz cementu i betonu w ramach koncernu wydobywany jest też piasek i kruszywo. Oddział Yugcement jest największym producentem przemysłu cementowego w południowej części Ukrainy o planowanej zdolności produkcyjnej 1266 tys. ton cementu rocznie. Znajduje się w miejscowości Olshanske, 35 km od centrum regionu, czyli miasta Mikołajowa, 80 km od Chersonu i ok. 130 km od Odessy. Kontrola jakości wyrobów odbywa się na nowoczesnych urządzeniach, takich jak analizator rentgen-fluorescent. Omawiany oddział posiada laboratorium akredytowane przez Centrum Metrologii i Certyfikacji w Mikołajowie. Oddział Wołyń-Cement znajduje się w mieście Zdolbuniv w regionie Riwno. Planowana zdolność produkcyjna tego oddziału to 2160 tys. ton cementu oraz 1920 tys. ton klinkieru rocznie. Terminal Kyjiwcement dostarcza cement do budowy zarówno w stolicy Ukrainy, jak i poza nią (zob. ryc. 13.2). Głównym przedmiotem działalności jest dystrybucja cementu (opakowania w workach po 25 kg), cement luzem produkcji Wołyń-Cement. Terminal posiada stałą kontrolę jakości, którą jest certyfikowane i akredytowane laboratorium. Na Ukrainie jest także terminal w Odessie jako pododdział Yugcementu.



Źródło: <http://www.dyckerhoff.com.ua/>, dostęp: 6.05.2017.

Ryc. 13.2. Budynek terminala Kyjiwcement

Na rycinie 13.3 przedstawiono ramowa strukturę komórek centrali zakładu Dyckerhoff Cement Ukraina, zamieszczone poszczególne symbole oznaczają:

DHR – Departament Kadr i Płac (HR – *Human Resource*),

DHP – Departament Produkcyjny,

DZ – Dział Zaopatrzenia,

DD – Dział Dystrybucji,

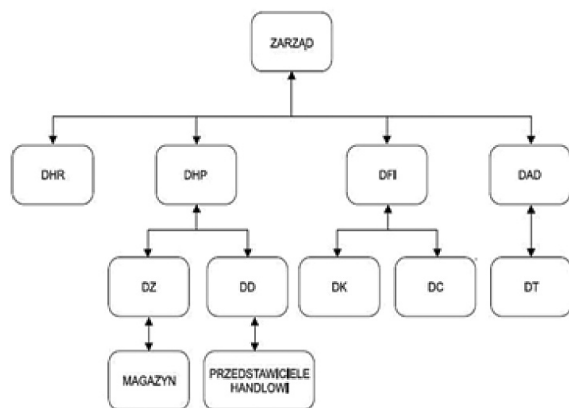
DFI – Departament Finansowy,

DK – Dział Księgowości,

DC – Dział Kontrolingu,

DAD – Departament Administracyjny,

DT – Dział Transportu.



Źródło: J. Aukształ, P. Balwierz, M. Ghomuszko, *Zrozumieć system ERP*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.

Ryc. 13.3. Schemat struktury zakładu Dyckerhoff Cement Ukraina

Zakład Dyckerhoff Cement Ukraina zaopatruje się w surowce na terenie Ukrainy. Zaopatrzenie realizowane jest na podstawie zamówienia klientów, kontakty z odbiorcami odbywają się za pośrednictwem przedstawicieli handlowych. Główne etapy procesu produkcji cementu zwane CEM I- CEM III (metodą moką) to: wydobywanie i zakup surowców, produkcja mączki surowcowej, wypał klinkieru, przemiał cementu, składowanie cementu, dystrybucja. Przykład środka transportu do produkcji cementu pokazano na rycinie 13.4.



Źródło: <http://ko.com.ua/dd>, dostęp: 6.05.2017.

Ryc. 13.4. Nowoczesny środek transportu produkcji cementu w oddziale Yugcement

13.2. Funkcjonalność modułu *Zarządzanie Materiałami*

Moduł SAP MM jest częścią stosowanego w omawianym zakładzie produkcyjnym zintegrowanego systemu informatycznego, przy czym i w obszarze logistyki wspomaga funkcjonowanie gospodarki materiałowej, w tym planowanie i sterowanie zapasami. Moduł ten umożliwia szeroko pojęte zarządzanie zapasami i obejmuje następujące grupy funkcji²⁴²:

- planowanie wysokości zapasów w magazynie na podstawie zużycia w poprzednich okresach lub prognoz wielkości produkcji (w połączeniu z modułem PP – *Planowanie Produkcji*), jak również optymalizację wielkości dostaw;
- zarządzanie zakupami: automatyczne wystawianie zamówień na podstawie planowanego zużycia, określanie dostawcy oferującego najdogodniejsze warunki zakupu, ustalanie cen dostawy, kontrola warunków i przebiegu dostawy;
- zarządzanie usługami obcymi;
- gospodarka magazynowa: planowanie powierzchni magazynowej, ewidencje ilościowa i ilościowo-wartościowa zapasów, obserwacja ruchów magazynowych.

Podstawą systemu zintegrowanego SAP ERP jest wspólna baza danych zorganizowana oprogramowaniem SQL Server firmy Microsoft pod Windows Server. Aktywnych w systemie jest kilka tysięcy klientów, a baza za-

²⁴² P. Lech, *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Difin, Warszawa 2003.

wiera ok. 50 tys. towarów. Baza danych zorganizowana jest na wydajnym serwerze hardwarowym, umożliwiającym jego poszerzenie o dodatkowe panele. Do zarządzania i planowania zaopatrzenia materiałowego niezbędne są jeszcze systemy kontrolingowe, analityczne i prognozujące potrzeby materiałowe. SAP ERP składa się z szeregu modułów programu, które obsługują różne procesy biznesowe zintegrowane ze sobą w czasie rzeczywistym i każdy moduł składa się z szeregu operacji. Moduł *Gospodarka Materiałowa* (MM) obsługuje dostawy komponentów, zapasy i funkcje, które są wykorzystywane w wielu transakcjach handlowych. Podstawowymi są jednak: zakup materiałów, zarządzanie zapasami, zarządzanie magazynem, weryfikacja faktur, wyceny zapasów materiału, certyfikacja dostawcy, system informacji o zamówieniach. Głównymi grupami funkcji w ramach SAP MM są: zarządzanie zapasami, gospodarka magazynowa, weryfikacja faktur, kwalifikacja dostawców, akceptacja robót i usług. Omawiany moduł umożliwia wspomaganie komputerowe realizacji ośmiu funkcji w sferze logistyki zaopatrzenia²⁴³:

- *Planowanie potrzeb materiałowych,*
- *Tworzenie zamówienia,*
- *Zakup materiałów,*
- *Dostawa materiałów do magazynu,*
- *Magazynowanie w magazynach,*
- *Rezerwacja i dystrybucja materiałów w produkcji,*
- *Ocena materiałów,*
- *Przeprowadzanie inwentaryzacji i rewaloryzacji,*
- *Tworzenie raportów przepływu materiałów.*

Typowy proces zaopatrzenia rozpoczyna się on od ustalenia zapotrzebowania, a kończy na przetwarzaniu faktury od dostawcy materiału. Ostateczna realizacja płatności odbywa się w rachunkowości finansowej. Proces zaopatrzenia w SAP ERP zaczyna się od zgłoszenia zapotrzebowania, tj. upoważnieni pracownicy danego działu mogą przekazać informacje o zapotrzebowaniu na materiały. Jeżeli w rekordzie danych podstawowych materiału ustalona jest procedura MRP dla materiału, system może automatycznie utworzyć zgłoszenie zapotrzebowania. Potem następuje określenie źródła dostaw i tu pracownik działu zaopatrzenia może skorzystać z propozycji wygenerowanych przez system. Jedną z możliwości ustalania źródła dostaw jest tworzenie zapytań ofertowych, a następnie wprowadzanie ofert. Odnośnie do informacji *Wybór dostawcy* system ułatwia wybór

²⁴³ <http://www.smartek.ru/>, dostęp: 6.04.2018.

poprzez porównanie cen z różnych ofert. Powiadomienia o odrzuceniu oferty wysyłane są automatycznie. Funkcja *Tworzenie zamówienia* – zamówienie przekazywane jest dostawcy formalnym zgłoszeniem potrzeby przygotowania określonych materiałów lub usług przy spełnieniu określonych warunków²⁴⁴.

Zamówienie może być tworzone z referencją do zgłoszenia zapotrzebowania, zapytania ofertowego lub innego zamówienia. Przy wprowadzaniu zamówienia system proponuje użytkownikowi dane domyślne dotyczące dostawcy i materiału, jak: adres dostawcy, warunki płatności, warunki Incoterms, grupa materiałowa, krótki opis materiału. Korzystając z funkcji *Monitorowanie zamówienia*, pracownik działu zaopatrzenia może kontrolować aktualny status przetwarzania zamówienia. System wspomaga również procedury monitorowania i przypominania dostawcom o zaległych dostawach. *Przyjęcie materiałów* – podczas księgowania przyjęcia materiałów do magazynu tworzony jest dokument materiałowy, który zawiera m.in. informacje o dostarczonym materiale i jego ilości. Ponadto określany jest magazyn, w którym powinien być umieszczony dany materiał.

Opóźnione dostawy mogą być monitorowane przez dział zaopatrzenia. *Przetwarzanie faktury* to etap, który kończy proces zaopatrzenia w module MM. Podczas wprowadzania faktury z referencją do zamówienia system proponuje dane z zamówienia i przyjęcia materiałów, np.: dostawcę, materiał, ilość do zafakturowania, warunki płatności. Faktury dostawców są sprawdzane pod względem rachunkowym²⁴⁵. W przypadku odchyień między zamówieniem lub przyjęciem materiałów i fakturą system ostrzega użytkownika oraz blokuje płatność faktury. Do zadań w zakresie sprawdzania faktury nie należy kontrola płatności lub analiza faktur. Podczas sprawdzania faktury tworzone jest połączenie między modułami informatycznymi *Gospodarka materiałowa* i *Rachunkowość finansowa*. Proces przetwarzania faktury kończy jej zaksięgowanie. *Realizacja płatności*, czyli zatwierdzenie płatności dotyczy zobowiązań wobec dostawców. Płatność następuje w module *Rachunkowości finansowa*²⁴⁶. Poprzez realizację dostawy aktualizowana jest automatycznie historia zamówienia. Podsumo-

²⁴⁴ M. Szkoda, *Realizacja procesów logistyki zaopatrzenia z zastosowaniem systemu SAP ERP*, „Logistyka” 2014, nr 6, s. 10343–10351.

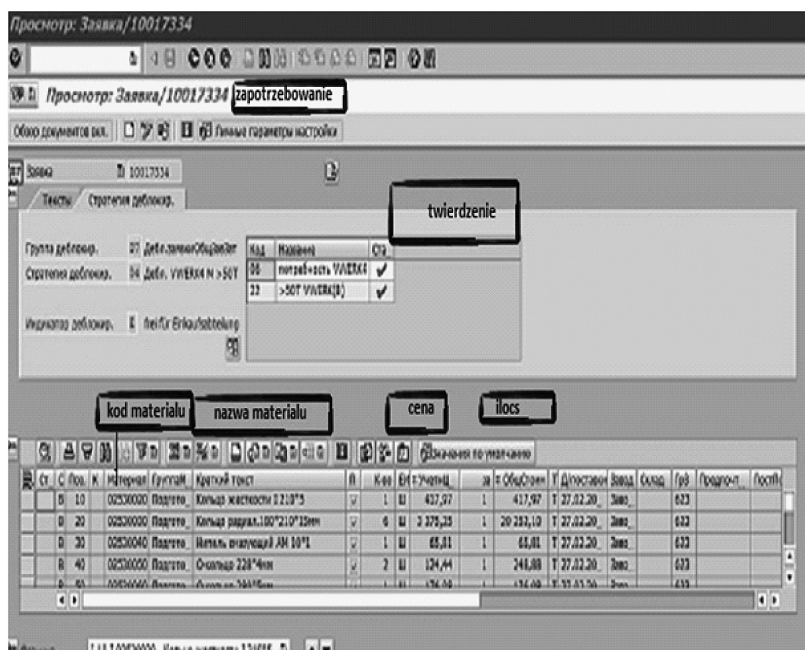
²⁴⁵ http://m8.mech.pk.edu.pl/~szkoda/pdf/80.%20artyku%C5%82%20MSzoda%20LOGISTYKA%206_2014%2010343_10351.pdf, dostęp: 2.03.2018.

²⁴⁶ M. Szkoda, *Realizacja procesów logistyki zaopatrzenia...*

wując, przy wprowadzaniu informacji do systemu komputerowego moduł SAP MM proponuje użytkownikowi następujące funkcje:

- Tworzenie zamówienia,
- Zgłoszenie zapotrzebowania,
- Przyjęcie materiałów,
- Przetwarzanie faktury,
- Realizacja płatności,
- Wybór dostawcy,
- Określenie źródła dostaw,
- Monitorowanie zamówienia,
- Przyjęcia materiałów z referencją do zamówienia.

Przykłady widoków ekranów wprowadzania materiału oraz wcześniej ogólnie przedstawionych procedur formułowania zamówienia zaopatrzenia, w ukraińskiej wersji językowej, pokazano na rycinach: 13.5 – Tworzenie zapotrzebowania na materiały, 13.6 – Analiza propozycji, 13.7 – Redagowanie zamówienia, 13.8 – List przewozowy.



Źródło: Opracowanie autora pracy licencjackiej z wykorzystaniem interfejsu systemu SAP ERP R/3, O. Zhyvanova, Zastosowanie systemu informatycznego w logistyce zaopatrzenia (na przykładzie firmy „Dyckerhoff Cement Ukraina”), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 13.5. Tworzenie zapotrzebowania na materiały

Список цен предложений в валюте UAH

Lista cen w ofertach w UAH

Предложение Поставщик Дополнительная информация

Материал	Гр/гр	Предл.:	6000008238	rod ofc	0000007954	6000008239	6000007955
КрТекст		Оферент:	22816	kod dostawy	21691	22295	22523
Количество в БЕИ		ГруппПомер:	KI22209		KI22209	KI22209	KI22209
nazwa materiału / usługi		Знач:	666 592,11		745 138,00	814 615,00	833 176,12
Монтаж эл. сетей и осве		Цена:	666 592,11		745 138,00	814 615,00	833 176,12
1,000 EP		Ранг:	1 87 %	2 97 %	3 107 %	4 109 %	
Сумма Предл.		Знач:	666 592,11		745 138,00	814 615,00	833 176,12
suma oferty		Ранг:	1 87 %	2 97 %	3 107 %	4 109 %	

Źródło: Jak w ryc. 13.5.

Рис. 13.6. Analiza propozycji

ТиповЗка на поставку 4500015043: создание: Mykola Kosynskyi zamówienie stworzył Mykola Kosynskyi

Группа деблоюр. ВУ ДеблоюрКонтроль/Заказов

Стратегия деблоюр. СЗ заказ-50контр/вольн

Индикатор деблоюр. В Вызвано для заказа

twierdzenie

код материала	nazwa materiału	Ilość	data dostarczenia
10	05410032 Ми. flux Lithium tetraborate PKX100-2	20,000КГ	03.03.2015
20	04880880 Ст. Mold Fluksa P5-04A39	8КГ	03.03.2015

historia zamówienia

код текста	код документа	наименование	количество	единица измерения	сумма
101	5000015043	Контракт на поставку	20,000	КГ	60 600,52 UAH
000		Омента. Поступил материал	20,000	КГ	60 600,52 UAH
000	500002020	Омента. Поступил материал	20,000	КГ	71 154,34 UAH
000		Омента. Поступил материал	20,000	КГ	71 154,34 UAH

Źródło: Jak w ryc. 13.5.

Рис. 13.7. Redagowanie zamówienia

Просмотр Документ материала 5000021125 - Olena Zhyvanova

Дата документа 16.06.2015 Начальная 11660 Поставщик PLSmith Pflatz

Дата проводки 16.06.2015 Транзитная Транзитная PLSmith Pflatz

номер документа код материала nazwa materiału nazwa dostawcy

Стр	Знак	С	П	Материал	Код. текст матер.	В	С	О	Количество	ЕВБ	З	В	С	Постав.	Поставщик
1	4500016049	10	02830020	Кольцо жесткости 1218*5		101	0420	1	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
2	4500016049	20	02830030	Кольцо радиал.180*210*15мм		101	0420	6	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
3	4500016049	30	02830040	Нить оварочный AM 10*1		101	0420	1	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
4	4500016049	40	02830050	О-кольцо 228*4мм		101	0420	2	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
5	4500016049	50	02830060	О-кольцо 280*5мм		101	0420	1	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
6	4500016049	60	02830090	Ультратонкая гильза 550.053.03.08		101	0420	2	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
7	4500016049	70	03651670	Выпуск с уплотнением 550.053.09.24		101	0420	9	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
8	4500016049	80	05112990	Обратный клапан 2х3/8" 627.082.00.00		101	0420	9	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	
9	4500016049	90	05190380	Форсунка 5WH*36mm 550.053.09.22		101	0420	9	шт	Заказ	0420	Це.	2011	PLSmith Pflatz	

Źródło: Jak w ryc. 13.5.

Рис. 13.8. List przewozowy

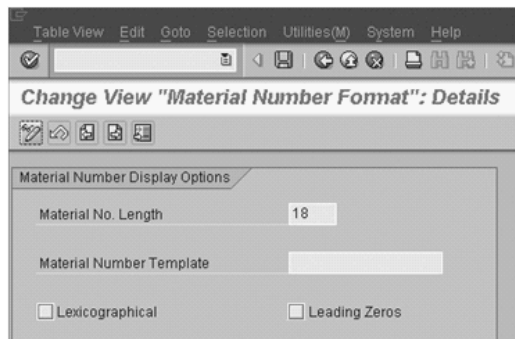
13.3. Prace podsumowujące wdrożenie modułu SAP MM

Określenie wpływu wdrożenia określonych modułów systemu zintegrowanego jest końcowym etapem projektu informatycznego traktowanego jako przedsięwzięcie informatyczne. Warto więc scharakteryzować ilościowe i jakościowe zmiany w rozwoju infrastruktury informatycznej oraz dokonane usprawnienia w procesach zarządzania przedsiębiorstwem. Aby zebrać dane na temat zmian ilościowych, zastosowano pomiary czasu operacji w toku realizacji procesów, między innymi ze sfery zaopatrzenia, po wykorzystywaniu przez pracowników modułu SAP MM. W szczególności prace kontrolne, na początku projektu i po sześciu miesiącach po rozpoczęciu funkcjonowania systemu, należy przeprowadzić w tzw. „wąskich gardłach” procesów biznesowych. Odnośnie do zmian jakościowych, celem badania powdrożeniowego było określenie satysfakcji klientów przed i po wdrożeniu oprogramowania. Udało się też zidentyfikować „wąskie gardła” w tworzeniu i realizacji zamówień materiałowych, a w szczególności w procesie dostaw i magazynowania. Oprócz odmierzenia czasu trwania poszczególnych operacji, posłużono się też badaniem ankietowym dla wyłonienia problemów jakościowych. Pożądane jest takie realizowanie zapotrzebowań, aby moduł planowania potrzeb materiałowych (MRP), po uwzględnieniu optymalnej partii zakupu, uznał przy zapasie zbliżonym do minimum konieczność wznowienia zamówienia. Przed wdrożeniem modułu SAP MM analiza potrzeb przechowywanych materiałów odbywała się tylko dla strategicznie ważnych pozycji, bo dla kilku tysięcy objętych indeksem materiałowym byłoby to zbyt pracochłonne. Powstawanie całkowitego okresowego zapotrzebowania materiałowego jest obecnie automatyczne podczas uruchomienia MRP. Dlatego w celu skrócenia czasu zapotrzebowania na materiały bieżąco stosowane, a niewymagające dłuższego przechowywania, powstała idea realizacji prac w następujących krokach:

- zdefiniowanie listy regularnie stosowanych materiałów;
- optymalizowanie zakresu danych podstawowych materiału (MMD), a w tym dodanie do materiału głównego punktu krytycznego poziomu zapasów magazynowych, w celu określenia optymalnej wielkości partii;
- utworzenie aplikacji i jej implementację do modułu SAP MM.

W SAP MM istnieje możliwość automatycznego przyporządkowania numerów materiałów. Jest to rozwiązanie możliwie najlepsze, zwłaszcza gdy w firmie wdrażającej funkcjonuje dotychczas długi numer indeksu ma-

teriałowego. Na rycinie 13.9 przedstawiono ekran konfiguracji dla definiowania formatu wyjściowego dla numerów materiałów.



Źródło: M. Murray, *Materials Management with SAP ERP: Functionality and Technical Configuration*, Galileo Press Bonn, Boston 2011.

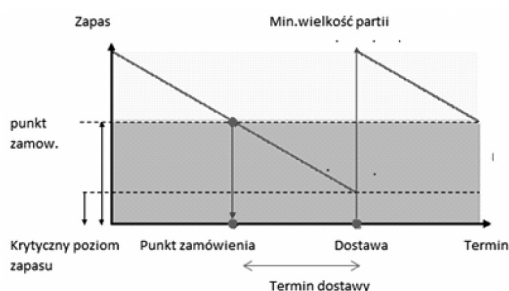
Ryc. 13.9. Ekran konfiguracji definiowania formatu numeru materiału

Baza danych podstawowych materiałów (MMD), zwana też Master Data zawiera wszystkie rekordy materiałów podstawowych, które są przechowywane w systemie. Baza ta jest centralnym repozytorium informacji o materiałach, w tym o poziomie zapasów przedsiębiorstwa. Łączenie wszystkich danych dotyczących materiałów w jednej bazie danych eliminuje problem nadprodukcji i pozwala doskonalić nie tylko system zamówień, ale również inne elementy procesu zarządzania, takie jak zarządzanie magazynem, planowanie zapotrzebowania materiałowego, weryfikacja faktur. Master Data zawiera wszystkie podstawowe informacje potrzebne spółkom zarządzającym w ramach koncernu. Inicjator tworzenia kolejnej pozycji w ramach MMD dla zautomatyzowanego zapotrzebowania wprowadza do rekordu następujące informacje:

- nazwę materiału,
- szczegółowy opis w języku rosyjskim,
- kod materiału według producenta lub GOST,
- jednostkę sprzętu,
- jednostkę miary,
- możliwość,
- naprawy w przyszłości,
- ilość rocznego zużycia,
- ilość jednorazowej wymiany,
- proponowany poziom zamówienia.

Na podstawie własnego doświadczenia magazynierzy szacują minimalną wielkość partii i poziom punktu krytycznego, według specjalnej formuły. Dalej specjalista MMD tworzy kod materiału w SAP MM obejmujący ponadto: dane podstawowe dostawcy, dane o zakupach, dane finansowe i inne. W omawianym zakładzie produkcyjnym moduł SAP MM wpro-

wadzano w wielu oddziałach. Projekt wdrożeniowy obejmował nie tylko istniejące magazyny, w których proponowane zmiany organizacyjne pozwalały na usprawnienie pracy, ale także nowo powstałe, dla których zaprojektowano nowe regały, przepływy i strategie. Z wyjątkiem typowych narzędzi programistycznych sporządzono dodatkową obsługę transakcji z pomocą automatycznego systemu tworzenia zapotrzebowania. Większość transakcji terminalowych została utworzona specjalnie pod potrzeby użytkowników. Określenie wielkości oraz czasu zamówienia, ze szczególnym wyznaczeniem punktu zamawiania, biorąc pod uwagę gospodarkę magazynową, to kluczowe parametry (zob. ryc. 13.10).



Źródło: Opracowanie autora pracy licencjackiej z wykorzystaniem materiałów firmy, O. Zhyvanova, Zastosowanie systemu informatycznego w logistyce zaopatrzenia (na przykładzie firmy „Dyckerhoff Cement Ukraina”), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 13.10. Obliczenie punktu zamówienia

Na zakończenie trzeba dodać, że osiągnięcie pełnego sukcesu wdrożeniowego pakietu zintegrowanego klasy SAP ERP, a w tym również modułu MM, uwarunkowane jest następującymi „kluczami”:

1. Bezpośredni udział menedżerów na wszystkich etapach projektu.
2. Klarowna struktura organizacyjna i skuteczne zarządzanie projektem.
3. Wystarczający stopień przejrzystości i łatwości wymiany informacjami w obszarach projektu.
4. Zmiana planu zarządzania obejmującego całą organizację.
5. Wystarczające środki budżetowe dla projektu.
6. Wybranie doświadczonych, skutecznych pracowników i kluczowych menedżerów do udziału w projekcie.
7. Siła napędowa projektu, którą powinny być wszystkie działy, a nie tylko dział informatyki (IT).
8. Wprowadzenie projektu pilotażowego.
9. Przejrzystość zakresu projektu.
10. Całościowe szkolenia wszystkich uczestników wdrożenia projektu.
11. Standaryzacja procesów biznesowych przy wdrożeniu standardowej funkcjonalności.
12. Używanie konsultantów zewnętrznych jedynie do szkolenia zespołu projektowego.

13. Planowanie, monitorowanie projektu w trakcie jego realizacji.
14. Tworzenie interfejsów dla interoperacyjności z istniejącymi systemami.
15. Infrastruktury kompletnych systemów do wsparcia projektu zgodnie z harmonogramem.
16. Wsparcie i zarządzanie infrastrukturą dostępną dla wszystkich uczestników projektu.
17. Szkolenie wszystkich użytkowników końcowych przed faktycznym uruchomieniem.

Oczekuje się, że kolejnym wersjom systemów klasy ERP lub ich zupełnie nowym produktom stawiane będą coraz wyższe wymagania w zakresie dalszego poszerzania ich funkcjonalności, a tym samym ograniczania liczby wyspecjalizowanych narzędzi informatycznych, np. wbudowanych funkcji analitycznych w postaci pulpitu menedżera²⁴⁷.

13.4. Zagadnienia

1. Konglomerat firm
2. Etapy produkcji cementu
3. Funkcje modułu SAP MM
4. Organizacja bazy danych systemu zintegrowanego SAP
5. Operacje procesu zaopatrzenia materiałów
6. Monitorowanie dostaw materiałów
7. Interfejs wejścia przy składaniu zamówień
8. Automatyczne przyporządkowanie numerów materiałów
9. Kartoteka danych podstawowych materiałów
10. Obliczenie punktu zamówienia

²⁴⁷ W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*

WOJCIECH DUCZMAL

14. Logistyka specjalistycznego procesu produkcyjnego

14.1. Wprowadzenie dotyczące produkcji przykładowego przedsiębiorstwa

Dla zaprezentowania logistyki specjalistycznego systemu produkcyjnego, w określonym zakresie z uwzględnieniem stosowania wspomaganie komputerowego, skorzystano z fragmentów pracy licencjackiej wymienionej w przypisie²⁴⁸. Poprzez analizę procesu produkcyjnego Wydziału Bobovita w przedsiębiorstwie Nutricia, na którym wytwarzane są obiadki i deserki w słoiczkach dla niemowląt, doprowadzono do wskazania możliwości dalszego usprawnienia tego procesu. Nutricia w Opolu należy do dywizji Danone Nutricia Early Life Nutrition (Danone Nutricia ELN) skupionej na produkcji i dystrybucji wyrobów spożywczych przeznaczonych dla najmłodszych konsumentów. Dywizja ta posiada 23 fabryki ulokowane na czterech kontynentach: Europa, Azja, Australia i Oceania oraz Ameryka Południowa. W Europie znajduje się 11 fabryk tej dywizji, w tym 3 produkujące żywność dla niemowląt (obiadki i deserki w słoiczkach oraz kaszki mleczne i bezmleczne) oraz 7 wytwarzających mleko modyfikowane w proszku (zarówno początkowe – zastępujące karmienie piersią, jak i tzw. mleka następne, uzupełniające jadłospis niemowlęcia po szóstym miesiącu życia).

²⁴⁸ Opracowanie bazuje – za zgodą autora – na: M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Nutricia w Opolu (zwana dalej zakładem) produkuje odżywki w słoiczkach, kaszki oraz mleka modyfikowane. Najbardziej znane marki to Aptamil i Nutrilon – popularne głównie w krajach Europy Zachodniej, Milupa znana jest od dziesięcioleci w Niemczech, Cow&Gate w Wielkiej Brytanii, a Bebiko i Babilon w Polsce. Z linii produkcyjnych w Opolu schodzą produkty pod każdą z tych marek. Zakład w Opolu zatrudniający ok. 800 pracowników, wysyła swoje produkty do ok. 80 krajów świata. Na wielu liniach produkcyjnych praca odbywa się całą dobę przez 7 dni w tygodniu i to w systemie czterobrygadowym.

W ramach zakładu istnieją cztery wydziały produkcyjne: Wydział Mleka, Wydział Kaszek, Wydział Bobovita oraz Wydział Puszek. W każdym z tych wydziałów zastosowana jest inna technologia wytwarzania. Produkcja kaszek oparta jest na suszarniach walcowych, gdzie z uprzednio przygotowanej masy z mieszanki mąki, wody i dodatków wyprażany jest tzw. film, który zdejmowany jest z walca na bieżąco przez specjalnie ustawione noże. „Film” to cieniutka warstwa ciasta, która zaraz po odpadnięciu z walca kruszy się na drobne kawałki. W ten sposób powstaje baza kaszki dla niemowląt. Na kolejnych etapach produkcji kaszka mieszana jest z różnymi witaminami i dodatkami smakowymi, a mianowicie z: suszami owocowymi, czekoladą, miodem. Następnie kaszka poprzez system sit przesyłana jest do maszyn pakujących, gdzie najpierw jest dozowana do szczelnej, zgrzewanej na gorąco torebki z folii aluminiowej, a następnie pakowana do kolorowego kartonika (zob. ryc. 14.1). Znaczna część kaszek jest także pakowana do kolorowych torebek zgrzewanych na gorąco, bez opakowania kartonowego.



Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 14.1. Pakownia Wydziału Mleka

Produkcja tzw. mleka początkowego zarówno w kartonikach, jak i w puszkach na pierwszych etapach jest bardzo podobna. Dopiero w czasie dozowania do opakowań zastosowane są odmienne technologie. Mleko modyfikowane tworzone jest poprzez zmieszanie bazy mlecznej z dodatkami smakowymi i witaminami. Bazy mleczne to mleko w proszku wytworzone w suszarniach rozpyłowych, wzbogacone o odpowiednie wartości odżywcze. Zakład w Opolu zaopatrywany jest w bazy mleczne wyprodukowane w fabrykach wyposażonych w instalacje suszarnicze, również należące do grupy Danone. Wyroby na Wydziale Mleka w kartonikach pakowane są tak samo jak kaszki, czyli mleczny proszek transportowany jest grawitacyjnie przez przesiewacze do maszyn pakujących, a następnie, już w szczelnie zamkniętych torebkach, do kartoników jednostkowych (również po dwie torebki w kartonie). Kartoniki jednostkowe pakowane są w kartony zbiorcze o różnych rozmiarach (w zależności od gramatury kartoników jednostkowych), następnie kartony zbiorcze są układane na paletach przez specjalnie zaprogramowane roboty. Te same roboty paletyzują jednocześnie wyroby z Wydziału Kaszek. Są tak zaprogramowane, aby jednocześnie obsługiwały dwie różne palety, z zastosowaniem dwóch różnych schematów paletyzacji.

Na Wydziale Mleka w puszkach produkt dozowany jest do puszek od strony dna za pomocą dozówki karuzelowej. Potem nakładane jest denko, a w kolejnym etapie puszka jest obracana i na następnej maszynie otrzymuje plastikowe wieczko. Większość puszek jest malowanych, mają naniesioną grafikę już w tłoczni. Jednak część puszek nie posiada grafiki – te kierowane są na etykietarkę, gdzie nakładana jest szczelnie przylegająca kolorowa etykieta.

Obiadki, zupki i deserki w słoiczkach to już zupełnie inna kategoria produktów. Podstawowe składniki obiadków i zupek to ziemniaki i marchew, dostarczane w nieprzetworzonej postaci, przy czym 95% tych surowców kupowana jest od polskich producentów. Pozostałe surowce wchodzące w skład obiadków to warzywa, mięso, ryby, mąki, kasze, ryż, makaron, przeciery warzywne oraz przyprawy. Podstawowymi surowcami służącymi do produkcji deserków są przeciery owocowe, zagęszczone soki, mleko i śmietana w proszku, a także mąki i przyprawy. Ze względu na bardzo wysokie wymagania jakościowe koncernu, wiele surowców zakład w Opolu zmuszony jest kupować za granicą.

Produkcja obiadku mięsno-warzywnego składa się z kilku etapów. W pierwszym przygotowywane są półprodukty pochodzące z trzech ni-

tek produkcyjnych, a mianowicie warzywa są rozdrabniane i blanszowane, mięsa wstępnie gotowane, a mąki i kasze uwadniane i łączone z przyprawami (zob. ryc. 14.2). W kolejnym etapie wszystkie te składniki łączone są w głównym kotle produkcyjnym i wspólnie gotowane. Przygotowana receptura jest następnie dozowana do słoiczków w dozówce karuzelowej. Po nałożeniu wieczka słoiczki trafiają do autoklawów, gdzie są poddawane sterylizacji (zob. ryc. 14.3). Utrwalone termicznie słoiczki są w kolejnym etapie etykietowane i pakowane na tacki zbiorcze. Na ostatnim etapie produkcji tacki są grupowane i układane warstwami na paletach. Większość wyrobów gotowych jest ładowana na ciężarówki i wysyłana bezpośrednio do odbiorców lub magazynów pośrednich w ciągu 24 godzin. Jedynie produkty, które wymagają dodatkowych badań laboratoryjnych czekają na zwolnienie jakościowe i wysyłkę nieco dłużej.



Źródło: Jak w ryc. 14.1.

Ryc. 14.2. Linia przygotowania warzyw na Wydziale Bobovita

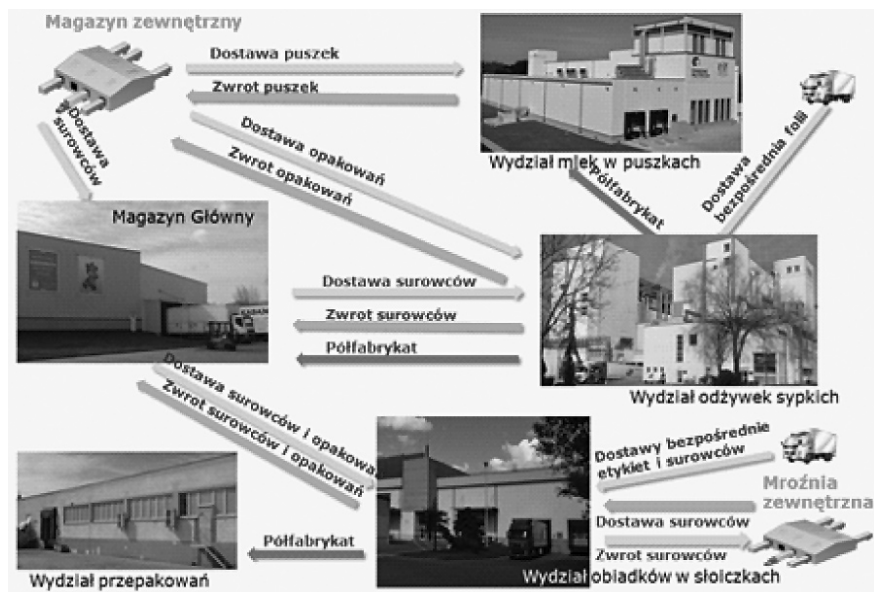


Źródło: Archiwum Wydziału Bobovita, Zakładu Produkcyjnego Nutricia w Opolu.

Ryc. 14.3. Linia pakująca na Wydziale Bobovita

14.2. Organizacja logistyki wewnętrznej

Dział Logistyki Wewnętrznej odpowiedzialny jest za przyjęcie dostaw surowców i opakowań na magazyn wewnętrzny. Jego zadaniem jest również dystrybucja wszystkich materiałów na produkcję. Ze względu na dużą różnorodność wyrobów, wytwarzanych w czterech wydziałach produkcyjnych, zakład posiada kilka magazynów surowców i opakowań. Na rycinie 14.4 pokazano schemat organizacji transportu wewnętrznego w Nutricia w Opolu.



Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej na podstawie danych z Działu Eksportu, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego żywności dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 14.4. Schemat organizacji transportu wewnętrznego w Nutricia w Opolu

Magazyn główny zakładu w Opolu obsługuje 80% dostaw, przechowuje się w nim surowce suche (mąki, przyprawy, bazy mleczne w proszku), przecieri i koncentraty soków, miód. Trafia tu też większość opakowań: palety, opakowania foliowe, kartony jednostkowe i zbiorcze, puste puszkę, przekładki paletowe. Kolejne miejsca składowania to magazyny wydziałowe surowców i półfabrykatów. Część surowców trafia bezpośrednio na Wydział Bobovita, a należą do nich świeża marchew i ziemniaki, sery białe i tuńczyk (magazynowane w chłodni), mięso, warzywa mrożone, sery żółte i ryby (magazynowane w mroźni). Wydział Mleka oraz Wydział Kaszek posiadają również własne magazyny półfabrykatów. Przechowywa-

ne są tam półfabrykaty wytwarzane na miejscu, przeznaczone do dalszego przerobu lub do wykorzystania na innych wydziałach, takie jak premiksy witaminowe, czy tzw. film kaszkowy. Na wydziały produkcyjne trafiają też bezpośrednio opakowania wymagające sezonowania w temperaturze panującej na produkcji (zob. ryc. 14.5), a mianowicie:

- Wydział Bobovita – słoiki, wieczka, etykiety słoikowe;
- Wydział Mleka i Wydział Kaszek – folia do saszetek (srebrna oraz zadrukowana), etykiety opakowań jednostkowych, opakowania kartonowe;
- Wydział Puszek – puszki, denka, wieczka, etykiety.



Źródło: Jak w ryc. 14.1.

Ryc. 14.5. Sezonowanie folii i etykiet w wydziałowym magazynie opakowań

Załogę Działu Logistyki Wewnętrznej w zakładzie tworzą dwa zespoły. Pierwszy odpowiada za przyjmowanie towarów do magazynu głównego, za stany magazynowe i ewidencję palet znajdujących się w poszczególnych lokacjach regałów. W skład tej grupy wchodzi: magazynierzy przyjmujący dostawy, kierownicy wózków wysokiego składowania, analitycy – rozliczający stany magazynowe oraz liderzy nadzorujący pracę zespołu. Pracownicy magazynu rozładują dostawy i umieszczają je na regałach, gdzie każde miejsce paletowe ma nadany numer lokacji, która później jest wywoływana w systemie, podczas zwalniania do produkcji. Drugi zespół odpowiedzialny jest za obsługę wydziałów produkcyjnych w zakresie kompletowania zamówień, dostarczania surowców i opakowań, rozładunku oraz przyjmowania zwrotów. Tą część załogi tworzą magazynierzy pobierający palety z regałów, transportowcy wożący towary na wydziały oraz

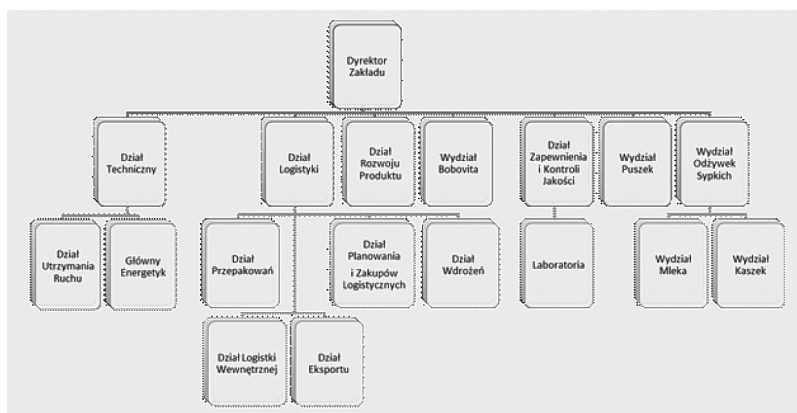
liderzy nadzorujący pracę na linii magazyn główny–wydziały produkcyjne. Załadunek samochodu przewożącego surowce na produkcję przedstawiono na rycinie 14.6.



Źródło: Jak w ryc. 14.1.

Ryc. 14.6. Załadunek ciężarówki transportu wewnętrznego

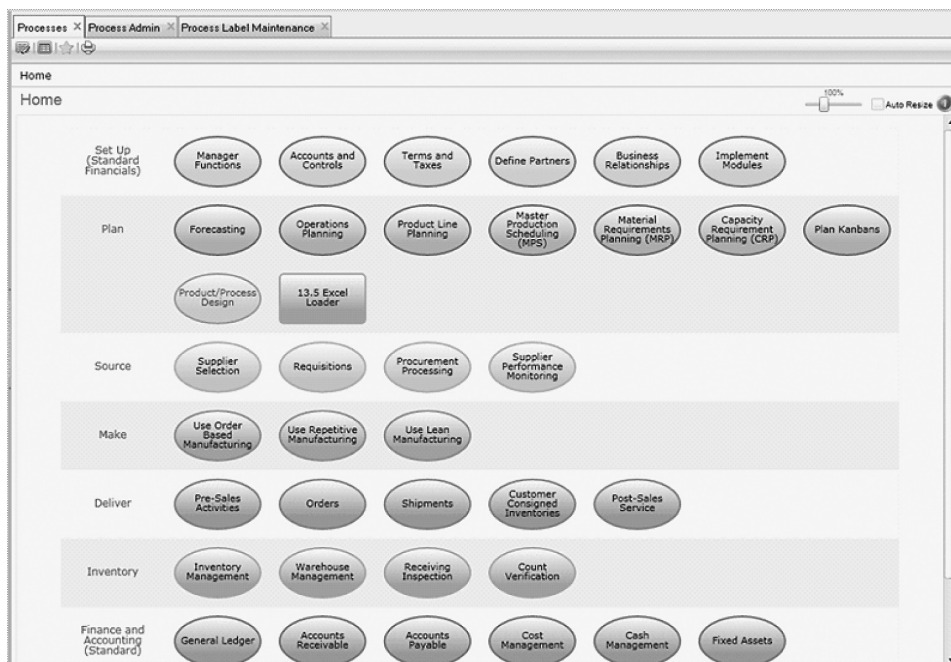
Oba zespoły Działu Logistyki Wewnętrznej pracują w systemie 4-brygadowym (7 dni w tygodniu na 3 zmiany) – zgodnie z trybem pracy wydziałów produkcyjnych. Podstawowa działalność zakładu realizowana przez wydziały produkcyjne oraz logistykę wewnętrzną, wspomagana jest przez wiele działów. Strukturę komórek organizacyjnych Zakładu Produkcyjnego Nutricia w Opolu pokazano na rycinie 14.7.



Źródło: Opracowanie autora pracy licencjackiej na podstawie danych z Działu Kadr i Płac, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 14.7. Struktura organizacyjna Zakładu Produkcyjnego Nutricia

Przepływ surowców i opakowań wewnątrz zakładu nadzorowany jest za pomocą zintegrowanego systemu ERP (QAD Enterprise), z którego korzystają również specjaliści ds. zakupów, planiści oraz pracownicy magazynu. W razie wystąpienia niezgodności, np. uszkodzenia palety czy obecności insektów w surowcu, system QAD Enterprise umożliwia identyfikację konkretnych palet i zablokowanie ich, tak by operator nie mógł ich zeskanować i skierować do produkcji. Na rycinie 14.8 przedstawiono schemat hierarchii modułów systemu QAD Enterprise.



Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej na podstawie interfejsu wejściowego programu QAD Enterprise, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

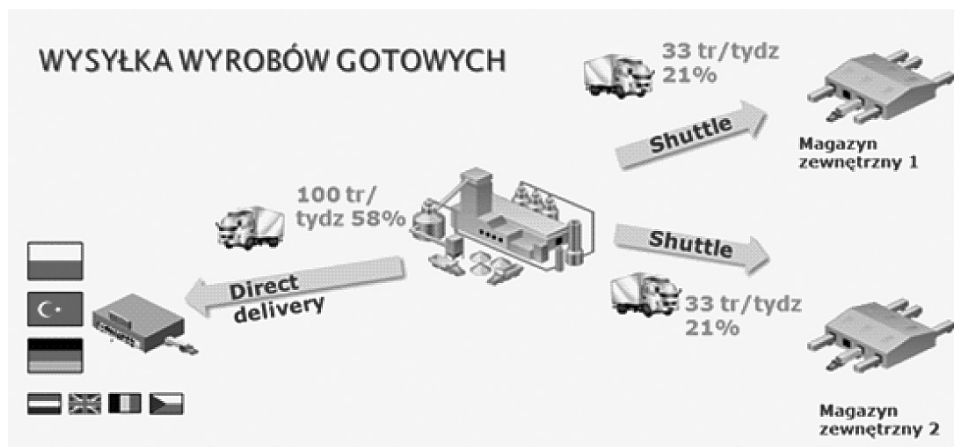
Ryc. 14.8. Schemat hierarchii modułów programu QAD Enterprise

Zadaniem Działu Planowania i Zakupów Logistycznych jest zamawianie surowców i opakowań używanych w procesie produkcyjnym. Każdy wydział produkcyjny jest obsługiwany przez zespół specjalistów ds. zakupów surowców i opakowań oraz planistów produkcji. Planiści, na podstawie zapotrzebowania zgłaszanego przez jednostki sprzedażowe koncernu, sporządzają plan produkcji na 8 tygodni do przodu. W każdym tygodniu

powstaje też szczegółowy plan produkcji na najbliższy tydzień. Jego wersja startowa, powstała 7 tygodni wcześniej, jest korygowana o rzeczywistą dostępność surowców, dostawy w drodze oraz uwzględnia bieżącą sytuację na wydziale produkcyjnym. Omawiany dział odpowiedzialny jest za weryfikację certyfikatów potwierdzających jakość sprowadzanych surowców oraz kontrolę zezwoleń transportowych, higienicznych oraz weterynaryjnych.

Systemy komputerowe wykorzystywane w tym dziale pozwalają na monitorowanie przepływu surowców i opakowań od dostawców do zakładu. Każda partia surowców i opakowań ma nadany odpowiedni status w zależności od tego, na jakim etapie procesu logistycznego się znajduje. Planiści produkcyjni mogą zatwierdzić produkcję danego wyrobu w tygodniowym planie produkcji, gdy większość potrzebnych surowców jest zalokowana na regałach w magazynie surowców i opakowań, a system potwierdza ich status: zwolnione do produkcji. Surowce o bardzo krótkich terminach przydatności do produkcji mogą być jeszcze w drodze, w chwili zatwierdzania planu produkcyjnego. Do nadzoru takich dostaw w systemie stworzona jest specjalna ścieżka, a certyfikaty jakościowe takich surowców docierają do zakładu przed fizyczną ich dostawą – jest to niezbędne, aby na czas zwolnić te surowce do produkcji.

Dział Eksportu zajmuje się wysyłką wyrobów gotowych do klientów zakładu, którymi są jednostki sprzedażowe poszczególnych krajów. Pracownicy tego działu, we współpracy z firmami spedycyjnymi o międzynarodowym zasięgu, organizują dystrybucję wyrobów do krajów przeznaczenia. Dział ten monitoruje załadunek ciężarówek, tak by odpowiednie transporty opuszczały Nutricię w wymaganej kolejności i czasie oraz by każdy wyrób trafił dokładnie tam, gdzie jest dedykowany. Z zakładu wyjeżdża rocznie ok. 280 tys. palet wyrobów gotowych, przy czym 58% dostaw do klientów realizowanych jest bezpośrednio z produkcji, pozostałe poprzez dwa magazyny zewnętrzne. Takie rozwiązanie znacząco obniża ilość operacji logistycznych koniecznych do wykonania na terenie zakładu. Na rycinie 14.9 pokazano podział dystrybucji wyrobów gotowych na trzy kierunki.



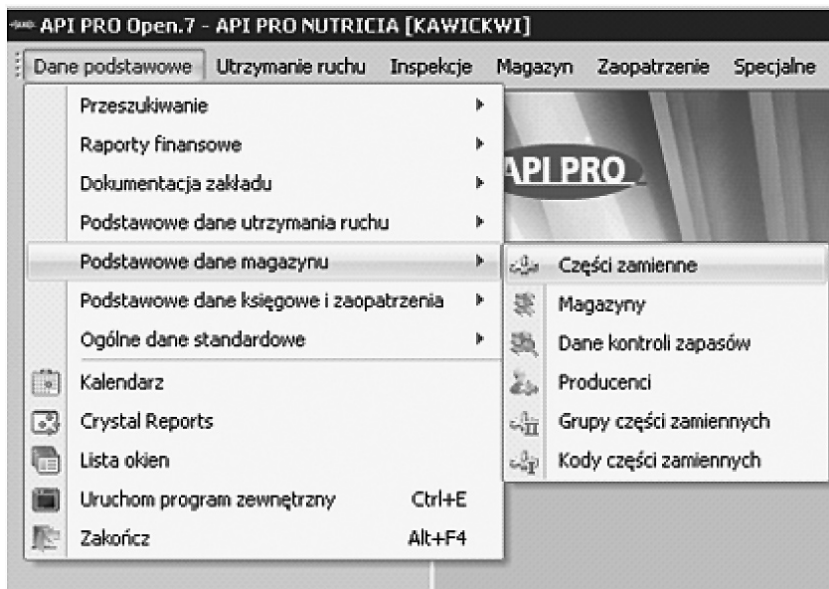
Źródło: Opracowanie autora pracy licencjackiej na podstawie danych Archiwum Działu Logistyki Wewnętrznej Zakładu Produkcyjnego Nutricia w Opolu, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 14.9. Schemat organizacji dystrybucji wyrobów gotowych

Na wydziałach produkcyjnych gotowe produkty są przewożone wózkami widłowymi z obszarów paletyzacji na pola odkładcze przeznaczone do wysyłki wyrobów gotowych. Tam oczekują na wyprodukowanie innych wyrobów przeznaczony na ten sam rynek. Część towarów, szczególnie przeznaczonych na rynki egzotyczne, wyjeżdża w ciągu 12 godzin od wyprodukowania do magazynów zewnętrznych, usytuowanych w promieniu 100 km od Opolu. Tam oczekują na zwolnienie do sprzedaży, oparte o wyniki badań jakościowych. Wyroby przeznaczone dla największych odbiorców europejskich wysyłane są bezpośrednio na te rynki, według metody Direct Delivery. Specjaliści zatrudnieni w Dziale Eksportu zajmują się również bezpośrednią obsługą klientów. Dział Przepakowań odpowiedzialny jest za realizację specjalnych zamówień dużych sieci handlowych. Pracownicy tego działu kompletują mieszanki różnych produktów, które trafiają na specjalne regały promocyjne.

Za prawidłowe i bezawaryjne działanie linii produkcyjnych, urządzeń wspomagających oraz instalacji zasilających wydziały produkcyjne w niezbędne media odpowiedzialny jest Dział Techniczny. Najściślej z produkcją związany jest Dział Utrzymania Ruchu. W tej komórce zatrudnieni są mechanicy, elektrycy i automatycy pracujący na co dzień bezpośrednio przy liniach produkcyjnych. Ich zadaniem jest prowadzenie inspekcji i przeglą-

dów maszyn i urządzeń, a więc tzw. prewencyjna obsługa techniczna, jak i usuwanie wszelkich usterek czy awarii pojawiających się w trakcie pracy linii. Współpracują oni blisko z zespołem zaopatrzenia technicznego i magazynem części zamiennych, skąd pobierają części i podzespoły niezbędne do wykonania zadań prewencyjnych oraz naprawy zepsutych urządzeń. Korzystają oni z specjalnego systemu informatycznego o nazwie Api Pro (zob. ryc. 14.10).



Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej na podstawie interfejsu wejściowego programu Api Pro, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 14.10. Widok ekranu głównego systemu Api Pro

Program Api Pro wspomaga zarządzanie magazynem części i obsługą techniczną urządzeń. Za jego pośrednictwem pracownicy planują i zatwierdzają przeglądy techniczne i prewencyjne wymiany podzespołów. Tworzą grupy urządzeń i przyporządkowują im zestawy naprawcze. Zamawiają części i narzędzia na zapas magazynu i do konkretnych prac remontowych.

14.3. Analiza możliwości poprawy efektywności pracy Wydziału Bobovita

Produkcja odżywek w słoiczkach oraz wspierające go procesy logistyczne są bardzo rozbudowanymi, wymagającymi ciągłego udoskonalania. Kierownictwo zakładu musi na bieżąco analizować możliwości obniżania kosztów wytwarzania, zwiększania wydajności pracy czy zwiększania sprzedaży przez uatrakcyjnianie swojej oferty. Tabela 14.1. przedstawia analizę SWOT obrazującą sytuację Wydziału Bobovita w obszarze organizacji produkcji i procesów logistycznych.

Tabela 14.1

Analiza SWOT organizacji produkcji i procesów logistycznych Wydziału Bobovita

Organizacja produkcji i logistyki Wydziału Bobovita – analiza SWOT	
S Silne strony	Bogate portfolio produktowe.
	Duża elastyczność, możliwość szybkiego przestawienia linii na produkcję nowych receptur, smaków.
	Wykwalifikowani pracownicy: kierownictwo średniego szczebla, specjaliści, technolodzy.
	Know how – doświadczenie we wdrażaniu nowych produktów, Dział R&D na miejscu, wsparcie specjalistów ze szczebla centralnego koncernu.
	Planowanie produkcji i potrzeb materiałowych z wykorzystaniem najnowocześniejszych systemów ERP (SAP).
W Słabe strony	Brak wystarczającej pojemności magazynu surowców mrożonych. Zwiększone koszty i komplikacja operacji logistycznych z tym związane.
	Przestarzała organizacja obrotu surowcami i odpadami w obszarze przygotowania warzyw.
	Nieefektywny system zasypywania i transportu warzyw w obszarze kuchni.
	Brak integracji systemu SAP używanego w Dziale Planowania i Zakupów Logistycznych z systemami stosowanymi w Dziale Logistyki Wewnętrznej, Dziale Eksportu, Dziale Wdrożeń czy Dziale Produkcji.
	Brak pełnego systemu klasy Simatic IT do sterowania kompletowaniem receptur.
O Szanse	Wdrożenie nowych linii produktowych dla dzieci po 18. miesiącu życia, jak np. pasty do smarowania pieczywa – rosnące zainteresowanie konsumentów.
	Obniżenie kosztów wytwarzania przez wymianę energochłonnych urządzeń.
	Obniżenie kosztów wytwarzania przez uproszczenie receptur, zmniejszenie udziału trudno dostępnych składników.
	Przejęcie wolumenów produkcyjnych od innych fabryk koncernu dzięki niższym kosztom produkcji i stale poprawianym wynikom jakościowym.

T Zagro- żenia	Ryzyko utraty marki ze względu na incydenty jakościowe lub reklamacje konsumentów, głównie z uwagi na ciała obce (szkło, drewno, metal, włosy).
	Ryzyko zwiększonej ilości odejść pracowników produkcji i logistyki – powstanie wielu nowych zakładów produkcyjnych w okolicach Opola.
	Skokowy wzrost kosztów produkcji. Energochłonny proces (woda, energia elektryczna). Wzrost presji płacowej.
	Wzrost kosztów obsługi logistycznej ze względu na przerost dywersyfikacji produkcji (rosnąca różnorodność surowców, opakowań, ilość dostawców).
	Spadek popytu na obiady w słoiczkach z powodu rosnącej mody na kupowanie zdrowej żywności i samodzielne przyrządzanie potraw w domach.

Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej na podstawie wywiadów z pracownikami Wydziału Bobovita, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

W opisywanym przedsiębiorstwie na Wydziale Bobovita na początku 2015 r. podjęto decyzję o reorganizacji obszaru przygotowania warzyw, określanej mianem kuchni. Była ona podyktowana potrzebą usprawnienia procesu zaopatrzenia linii produkcyjnej oraz podniesienia wydajności linii produkcyjnej. W tym celu należało usunąć lub ograniczyć niezgodności, które można zaliczyć do trzech podstawowych grup:

1. Problemy logistyczne:

- duża odległość od magazynu warzyw mrożonych do miejsc rozładunku i rozpakowania warzyw;
- ograniczona ilość miejsca w obszarze rozpakowania warzyw mrożonych;
- brak miejsca na składowanie odpadów powstałych z opakowań surowców;
- długa droga transportu odpadów opakowaniowych do miejsc zdania odpadów;
- długa droga do miejsca ładowania i wymiany baterii wózków widłowych;
- kosztowny oraz trudny w utrzymaniu system transportu wodnego warzyw świeżych.

2. Problemy jakościowe:

- ryzyko dostania się do linii kawałków drewna, drzazg, pochodzących z palet przywożonych z mroźni w obszar kuchni (wiele miejsc z otwartym dostępem do surowców i półproduktów: taśmy inspekcyjne, lej ślimaka transportującego warzywa, wózki manipulacyjne do transportu mięsa, czasowo otwarte kotły grzewcze, itp.);
- ryzyko zakażenia mikrobiologicznego (zamknięty obieg wody transportu wodnego, zanieczyszczonej resztkami warzyw);
- niewystarczająca inspekcja warzyw mrożonych (krótki odcinek taśmy inspekcyjnej od miejsca rozpakowania do leja zasypowego kruszarki mrożonek);

- ryzyko obecności ciał obcych pochodzących od opakowań surowców (kawałki papieru, folii – rozcinanie worków bezpośrednio przy taśmie inspekcyjnej);
- niski stan higieny w obszarze pompy i rurociągu transportu wodnego (zanieczyszczona woda rozchłapywana na posadzkę i elementy konstrukcyjne transportu wodnego);
- trudne do mycia i dezynfekcji elementy linii produkcyjnej: transport wodny, krajalnica marchwi i ziemniaków umieszczona na wysokim podeście, ślimaki poziome przekazujące warzywa mrożone i kostkę warzyw świeżych do blanszowników.

3. Zagrożenia bezpieczeństwa pracy:

- manipulowanie dużą ilością palet warzyw mrożonych w obszarze pracy wielu osób i w pobliżu wielu urządzeń;
- zastawianie dróg transportowych i ograniczanie miejsca pracy operatorów linii warzyw, blanszowników i kotłów produkcyjnych;
- mokra śliska posadzka w obszarze transportu wodnego;
- konieczność ręcznego mycia urządzeń umieszczonych na dużych wysokościach (rurociąg transportu wodnego, filtr transportu wodnego, krajalnica warzyw świeżych, ślimaki poziome);
- wysokie natężenie hałasu spowodowane pracą pompy transportu wodnego.

Aby zaradzić wymienionym problemom, powołano zespół mający na celu zaproponowanie zmian, a następnie wdrożenie wybranej koncepcji reorganizacji obszaru przygotowania warzyw. W ten sposób powstał projekt „Kuchenne rewolucje 2”. W skład zespołu realizującego ten projekt weszli następujący pracownicy:

- kierownik ds. produktywności – lider projektu,
- inżynier automatyk – zastępca lidera projektu ds. technicznych,
- kierownik działu utrzymania ruchu – wybór wykonawców i zatwierdzanie dokumentów inwestycyjnych oraz faktur,
- lider produkcji – zebranie potrzeb i wymagań pracowników produkcyjnych,
- lider HR – nadzór nad wprowadzeniem zmian organizacyjnych i szkolenie pracowników produkcji,
- kierownik zapewnienia jakości – opiniowanie wprowadzanych zmian pod kątem wpływu na higienę i jakość wyrobów,
- technolog – opiniowanie zmian pod kątem wpływu na technologię produkcji,
- operator zasypu mrozonek (staż pracy ponad 5 lat) – zgłaszanie uwag i potrzebnych zmian, usprawnień z punktu widzenia pracownika obszaru,
- operator zasypu mrozonek (staż pracy do 1 roku) – zgłaszanie uwag i potrzebnych zmian, usprawnień z punktu widzenia pracownika obszaru,
- planista produkcji – przygotowanie planu produkcji w czasie postojów i wznowieniu produkcji.

Pomysłowi realizacji projektu „Kuchenne rewolucje 2” przyświecały cele biznesowe wyszczególnione w tabeli 14.2.

Tabela 14.2

Cele biznesowe projektu „Kuchenne rewolucje 2”

1	Poprawa obsługi logistycznej obszaru przygotowania warzyw	Zmniejszenie odległości między mroźnią a stanowiskami rozpakowania warzyw mrożonych. Skrócenie czasu dostaw palet z mroźni oraz zwrotów do mroźni.
		Uwolnienie miejsca w obszarze kuchni przez przeniesienie stanowisk rozpakowania mrozonek w obszar zasypu surowców. Udrożnienie dróg komunikacyjnych w obszarze taśm inspekcyjnych marchwi i ziemniaka oraz blanszowników.
		Wyznaczenie nowych miejsc składowania odpadów (opakowania foliowe i kartonowe) poza obszarem kuchni. Skrócenie dróg wywozu odpadów.
		Wycofanie z użytkowania jednego wózka widłowego. Skrócenie odległości między obszarem użytkowania a stacją ładowania wózków.
		Zastąpienie kosztownej instalacji transportu wodnego warzyw świeżych, dużo tańszym i łatwiejszym w obsłudze, układem przenośników taśmowych i ślimakowych.
2	Zapewnienie wymagań NNS i NNE	Brak drewna w obszarze – wycofanie palet drewnianych ze strefy średniej.
		Usunięcie ryzyka zakażenia mikrobiologicznego (woda transportu wodnego).
		Podniesienie poziomu inspekcji warzyw mrożonych (wydłużone taśmy inspekcyjnej).
		Obniżenie ryzyka obecności ciał obcych z opakowań (kawałki papieru, folii – rozpakowanie na oddzielnym taśmociągu).
		Ogólne podniesienie higieny (czysta posadzka, podesty – brak transportu wodnego).
Usunięcie wielu trudno domywalnych elementów linii produkcyjnej.		
3	Podniesienie bezpieczeństwa operatorów linii warzyw	Zaprzestanie manipulacji paletami w obszarze kuchni. Udrożnienie dróg transportowych i poprawa ergonomii pracy.
		Zmniejszenie ryzyka poślizgnięcia się poprzez usunięcie nieszczelnej instalacji transportu wodnego.
		Znaczne ograniczenie ilości prac niebezpiecznych i nieergonomicznych, jak ręczne mycie urządzeń na wysokości oraz ręczne domywanie trudno dostępnych części linii.
		Obniżenie hałasu przez usunięcie instalacji transportu wodnego.

Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej na podstawie Listu projektowego projektu „Kuchenne rewolucje 2”, realizowanego na Wydziale Bobovita Zakładu Produkcyjnego Nutricia w Opolu, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

W ramach omawianego projektu opracowano także zestawienie oczekiwanych korzyści z wdrożenia przedsięwzięcia. Istotnym było również ta-

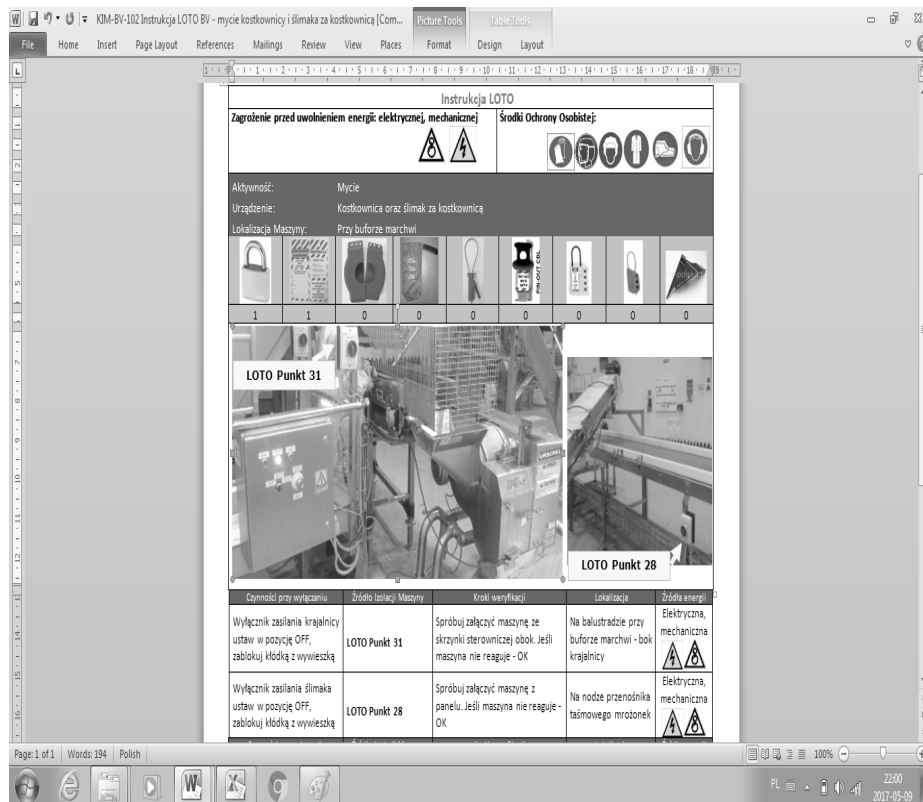
belaryczne zestawienie obszarów ryzyka oraz wskazanie operacji zapobiegających w trakcie realizacji projektu „Kuchenne rewolucje 2” z uwzględnieniem: produkcji, dostawców, planowania produkcji, pracowników oraz dostaw. Wszystko to stanowiło pierwszą fazę – koncepcyjną – realizacji omawianego projektu. W trakcie drugiej fazy projektu „Kuchenne rewolucje 2” nastąpiło opracowanie:

- długoterminowego planu produkcyjnego Wydziału Bobovita obejmującego okres wdrożenia projektu,
- szczegółowego harmonogramu prac w ramach wdrożenia omawianego projektu, którego celem była przebudowa linii warzyw.

Trzeba dodać, że powołany zespół wdrażający (PSG) odbywał regularne spotkania co 2 tygodnie przez okres dwóch miesięcy poprzedzający termin przebudowy linii warzyw. W trakcie postoju produkcji zespół był obecny w obszarze prac firm zewnętrznych. W tym okresie członkowie PSG stanowili wsparcie merytoryczne dla zespołu projektu „Kuchenne rewolucje 2”, oraz przygotowywali stanowiska pracy do wznowienia produkcji, a powierzone im zadania podzielono na cztery grupy:

- aktualizacja instrukcji i formularzy,
- standaryzacja obszaru pracy operatorów,
- asysta podczas prac montażowych, zgłaszanie potrzeb operatorów i wychwytywanie uchybień z zakresu bezpieczeństwa, ergonomii i higieny pracy,
- aktualizacja opisów stanowisk i szkolenia liderów oraz operatorów.

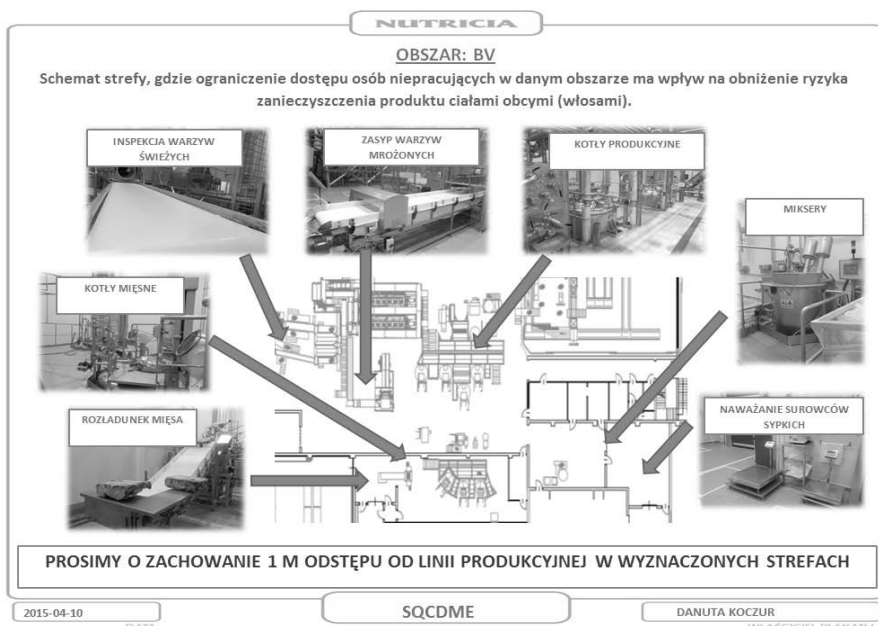
Aktualizacja instrukcji jest niezbędna, gdyż tak znacząca reorganizacja Wydziału Produkcyjnego i przebudowa linii powoduje duże zmiany warunków pracy. W pierwszej kolejności należy zweryfikować bezpieczeństwo pracowników. Sprawdzić, czy w obszarze pracy nie pojawiło się nowe ryzyko, czy nie powstała konieczność wykonywania prac szczególnie niebezpiecznych i jak zmieniły się pozycje zabezpieczeń, takich jak: osłony, wyłączniki bezpieczeństwa, miejsca poboru środków ochrony indywidualnej. Na rycinie 14.11 przedstawiono obecny schemat w rodzaju instrukcji zwany LOTO, stanowiący mapę wyłączników prądu; zaworów pary, wody, sprężonego powietrza; blokad mechanicznych po zmianach. Instrukcja tego typu przypomina operatorowi lub mechanikowi, jakie rodzaje niebezpiecznej energii mu zagrażają i w jakich punktach należy je odłączyć, przed przystąpieniem do ingerencji w maszynę.



Źródło: Opracowanie autora pracy licencjackiej na podstawie danych Archiwum Wydziału Bovovita Zakładu Produkcyjnego Nutricia w Opolu, M. Rupnik, Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 14.11. Pozmianowa instrukcja LOTO wskazująca wyłączniki energii elektrycznej, które należy zablokować kłódką

Również instrukcje z zakresu higieny i zapewnienia jakości podlegały weryfikacji i wymianie, gdyż każda zmiana konstrukcyjna linii produkcyjnej ma wpływ na bezpieczeństwo produkowanych wyrobów. Aktualizacji wymaga również rozmieszczenie dróg przemieszczania się i granic stref higienicznych. Rycina 14.12 przedstawia instrukcję określającą strefy ograniczonego dostępu do otwartych części linii produkcyjnej, by zmniejszyć ryzyko zanieczyszczenia wyrobów ciałami obcymi.



Źródło: Jak w ryc. 14.11.

Ryc. 14.12. Zaktualizowana instrukcja jakościowa
– wyznaczenie obszarów ograniczonego wstępu w strefy otwartego produktu

Pozostałe prace, które należało wykonać wraz z zakończeniem przebudowy linii warzyw to:

- instrukcje stanowiskowe,
- zmodyfikowanie zoniingu, czyli wizualnych oznaczeń dla miejsc paletowych, dróg komunikacyjnych, miejsc na odpady, miejsc na sprzęt do sprzątania,
- standaryzacja stanowisk operatorskich w zakresie ergonomicznego rozmieszczenia narzędzi pracy,
- szkolenie pracowników obszaru kuchni.

Projekt „Kuchenne rewolucje 2” trwał niemal 16 miesięcy, a jego rezultatem jest znacząco zmodernizowane przygotowanie warzyw. W obszarze produkcji zaszły duże zmiany techniczne, przeobrażeniom uległa organizacja obsługi logistycznej kuchni. Wymienione usprawnienia pozwoliły na obniżenie kosztów produkcji oraz uwolnienie wolnych mocy przerobowych w zespole logistyki wewnętrznej.

14.4. Zagadnienia

1. Dywizja firm
2. Proces zautomatyzowany wytwarzania kaszek
3. Urządzenia specjalistyczne produkcji mleka dla niemowląt
4. Linie pakujące wyroby w słoiczkach
5. Funkcje magazynu wewnętrznego
6. Organizacja Działu Logistyki Wewnętrznej
7. Moduły systemu zintegrowanego QAD Enterprise
8. Zadania Działu Eksportu
9. Wspomaganie systemem Api Pro zarządzania magazynem części i obsługą techniczną urządzeń
10. Cel przeprowadzonej analizy SWOT
11. Korzyści z wdrożenia przedsięwzięcia „Kuchenne rewolucje 2”
12. Znaczenie instrukcji LOTO

15. Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP

15.1. Metody planowania i magazynowania dostaw

Niniejszy rozdział bazuje – za zgodą autora – na pracy licencjackiej „Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP (na przykładzie zakładu Alsecco)” i dotyczy przedsiębiorstwa branży budowlanej²⁴⁹. Szczególną uwagę zwrócono na przedstawienie i ocenę funkcjonowania łańcucha dostaw oraz sposobów wdrażania nowoczesnych rozwiązań w procesie logistycznym. Ponadto poddano analizie funkcjonujący system informatyczny klasy ERP w obszarze logistycznym. Podmiotem gospodarczym objętym badaniem ankietowym jest Zakład Produkcyjno-Handlowo-Usługowy Alsecco w Opolu. Wymieniony zakład jest jednym z dziesięciu największych w Polsce przedsiębiorstw produkujących stolarkę PCV, a klienci przede wszystkim pochodzą z krajów Unii Europejskiej. Zadaniem przeprowadzonej analizy, popartej ankietyzacją, było doprowadzenie do dalszej modernizacji eksploatowanego systemu informatycznego.

Współczesne zarządzanie łańcuchem dostaw według J. Witkowskiego jest definiowane jako:

„Proces decyzyjny związany z synchronizowaniem strumieni popytu i podaży (informacyjnych, fizycznych i finansowych), które przepływają między jego uczestnikami, aby osiągnąć przez nich przewagę konkurencyjną, jak również stworzyć wartość dodaną z pożytkiem dla wszystkich jego ogniw, klientów oraz pozostałych interesariuszy”²⁵⁰.

²⁴⁹ B. Korzeniowski, *Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP (na przykładzie zakładu Alsecco)*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

²⁵⁰ J. Witkowski, *Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, poświadczenie*, wyd. 2 zm., Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010, s. 36.



Źródło: http://alsecco.net.pl/dt_gallery_category/galeria/, dostęp: 26.01.2017.

Ryc. 15.1. Widok zakładu Alsecco

Wariantem stabilnego sterowania zapasami w obszarze zapotrzebowania jest metoda planowania potrzeb materiałowych MRP (*Material Requirements Planning*). Umożliwia ona komputerowe wylistowanie zapotrzebowania na materiały i komponenty z kooperacji. Uwzględniając cykle dostaw, wielkości bieżących zapasów oraz harmonogram produkcji finalnej i części zamiennych, można opracować szczegółowe wykazy potrzeb w konkretnych terminach. Metoda MRP polega na podziale horyzontu planistycznego na ogół na odcinki tygodniowe i określeniu dla nich potrzeb materiałowych, z uwzględnieniem potrzeb brutto i netto na poszczególnych poziomach rozwinięcia wyrobu. Znając potrzeby w określonych przedziałach czasowych, następnym problemem do rozwiązania pozostaje ustalenie wielkości partii dostawy, a najbardziej znanymi sposobami do jej ustalenia są²⁵¹:

- 1) stała wielkość partii – SWP (*fixed order quantity*),
- 2) ekonomiczna wielkość partii – EWP (*economic order quantity*),
- 3) partia na partię – PNP (*lot-for-lot*),
- 4) partia pokrywająca zapotrzebowanie okresowe (*fixed period requirements*),
- 5) obliczeniowy stały cykl zamawiania (*period order quantity*),
- 6) minimalny koszt jednostkowy (*least unit cost*),

²⁵¹ Ibidem.

- 7) minimalny koszt całkowity (*least total cost*),
- 8) partia okresowo bilansowana (*part period balancing*),
- 9) algorytm Wagnera-Whitina (*Wagner-Whitin Algorithm*).

Składane zamówienie obejmuje zwykle zapotrzebowanie na kilka jednostek terminowania, lecz nie dotyczy to sposobu trzeciego. Zapotrzebowanie brutto konfrontowane jest z istniejącymi zapasami bądź z jeszcze niezrealizowanymi przez dostawców zamówieniami. Następnie zamówienie jest składane z wyprzedzeniem równym czasowi cyklu dostawy, a jego wielkość zależy od zapotrzebowania na następny okres i od stanów zapasów. Zapas zabezpieczający w tych metodach ogranicza się wyłącznie do ilości niezbędnej do pokrycia zapotrzebowania w przypadku odchylenia czasu cyklu dostawy. Dokładne wyliczenie zapotrzebowania nie wymaga stosowania żadnego dodatkowego zapasu zabezpieczającego. Warto zauważyć, że w systemie MRP do obliczenia ustalenia wielkości partii wykorzystywane są niektóre formuły, stosowane w klasycznych modelach sterowania zapasami. Wielkość zapasu zabezpieczającego ulega obniżeniu, ponieważ uwzględnia tylko możliwości odchylenia związanych z czasem dostaw, a nie zawiera odchylenia związanego ze zmiennym popytem²⁵². Omówione zostaną teraz krótko wymienione wcześniej sposoby ustalania partii dostaw:

1. Stała wielkość partii (SWP) – stała wielkość zamówienia ustalana jest przez menedżera arbitralnie poprzez oświadczenie, co do typowych potrzeb i istniejących blokad produkcyjnych lub rynku dostawców. Tę metodę stosuje się dla pozycji o wysokim koszcie zamawiania.
2. Ekonomiczna wielkość partii (EWP) – tej metody nie przewiduje się do zastosowania w systemach klasy MRP, ale łatwo można ją wprowadzić do systemu. Metodę tę głównie stosuje się do tanich części, albo w sytuacji, gdzie występuje ciągły i w miarę stały popyt na konkretne pozycje materiałowe. Poprzez to możemy liczyć na optymalizację poziomu zapasu obrotowego. Rozpatrując dużą zmienności popytu, założenia metody co do kształtowania zapasu stają się bardzo nieprecyzyjne.
3. Partia na partię (PNP) – jest fundamentalną metodą w systemie klasy MRP. Nie zakłada ona optymalizacji wielkości i czasu dostawy. Metoda ta opiera się na zamawianiu dokładnie takiej ilości, która następuje wprost z zapotrzebowania netto. Cykl zamawiania również pokrywa się z czasem występowania popytu. Ma ona zastosowanie szczególnie dla drogich pozycji, kupowanych na zewnątrz lub/i dla pozycji o wysoce nieciągłym zapotrzebowaniu.
4. Partia pokrywająca zapotrzebowanie okresowe – jest to prosta realizacja metody dostawy comiesięcznej, cotygodniowej lub dowolnego stałego przedziału

²⁵² P. Cyplik, *Koncepcje i strategie logistyczne. Przegląd metod sterowania zapasami*, „Logistyka” 2003, nr 1, s. 24.

- potrzeb. Mamy w niej do czynienia ze stałym okresem dostaw w zmieniającej się ich ilości. Łatwo więc zauważyć, że jest to odwrotność metody o stałej wielkości zamówienia. Metodę stosuje się szczególnie do pozycji niedrogich.
5. Obliczeniowy stały cykl zamawiania – jest do wykorzystania w warunkach zapotrzebowania dyskretnego. Fundamentem jest klasyczna metoda obliczania ekonomicznej wielkości partii. Wiemy jak często składać zamówienie, ale nie wiemy w jakiej ilości. Wielkość dostawy nie powinna być równa ekonomicznej wielkości partii EWP. Sumę zapotrzebowanie netto z danego okresu, cyklu zamawiania stanowi odpowiednia wielkość dostawy. Wyrażona w ten sposób wielkość dostawy i cykl zaopatrzenia powodują, że ta metoda jest skuteczniejsza niż klasyczna metoda EWP, ponieważ ma taki sam roczny koszt uzupełniania zapasów, lecz niższy koszt utrzymania zapasów. Nie tworzy „resztek” w okresach między zapotrzebowaniami.
 6. Minimalny koszt jednostkowy – trzeba tutaj znaleźć odpowiedź na pytanie: Czy skala potrzeb netto z początkowego okresu ma być wielkością zamówienia, to znaczy wielkością partii lub czy ma zostać powiększona, aby wyrównać potrzeby okresów kolejnych? Odpowiedź zależy jednak od wielkości łącznego kosztu jednostkowego.
 7. Minimalny koszt całkowity – w metodzie tej również należy odpowiedzieć na pytanie: Czy wielkość potrzeb netto z pierwszego okresu ma być wielkością zamówienia, czyli wielkością partii, lub ma zostać powiększona, aby pokryć potrzeby kolejnych okresów?²⁵³.
 8. Partia okresowo bilansowana – metoda ma założenia takie same, jak metoda najmniejszego kosztu całkowitego, a obliczanie wielkości zamówień jest podobne. Uzupełnieniem jest tutaj zastosowanie dodatkowej regulacji nazywanej „spojrzenie patrz w przód/patrz w tył” (*look ahead/ look back*). Celem jest wykluczenie trzymania zapasów pokrywających najwyższe zapotrzebowanie przez dłuższy czas, by uniknąć zamówień będących przypisywanych do okresów z niskimi zapotrzebowaniami. Regulacje są wykonywane tylko wtedy, kiedy poprawiają istniejącą sytuację. Test „spojrzenie w przód” zawsze rozpoczyna omawianą procedurę. Jeśli staje się on zawodny, należy przeprowadzić test „spojrzenie w tył”. W tym przypadku przedmiotem sprawdzenia jest możliwość dodania wielkości potrzeb z ostatniego czasu do następnej partii, czyli możliwość zmniejszenia wielkości pierwszej partii.
 9. Algorytm Wagnera-Whitina (W-W) – model dynamicznej wielkości partii jest uogólnieniem modelu ekonomicznej wielkości zamówienia, który uwzględnia, że zapotrzebowanie na produkt w rozpatrywanym okresie może się zmieniać. Algorytm ten posługuje się procedurą optymalizacji opartą na modelu programowania dynamicznego. Ocenia ona wszystkie możliwe sposoby zamawiania w celu pokrycia zapotrzebowania netto w każdym okresie horyzontu planistycz-

²⁵³ Ł. Hadaś, M. Fertsch, P. Cyplik, *Planowanie i sterowanie produkcją*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012, w ramach projektu współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Projekt Wiedza dla gospodarki, s. 134–141.

nego. Jej celem jest osiągnięcie optymalnej strategii zamawiania dla wejściowego zapotrzebowania netto. Algorytm W-W pozwala na określanie wielkości partii dla wyrobu pojedynczego, gdy popyt, koszty utrzymania zapasów i koszty uruchomienia zmieniają się przez n okresów²⁵⁴.

Według PN-84/N-01800: „Magazyn jest jednostką funkcjonalno-organizacyjną, magazynującą dobra materialne (zapasy) w wyodrębnionej przestrzeni, budowli magazynowej, według umownie przyjętej technologii, wyposażoną w odpowiednie urządzenia i środki techniczne, obsługiwaną oraz zarządzaną przez zespół ludzi wyposażonych w odpowiednie umiejętności”²⁵⁵. Z punktu widzenia logistyki magazyn jest ogniwem procesu logistycznego, w którym towary są przechowywane tymczasowo i dostarczane do kolejnych ogniw sieci dostaw. Magazyny mogą być punktami dostaw i odbioru oraz punktami koncentracji lub rozdziału strumieni towarów w całym systemie logistycznym. W magazynie występują procesy przemieszczania i składowania. Pierwszeństwo określonych etapów zależy od funkcji magazynu. Wymagane funkcje w kluczowym stylu rzutują na lokalizację, technologię i organizację prac stosowaną w magazynie²⁵⁶.

Jednym ze sposobów podniesienia atrakcyjności rynkowej firm jest usprawnienie funkcjonowania procesów, w tym również magazynowania. Stałe obniżanie kosztów, przyśpieszanie tych procesów wymaga zmian w zakresie organizacji magazynu. Takie zmiany muszą być dokonywane rozmyślnie, gdyż nietrafione decyzje mogłyby doprowadzić do poważnych strat i przestojów w pracy magazynu²⁵⁷. Cykl magazynowy toczy się najsprawniej, gdy jednostki ładunkowe przyjęte do magazynu mogą przechodzić do strefy składowania pod taką postacią, w jakiej zostały dostarczone. Działania podejmowane w sferze składowania polegają na prowadzeniu różnych zabiegów, które przede wszystkim konserwują materiały oraz chronią je przed zniszczeniem. Istota tych zabiegów zależy od właściwości chemicznych i fizycznych przechowywanych materiałów. Warto zauważyć, że zapewnienie odpowiednich wymogów podczas skła-

²⁵⁴ J. Orlicky, *Planowanie potrzeb materiałowych – nowy styl zarządzania produkcją i zapasami*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1981, s. 230.

²⁵⁵ PN-84/N-01800 – Gospodarka magazynowa. Terminologia podstawowa.

²⁵⁶ A. Niemczyk, *Zapasy i magazynowanie*, t. 2: *Magazynowanie*, wyd. 2 popr., Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2007, s. 9.

²⁵⁷ J. Krystek, *Analiza procesu magazynowania w magazynie wysokiego składowania*, Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011, s. 616.

dowania jest podyktowane ich ochroną oraz stopniowym pozyskiwaniem pożądanych właściwości. Ze względu na kolejność przebiegu pracy magazynu istotne jest odpowiednie rozmieszczenie towarów w strefie składowej. Adekwatnie do warunków pracy magazynu, organizacja prawidłowej alokacji towarów ma wpływ na cykl realizacji operacji magazynowych, przy czym wyróżniamy następujące podstawowe techniki składowania towaru w magazynie:

1. Metoda wolnych miejsc składowania – polega na umieszczaniu towarów tam, gdzie jest wolne miejsce. Stosuje się ją do asortymentów o różnej częstotliwości przyjęć i wydań. Dzięki niej można zaoszczędzić ok. 20–25% powierzchni składowej.
2. Metoda stałych miejsc składowania – polega na tym, że asortyment ma przypisane stałe miejsca składowe. Zwiększa to przejrzystość zagospodarowania przestrzeni oraz łatwość odszukania danego towaru w magazynie.
3. Metoda rotacji – jej zasadą jest częstotliwość wydań. Im większa częstotliwość wydawania towaru, tym droga transportowa przy przemieszczaniu jest krótsza. Towary zostają pogrupowane na podstawie częstotliwości pobrań.
4. Metoda według poziomów składowania – polega na dzieleniu ładunków według ich ciężaru. Przydział do danej grupy zależy od jego wielkości. Wydzielono grupy A – to ładunki o masie ponad 600 kg, B – ładunki o masie 400–600 kg, C – ładunki lekkie do 400 kg.
5. Metoda według jednostek ładunkowych – posiadane jednostki ładunkowe przechowuje się na regałach wysokiego składowania, przy czym jednostki podzielone są na grupy: małogabarytowe, ponadgabarytowe, normalne²⁵⁸.

Kryteria wymienione w metodach wynikają z funkcji i zadań magazynu w łańcuchu dostaw, nieodzowne przy tym jest przestrzeganie zasady: „pierwsze przyszło – pierwsze wyszło” wobec składowanych grup towarowych²⁵⁹. Mimo wyraźnych tendencji widocznych w gospodarce światowej do zwiększania rotacji dóbr, czego najlepszym przykładem jest system Just-in-Time, procesów magazynowania nie da się wyeliminować. Wynika to z czasu trwania procesów transportowych²⁶⁰. Dobrze prowadzony magazyn zapewnia ciągły strumień przepływów towarowych, reagujących na zapotrzebowanie odbiorców. Magazyn zapasów jest integralną częścią całego systemu logistycznego, który wdrażany jest u źródła procesów go-

²⁵⁸ <http://logistyka.blox.pl/2015/03/Zagospodarowanie-przestrzeni-magazynu.html>, dostęp: 9.06.2016.

²⁵⁹ Z. Dudziński, M. Kizyn, *Poradnik magazyniera*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000, s. 32.

²⁶⁰ C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, wyd. 3, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003, s. 137.

spodarczych u producenta, a kończy się w miejscu, gdzie klient zjawia się jako konsument określonego dobra rynkowego²⁶¹. Do bazowych funkcji spełnianych przez magazyn należy: przyjmowanie dóbr materialnych, ich ewidencjonowanie, dokonywanie licznych czynności manipulacyjnych (przeładunki, przemieszczanie, umieszczanie w miejscu składowania), przechowywanie, bezpieczeństwo przed kradzieżami, nadmiernymi naturalnymi ubytkami oraz ewentualnie konserwacja, kompletowanie i wydawanie.

Funkcje manipulacyjne w magazynie wykazują na ogół dynamikę, natomiast funkcje ochrony zapasów mają charakter statyczny. Ważny jest czas przyjęcia i wydania magazynowanych produktów oraz oczekiwania środków transportu na załadunek²⁶². Do podstawowych funkcji logistycznych magazynu zaliczamy²⁶³:

- synergie wielkości podaży i popytu (niezbędne przy znacznych wahanach podaży, np. artykułów rolnych lub popytu na napoje);
- zredukowanie kosztów transportu (zyskujemy dzięki zmniejszeniu częstotliwości dostaw, lecz tym samym zwiększeniu dostarczanej ilości w jednym terminie);
- wspomaganie procesów produkcyjnych (możliwe jest to poprzez utrzymanie koniecznych zapasów surowców i opakowań do gwarancji ciągłości produkcji, jak również systematyczne odbieranie wyrobów gotowych z produkcji);
- wsparcie procesów marketingowych (następuje to poprzez akumulację zapasów niezbędnych, aby skutecznie realizować akcję promocyjną).

W tabeli 15.1 sklasyfikowano magazyny według kryterium technicznego oraz ekonomiczno-organizacyjnego. Układy technologiczne magazynów różnią się rozmieszczeniem stref względem siebie i można je podzielić na: przelotowe, kątowe, workowe. Efektywność procesu magazynowego określa się przez: maksymalne wykorzystanie przestrzeni składowej magazynu, minimalizację czynności manipulacyjnych związanych z przemieszczeniem towarów przez magazyn od jego wejścia do wydania²⁶⁴.

²⁶¹ B. Słowiński, *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008, s. 111.

²⁶² C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie...*, s. 138.

²⁶³ A. Niemyzyk, *Zapasy i magazynowanie...*, t. 2, s. 10–11.

²⁶⁴ Z.M. Skowroński, *Zarządzanie gospodarką magazynową*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997, s. 119–120.

Tabela 15.1

Podział magazynów ze względu na rozwiązania konstrukcyjne i przeznaczenie

Rodzaj magazynu	Przeznaczenie	Klasyfikacja
Kryterium techniczne	budowa	otwarte – place składowe
		półotwarte – wiatry, szopy
		zamknięte – naziemne, podziemne
		specjalne – spichlerze, silosy
	wyposażenie	zautomatyzowane
		zmechanizowane
niezmechanizowane		
Kryterium ekonomiczno- -organizacyjne	pełniona funkcja	rozdzielcze
		transportowo-przeładunkowe
		skupu
		zasobowe
	szczeble obrotu	zbytu
		hurtowe
		detaliczne
	rodzaj towarów	uniwersalne
		ogólnospożywcze
		ogólnoprzemysłowe
		wyspecjalizowane
		o wąskiej specjalizacji

Źródło: B. Słowiński, *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008, s. 112.

15.2. Charakterystyka produkcyjna

Zakład Alsecco produkujący okna, wytwarza tzw. stolarkę otworową na bazie PVC i aluminium. Posiada 5 hal produkcyjnych o powierzchni 18 380 m² oraz magazyn wysokiego składowania. Wdrożone zostały nowe technologie produkcji okien w systemie Holz Fenster Look, jak również DRY GLUING SYSTEM oraz projekt „Wdrożenie nowej technologii do wytwarzania okien energooszczędnych”. Hale zakładu wyposażone są w nowoczesne centra produkcyjne, a zintegrowany system komputerowy cały czas nadzoruje proces produkcji. Nowoczesny park maszynowy i kwalifikacje załogi powodują, że jest możliwe wytworzenie produktu

spełniającego coraz wyższe wymogi jakościowe. W produkcji okien wykorzystywane są ekologiczne profile renomowanych firm Salamander-Industrie Produkte GmbH Brüggmann, Veka, Profine, KBE oraz Trocal. Do produktów stosowane są okucia firmy Maco Multi Matic. Zakład zajmuje się także produkcją okien i drzwi aluminiowych przy użyciu profili *Aluprof* i *Aliplast*.

Omawiany zakład, zatrudniający ok. 380 osób, posiada własną flotę samochodową, która w 80% zaspokaja jego potrzeby transportowe. Swoją działalność prowadzi na terenie Invest Park Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej, Podstrefa w Nysie. Wykorzystanie specjalistycznych materiałów, jak również technologii *bluEvolution Salamander* lub *Brüggmann* wymusza korzystanie z odpowiednich programowanych urządzeń tworzących linie do produkcji wyrobów o wysokiej jakości (zob. ryc. 15.2). Wśród nich możemy wyróżnić centrum tnąco-obróbcze Schirmer, stanowiące inteligentne rozwiązanie zaprojektowane dla profili PCV, w którym ich cięcie i obróbka zachodzą w procesie ciągłym. Określony profil jest szybko (150–200 m/min) dokładnie pozycjonowany przez kleszcze transportowe z wysokodynamicznymi magnetycznymi silnikami liniowymi. Łatwa dla pracownika jest obsługa maszyny za pomocą monitora dotykowego. Kolejne wysokiej jakości centra to maszyny do cięcia i obróbki profili PCV firmy Urban, które gwarantują idealną dokładność wymiarową i kontową. Nowoczesne elementy sterowania pozwalają na bardzo szybkie procesy cięcia i obróbki. Obsługa jest nawigowana logicznie i intuicyjnie dzięki różnym oknom dialogowym. W trakcie pisania tej pracy planowana była dalsza rozbudowa Alsecco, w tym zakup nowych maszyn do produkcji okien typu ALU oraz nowych samochodów ciężarowych wraz z przyczepami²⁶⁵.

²⁶⁵ Informacje uzyskane na terenie ZPHU Alsecco przez autora pracy licencjackiej, B. Korzeniowski, Analiza powdrożeniowa...



Źródło: Opracowanie własne autora cytowanej pracy licencjackiej, B. Korzeniowski, Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP (na przykładzie zakładu Alsecco), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 15.2. Linie technologiczne w zakładzie Alsecco

Znaczne ułatwienie w procesie zarządzania spółką odgrywa wdrożony w 2010 r. zintegrowany pakiet informatyczny Microsoft Dynamics NAV. Łączy on w sobie cechy funkcjonalnego, niezawodnego i w pełni zintegrowanego systemu, który wspiera zarządzanie organizacją. Moduły umożliwiają obsługę klienta (CRM), planowanie i optymalizację produkcji wyrobów i dystrybucji oraz handel elektroniczny (*e-Commerce*). Systemem objęte zostały wszystkie stanowiska pracy w obszarze finansów, księgowości, gospodarki magazynowej, produkcji, z wyjątkiem spraw osobowych. Dodatkowo w zakładzie funkcjonuje dedykowany system komunikacji z kontrahentami poprzez stronę WWW. System ten umożliwia składanie zamówień, weryfikację etapu produkcji oraz otrzymywanie faktur drogą internetową. Program zapewnia łatwy dostęp do informacji finansowych, szczegółową analizę przedsięwzięć i analizę trendów. Pozwala na wielowymiarowe przeglądanie informacji finansowych, monitorowanie wyników pracy oraz obserwowanie trendów. Występują też funkcje raportowania przekrojów finansowych. Aplikacja jest dostosowana do przepisów polskich i Unii Europejskiej.

15.3. Sposób składania zamówień i realizacji dostaw

Metody planowania dostaw stosowane w Alsecco przebiegają według określonych procedur. Podstawowym modułem, poprzez który klienci dokonują rejestracji, a następnie potwierdzają zamówienia, jest system Alsecco24, dostępny dla każdego klienta firmy – dealera logującego się na stronie internetowej www.alsecco.net.pl. Trzeba zalogować się z podaniem hasła do swojego konta, przydzielonego przez firmę lub bezpośrednio przez stronę <https://alsecco24.eu>. W pierwszej kolejności procesu składania zamówień zostają wyszczególnione adresy e-mail, na które klient przesyła parametry swojego zamówienia, tj. wyroby, wymiary i inne parametry techniczne (szyby, okucia, kolor ram i skrzydeł). Na życzenie klienta sporządzana jest oferta/wycena, którą otrzymuje on w ciągu 24 godzin. W przypadku wystąpienia wątpliwości co do zamówienia, pracownik działu wycen kontaktuje się z klientem w celu ich wyjaśnienia. Na podstawie otrzymanej oferty klient może złożyć zamówienie. Może zrobić to również w inny sposób, a mianowicie samemu wycenić wyrób na podstawie obowiązującego cennika. Następnie klient przesyła dane rejestrowe firmy, a handlowiec tworzy dla niego wniosek rabatowy, który jest akceptowany przez poszczególne działy w firmie, przy czym na końcu trafia do akceptacji przez klienta. Potem tworzone jest dla niego konto do systemu Alsecco24 wraz z udostępnieniem loginu i hasła. Po zalogowaniu w pierwszej kolejności klient musi potwierdzić warunki handlowe. W ciągu 24 godzin otrzymuje on również mailowe potwierdzenie wprowadzenia zlecenia do systemu, dzięki czemu może sprawdzić poprawność zamówienia oraz wprowadzić ewentualne korekty. Zobowiązany jest również do spełnienia takich warunków, jak wpłata zaliczki oraz spełnienie minimum logistycznego. W następnej kolejności zlecenie trafia do Działu Planowania Produkcji i Transportu. W zależności od zamówionego asortymentu na materiał do produkcji wyrobów typowych czas oczekiwania to 7 dni roboczych, wyrobów nietypowych 15 i dłużej. Po opracowaniu planu produkcji oraz transportu, klient otrzymuje informację drogą elektroniczną z przybliżoną datą transportu. Na 7 dni roboczych przed wysyłką otrzymuje maila z informacją o numerze tygodnia. Natomiast na 5 dni roboczych przed wysyłką maila z dokładną datą transportu, przy czym należy rozpatryć:

- 1) dotrzymanie terminów dostawy uzgodnionych z dealerem. Wiąże się to również z minimalną kwotą dostawy (minimum logistyczne), tzn. musimy dostarczyć zamówienie, które jest powyżej określonej kwoty w umówionym terminie. Jeżeli minimum logistyczne nie zostało osiągnięte, wtedy tym kosztem zostaje obciążony klient, jest to koszt niespełnienia minimum logistycznego uwzględniony we wniosku rabatowym;
- 2) „opłacalność dostawy”, tzn. trzeba dbać o takie planowanie tras transportu, aby zminimalizować stosunek liczby dostarczanych okien do kosztu ich dowiezienia;
- 3) wydajność produkcji powinna być określona na podstawie warunków planowania produkcji oraz transportu.

Planowanie dostaw odbywa się w systemie informatycznym Microsoft Dynamics NAV, potocznie zwanym Navision. Pierwszym krokiem jest określenie paczki transportowej, która odpowiada jednej dostawie. Opracowując ją, ustala się datę transportu i inne dodatkowe informacje. Przykładowe regiony dostaw w Polsce pokazano na rycinie 15.3. Planowanie dostaw na rynek polski odbywa się na jednakowych zasadach. Mapa – rycina 15.3 – ma podane oznaczenia cyfrowe przypisane do poszczególnych województw, do których transportowana jest produkowana stolarka okienna PCV. Zaznaczono przykładowe województwo śląskie. Identyfikacja trasy odbywa się na podstawie kodów pocztowych przypisanych do każdego województwa.



Źródło: Opracowanie własne autora pracy licencjackiej na podstawie www.alsecco24.eu, dostęp: 26.01.2017, B. Korzeniowski, Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP (na przykładzie zakładu Alsecco), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Ryc. 15.3. Obszary dostaw na polski rynek, w tym trasa „śląskie”

Firma podzieliła swoje magazyny ze względu na grupy asortymentowe. Są to głównie produkty i półprodukty potrzebne do produkcji wyrobów gotowych. Magazynowane materiały są przechowywane w warunkach zabezpieczających je przed przypadkowym uszkodzeniem. Są one przechowywane w ściśle określonych miejscach, opakowaniach (np. oryginalne opakowania dostawców) posiadających jednoznaczne opakowania, a do najważniejszych zaliczamy cztery magazyny zamknięte – naziemne:

- 1) magazyn okuć – jest to magazyn niskiego składowania, półprodukty znajdują się na podłodze lub na półkach – niskich regałach. Stosuje się metodę stałych miejsc składowania (zob. ryc. 15.4), wprowadzono w nim system Just-in-Time (JIT) związany z rotacją dóbr. System ten pozwala zsynchronizować wszystkie czynności w procesie produkcyjnym;
- 2) magazyn dodatków, tj. osłonki, listwy przyszybowe, listwy podparapetowe, klamki – podobnie jak okuć, jest magazynem niskiego składowania, w którym półprodukty znajdują się na półkach – niskich regałach;
- 3) magazyn profili;
- 4) magazyn wyrobów gotowych – magazyn produktów finalnych – jest magazynem niskiego składowania.



Źródło: Jak w ryc. 15.2.

Ryc. 15.4. Magazyn okuć Alsecco

Głównym magazynem w Alsecco jest magazyn profili, wysokiego składowania niemieckiej firmy Remmert (zob. ryc. 15.5). Głównym ce-

lem zbudowania tej klasy magazynu było podniesienie efektywności. Tego typu składowanie komorowe ma odpowiednie oprogramowanie logistyczne w celu dogodnego zarządzania gospodarką magazynową. Sterowanie zapasami odbywa się na ściśle określonych zasadach. Zamówienia wszystkich koniecznych materiałów do produkcji wyrobów gotowych odbywają się pod konkretne zamówienie.



Źródło: <http://www.glaswelt.de/GLASWELT-2016-8/Wabnlager-beschleunigt-Fensterproduktion,QUIEPTcyMzi0MCZNSUQ9MTA00Dcw.html>, dostęp: 26.01.2017.

Ryc. 15.5. Magazyn wysokiego składowania w Alsecco

Plan zleceń wprowadzony do systemu Navision jest komputerowo optymalizowany i zatwierdzony przez Dział Planowania i Transportu, a następnie Dział Zaopatrzenia po uprzednim sprawdzeniu w systemie przesyła pliki zamówień, m.in. profili, okuć, szyb do swoich dostawców. Kierownik produkcji (od osób odpowiedzialnych za planowanie produkcji) otrzymuje następujące dokumenty:

- wydruk paczki produkcyjnej (zbiorcze zestawienie zleceń do produkcji w danym dniu),
- etykiety produkcyjne z danymi identyfikacyjnymi zlecenia,
- etykiety boczne,
- dane do sterowania maszynami CNC.

Pracownicy Działu Produkcji do realizowanych zleceń pobierają materiały z magazynu wydawane na podstawie dokumentu „Pobranie materiału” (RW). Materiały „schodzą” ze stanu magazynowego i „wchodzą” na stan produkcji. Raz w tygodniu przeprowadzana jest inwentaryzacja materiałów na produkcji. Magazynier opracowuje „Zwrot na magazyn” (ZW). Cały proces sterowania zapasami odbywa się za pomocą systemu operacyjnego klasy ERP, którym jest zintegrowany pakiet Microsoft Dynamics NAV. Wyroby spełniające wymagania (dopuszczone do obrotu przez kontrolę jakości) zostają przekazane do Magazynu Wyrobów Gotowych. Przed przyjęciem okna PCV na magazyn, magazynier skanuje każde zlecenie (każdą sztukę), co uruchamia procedurę „Przyjęcia wewnętrznego” (PW), natomiast system komputerowy automatycznie realizuje „Rozchód wewnętrzny materiału”. Materiał poprzez przyjęcie wewnętrzne wyrobu zostaje wprowadzony do systemu. Podczas organizacji transportu dla klienta Dział Fakturowania, na podstawie paczki transportowej, sporządza dokumenty „Wydanie zewnętrzne” (WZ) oraz „Faktura VAT”, przy czym należy pamiętać, że nie byłoby to możliwe bez uprzedniego sporządzenia PW. Brak przyjęcia okna w systemie skutkuje niemożnością wystawienia dokumentów wydań. Pracownicy transportu mają obowiązek skompletowania i przekazania kierowcom wszystkich niezbędnych dokumentów związanych z wywozonymi wyrobami.

15.4. Przykładowy opis funkcjonalności modułów systemu Microsoft Dynamics NAV

Moduły systemu Microsoft Dynamics NAV umożliwiają planowanie i optymalizację procesu produkcji, dystrybucję, obsługę klienta (CRM), handel elektroniczny (*e-Commerce*). Obsługa tego systemu jest w zasadzie prosta dzięki przejrzystemu interfejsowi wejść i wyjść. Poprzez wspólną bazę danych jest dostęp do każdego modułu²⁶⁶. Po zalogowaniu się do Navision pojawia się okno startowe. W menu głównym występują funkcje: *Plik, Edycja, Widok, Narzędzia, Okno, Pomoc*. Ponadto pojawiają się nazwy wszystkich modułów systemu Navision ułożone poziomo jeden pod drugim. Razem tworzą pełny zbiór funkcjonalności. Zaletą takiego układu jest pełne współdzielenie informacji (danych) w czasie rzeczywistym. W omawianym zakładzie Dział Zaopatrzenia korzysta z danych Magazy-

²⁶⁶ <http://www.navision.pl/>, dostęp: 24.01.2017.

nu Surowca (kartoteki, powierzchnia magazynowa, stany magazynowe). Często również sięga do informacji z Działu Sprzedaży (zapotrzebowanie, zamówienia klientów, rotacja towaru) i Działu Produkcji (zapotrzebowanie materiałowe według MRP). Magazyn Surowca korzysta z informacji Działu Zaopatrzenia (daty dostawy, ilości), a Dział Sprzedaży z danych Działu Księgowości (kredyty kupieckie, rozliczenia, rentowność).

Obecnie eksploatowany system komputerowy usprawnia pracę zakładu poprzez korzystanie z takich modułów, jak: *Zarządzanie Finansami*, *Zarządzanie Środkami Pieniężnymi*, *Sprzedaż i Marketing*, *Zakupy*, *Magazyn*, *Transport*, *Produkcja*, *Zlecenia*, *Planowanie Zasobów*, *Serwis*, *Zasoby Ludzkie*, *Administracja*. Aby przykładowo pokazać możliwości korzystania z omawianego systemu w zakresie identyfikacji transakcji przychodu/rozchodu, przedstawiono dalej sposób tworzenia przyjęcia magazynowego, wydania magazynowego oraz fakturowanie zlecenia. Zaczęę od funkcji księgowanie przyjęcia zakupu. Po sprawdzeniu zgodności „Wydania zewnętrznego” (WZ) z „Fakturą VAT” (kopią lub oryginałem) przystępujemy do wprowadzenia dokumentu „Przyjęcie zewnętrzne” (PZ). Na każdym WZ powinien być wpisany numer zamówienia, jeżeli jego brak, to osoba zamawiająca materiał powinna go podać. Gdy już posiadamy numer zamówienia zakupu, to odszukujemy go w programie poprzez wejście na panelu bocznym do *Zakupy* → *Przetwarzanie zamówień* → *Zamówienia*. Rozwijamy listę zamówień przez naciśnięcie <F5> lub na górnym pasku ikonę otwierającą listę zamówień zakupu oznaczoną strzałką w górę w ramach kółka. Po otwarciu listy wybieramy interesujące nas zamówienie. Ustawiamy kursor na wierszu z numerem zamówienia i wówczas wpisujemy numer, a wtedy pojawi się okno dialogowe. Zaznaczamy „część pola” naciskając klawisz Enter. Po otwarciu zamówienia procedura dalszego postępowania jest realizowana w sześciu krokach:

1. Musimy być pewni, że na zamówieniu jest wprowadzony prawidłowy dostawca. Gdyby było inaczej, należy skopiować to zamówienie do nowego zamówienia poprzez *Funkcje* → *Kopiuj dokument*. Pokażę się nam kolejne okno dialogowe, w którym należy uzupełnić numer zamówienia, który chcemy skopiować. Wybieramy dostawcę i zaznaczamy *przelicz ponownie*.
2. Wypełnienie pola *Seria numeracji księgowania*. To pole uzupełniamy, gdy mamy oryginał faktury i jesteśmy gotowi w tym momencie księgować fakturę z PZ. Jest to pole wyboru i możemy je rozwinąć naciskając strzałkę przy tym polu lub ustawieniu się na tym polu i wciśnięciu <F6> i wybieramy FVZ w polu *Seria numeracji przyjęcia* wybieramy (M:PZ +) , przy czym wybieramy tak, gdy przyjmujemy materiał na stan magazynowy. W polu *Kod lokalizacji* wybieramy

- odpowiedni magazyn, na który chcemy przyjąć dostawę. Te pola muszą być wypełnione obowiązkowo.
3. Uzupełniamy wszystkie obowiązkowe pola dotyczące dat z faktury lub WZ oraz pole dotyczące VAT-u. Gdy księgujemy PZ z fakturą i jeżeli faktura wpłynęła w następnym miesiącu niż jest księgowana, należy zaznaczyć *Przełożony VAT*. W przypadku gdy zaksięgowany mamy sam PZ i chcemy dokończyć fakturę, należy otworzyć ponownie to zamówienie przez *Funkcje* → *Otwórz ponownie*. Należy wtedy poprawić daty zgodnie z fakturą.
 4. Wypełniamy pola z numerem faktury i numerem dostawy (nr WZ).
 5. Gdy kupujemy od dostawcy w walucie euro należy uzupełnić pole *Kod waluty*. Przez kliknięcie na przycisku z trzema kropkami (...) pokaże nam się tabela *Zmianianie kursu wymiany*. W polu *Relacyjny kurs wymiany* należy wpisać bieżący kurs euro.
 6. Sprawdzamy ilości i numer zapasów na zamówieniu z tym co mamy na fakturze lub na WZ. Gdy jest różnica ilości, np. gdy na zamówieniu jest więcej niż na fakturze/WZ, to należy zmienić ilość *Do przyjęcia*, na taką, którą otrzymaliśmy. Gdy ilość na FV/WZ jest większa niż na zamówieniu, to należy zmienić ilość w kolumnach *Ilość* i *Ilość do przyjęcia*. Jeżeli w zamówieniu jest pozycja, która nie została dostarczona, to należy w pozycji *Ilość do przyjęcia* wpisać zero. Gdy wartość pozycji też się różni, należy to zmienić zgodnie z fakturą. Po sprawdzeniu ilości i wartości, należy sprawdzić wartość PZ przez naciśnięcie klawisza <F9>. Jeśli wartość zgadza się nam z fakturą, to możemy zaksięgować sam PZ lub PZ z fakturą przez naciśnięcie klawiszy <SHIFT+F11>. Gdy chcemy od razu wydrukować dokument naciskamy klawisz <F11>. Po wciśnięciu księgowania pokaże nam się tabela z trzema polami do wyboru w zależności od tego, co chcemy zaksięgować. Przy księgowaniu faktury ważne jest uzupełnienie pól *Kod metody płatności* i *Termin płatności* w zakładce *Fakturowanie*.

W podobny precyzyjny sposób opracowane są procedury dalszych różnorodnych transakcji w procesie przychodu i rozchodu, po które bliżej zainteresowany czytelnik może sięgnąć w rozdziale drugim pracy licencjackiej²⁶⁷.

Wyprodukowane wyroby w procesie produkcyjnym zostają oznaczone poprzez naklejenie na ramę okna etykiety, na której znajduje się numer pozycji w sortowniku. W dalszej kolejności gotowe okno jest wkładane przez pracownika produkcji do odpowiedniego miejsca w sortowniku, zgodnie z numeracją na etykiecie. Następnie okna znajdujące się w sortowniku są skanowane jedno po drugim przy użyciu ręcznego skanera. Podczas tego pierwszego skanowania wypełnia się „Przyjęcie wewnętrzne wyrobu” (PW), a następnie „Przesunięcie magazynowe” (MM). W toku

²⁶⁷ B. Korzeniowski, Analiza powdrożeniowa...

procesu produkcyjnego stolarka okienna jest po kolei wyciągana z sortownika, a następnie układana na stojakach zleceniami, tj. paczką transportową. Na znajdujących się obok monitorach wyświetlane są zlecenia znajdujące się w sortowniku. Program pokazuje pracownikom nr zlecenia, np. BK17/0004F, nr paczki transportowej, tj. 19006, pozycję w sortowniku, tj. 77/1 – 80/1, osobę odpowiedzialną za kontrolę jakości, która dopuściła okno do wywozu, ilość okien w zleceniu, tj. 4 oraz ile zostało wykonanych, tj. 4. Po wyciągnięciu całego zlecenia z sortownika i ułożeniu okien na stojaku pozycja w programie zaznaczona na zielono zostaje uznana za kompletną. Następnie okna są pojedynczo kompletowane do paczki transportowej i po ułożeniu zleceń na stojaki następuje drugie skanowanie okien do transportu. Po zeskanowaniu okien do transportu pracownicy odwożą każdą paczkę transportową do wyznaczonej lokalizacji, gdzie oczekuje na swoją kolej do wywozu.

Przed ostatnim etapem procesu dystrybucji dyspozytor powiadamia kierowcę o załadunku. W tym czasie drukuje on specyfikację stojakową, na której widnieje numer stojaka oraz zleceń, które się na nim znajdują. Pracownik magazynu szuka stojaka na podstawie specyfikacji, liczy okna sprawdza ich zgodność ze specyfikacją i jeżeli wszystko się zgadza następuje ostatnie skanowanie okien do wywozu. W tym czasie do paczki transportowej dokładane są dodatki, tj. klamki, poszerzenia, a w etapie końcowym następuje załadunek.

15.5. Analiza powdrożeniowa systemu zintegrowanego

Alsecco wdrożyło program Microsoft Dynamics NAV za pośrednictwem firmy Solid Solutions. Wdrożenie to objęło obszary finansów, księgowości, produkcji, gospodarki magazynowej. Dodatkowo został uruchomiony dedykowany system komunikacji z kontrahentami poprzez stronę WWW. System ten dał sposobność składania zamówień, weryfikację etapu produkcji oraz otrzymywanie faktur *online*. Firma Solid Solutions zakończyła z sukcesem wdrożenie tego systemu dzięki sprawdzonej metodologii. Implementacje poprzedzone były analizą przedwdrożeniową, a po analizie przygotowany został model aplikacji, który był testowany przez Alsecco. Po wdrożeniu oferowana była tzw. asysta powdrożeniowa oraz serwis w zakresie eksploatacji poszczególnych modułów systemu informatycznego Navision, który ma budowę modułową.

System od początku do końca został dostosowany do uwarunkowań organizacyjnych i funkcjonalnych zakładu. Niezbędne było sprawne poruszanie się po wszystkich działach przez ekipę wdrożeniową. Wywiady przeprowadzane z kierownictwem i pracownikami poszczególnych działów dały w rezultacie długo oczekiwaną satysfakcję z wykonywanej pracy. Aby usprawniać i ułatwiać pracę, ekipa wdrożeniowa wciąż na bieżąco modyfikowała funkcjonalność systemu, a wymagało to skoordynowania pracy całego zakładu. Wiele zastosowanych metod nie spełniało oczekiwań w pierwszym etapie, nie poddawano się jednak i poprawiano je do tego momentu, aż rezultat był zadowalający.

Na potrzeby kalkulacji tworzono raporty, „pobierające” z systemu najważniejsze dane i to w jak najkrótszym czasie. System zapewnił łatwy dostęp do informacji finansowych, analizę trendów i szczegółową analizę przedsięwzięć. Pozwolił wielowymiarowo przeglądać informacje finansowe, monitorować osiągnięcia, badać powiązania i wykorzystywać trendy. Występujące w nim funkcje finansowe pozwalają w pełni wykorzystać informację. System przede wszystkim dostarczył użytkownikom dogodnego interfejsu i dopasowanych narzędzi informatycznych. Ponadto w znacznym stopniu zautomatyzował procesy zarządzania. Navision umożliwia konwersję z innymi aplikacjami, w tym z Microsoft Office. Poprzez możliwość eksportu raportów do Excela, otrzymano narzędzie, dzięki któremu można sortować dane w raporcie według potrzeb.

Koszt licencji wdrożonego systemu jest uzależniony od liczby stanowisk komputerowych potrzebnych do pracy. Największy koszt stanowiły moduły podstawowe. Centrum systemu to nowoczesna, pomyślana rozwojowo, serwerownia pracująca automatycznie. Serwer główny został podzielony na możliwych 8 podserwerów, z których eksploatowane w trakcie pisania tej pracy były trzy. W przypadku awarii jednego z nich jego rolę przejmują dwa kolejne, w przypadku awarii dwóch prac przekazywana jest trzeciemu. Pod serwerem głównym jest wydzielonych 11 serwerów wirtualnych w pełni skonfigurowanych. Ponadto baza serwera głównego posiada kopię bezpieczeństwa (*backup*).

W procesie wdrażania systemu zintegrowanego wystąpiły różne potrzeby jego implementacji. Całkowicie zmodyfikowano zasady przyjęć „Faktura zakupu” w module *Zakupy*. Było to konieczne, ponieważ proces ten był mozolny, a błędy ludzkie działały na niekorzyść zakładu. Po wdrożeniu „Przyjęcia zewnętrzne” (PZ) do każdego zamówienia były wprowadzane ręcznie. Polegało to na tym, że w puste pole zamówienia pracownik wpro-

wadzał kody towarów, wartości, ilości oraz ceny. Faktury od dostawców były bardzo obszerne i aby usprawnić ten proces oprogramowanie zostało zmodyfikowane. Z utworzonej paczki produkcyjnej z wszystkich potrzebnych do produkcji materiałów tworzyło się zamówienie materiału z podziałem asortymentowym na poszczególnych dostawców. Osiągnięto to poprzez ręczne ustawienie dostawcy oraz terminów dostaw (długości oczekiwania) na każdym z kodów, na całej liście kodów w bazie. Do każdego z wprowadzonych zamówień wystawiana była osobna faktura zakupu. Uzgodniono z dostawcami, że będą wystawiać do każdego zamówienia osobną fakturę.

Faktury przysyłane były w plikach PDF oraz w plikach do importu, tj. CSV. Pliki CSV oprogramowane zostały tak, aby importowały się bezpośrednio do każdego wskazanego ręcznie zamówienia. Dokonano usprawnienia, dzięki któremu importują się ilości materiału do przyjęcia magazynowego (PZ) oraz poprawne wartości „Faktur zakupu” (FZ). Dzięki tej pomocy zmodernizowano i ułatwiono oraz przyspieszono pracę przy przyjęciach towarów do systemu. Podczas ręcznego wprowadzania dokumentu „Przyjęcie magazynowe” (PZ) nie zawsze materiał był wprowadzany na czas. W momencie zamówienia materiału nie było kontroli materiałów i towarów zalegających. Teraz zakład posługuje się plikami do importu. Wszystkie faktury zakupu, zamówienia materiału, wprowadzone do programu kierowane są bezpośrednio do dostawcy, ale zanim zostaną wysłane program analizuje, czy dany materiał jest na stanie magazynowym i ile trzeba go zamówić do produkcji, tak aby nie tworzyć towarów zalegających.

Poruszając się w obszarze zamówień materiałów do produkcji, autor cytowanej pracy licencjackiej zaproponował rozwiązanie, które ma zapobiec stratom ponoszonym przez zakład do tej pory. Dotyczy to wyeliminowania błędów manualnych, przy wprowadzaniu zamówień do Navision. Źle wprowadzone zamówienie ciągnie się przez wszystkie procesy, to znaczy zostaje błędnie zamówiony materiał, jest nieprawidłowa produkcja, nieprawidłowe rozliczenia magazynowe w rezultacie zostaje wystawiona nieprawidłowa faktura VAT. Nie wszystkie procesy można zautomatyzować, dlatego trzeba cały czas uświadamiać pracowników o tych niedogodnościach. W takiej sytuacji zdaniem Bartosza Korzeniowskiego powinno się wprowadzić blokadę modyfikacji wprowadzonego już do systemu zamówienia, do którego został zamówiony materiał²⁶⁸. Nie może być możliwości

²⁶⁸ B. Korzeniowski, Analiza powdrożeniowa...

anulowania takiego zlecenia. W rezultacie uprawnienia do modyfikowania takich zamówień powinno się oddać jednej, odpowiedzialnej osobie.

Podstawowym elementem obszaru Zarządzania Finansami jest Księga Główna, w której księguje się informacje finansowe, a następnie sumuje, przetwarza i prezentuje. Użytkownicy mogą tworzyć różne koncepcje automatycznych księgowani, mogą swobodnie kształtować plan kont, jak również wykorzystywać funkcje obliczania podatku VAT i automatycznego generowania danych do deklaracji VAT. Mają możliwość definiować transakcje okresowe w dziennikach powtarzalnych. Navision jest w pełni dostosowany do obowiązujących przepisów – zarówno polskich, jak i unijnych. System zdecydowanie ułatwia wykonywanie różnych zadań, a oferuje m.in.:

- możliwość definiowania kont w strukturze planu kont – dla każdego definiowanego konta można otworzyć okno saldo/budżet z kwotami rzeczywistymi i budżetowymi w odniesieniu do pojedynczych kont lub całego planu;
- widok stale aktualizowanych sald i obrotów;
- możliwość sprawdzania przed zaksięgowaniem, jaki wpływ na konta będą miały zapisy dziennika – nieskomplikowanie można śledzić zaksięgowane zapisy i stornować operacje błędnie zaksięgowane;
- opcję wprowadzania kwot do arkuszy finansowych w dowolnej walucie;
- funkcję definiowania roku finansowego z dowolną datą rozpoczęcia i dzielenia go na okresy księgowe;
- możliwość tworzenia budżetów w odniesieniu do dowolnie zdefiniowanych okresów, np.: tygodni, miesięcy, kwartałów, lat i dowolnych okresów księgowych;
- opcję sporządzania budżetów w odniesieniu do oddziałów, projektów lub jednostek biznesowych.

W systemie Navision można dostosować aplikację do swoich potrzeb, dodając kolejne pola, zmieniając wygląd formularzy lub dodając nowe tabele albo rozszerzając zakres menu. Można też określić warunki płatności oraz rabaty dla poszczególnych nabywców i dostawców. Ponadto, system umożliwia transakcje w wielu walutach (również w euro). Pozwala także prowadzić działalność i składać raporty do urzędów w wybranej walucie. Oprócz wymienionych zalet, według Bartosza Korzeniowskiego, występuje także niedogodność, bowiem w momencie fakturowania „klienta” w walucie euro nie można zastosować dwóch kursów walut na jednej fakturze, co tworzy różnice kursowe, które muszą być wyksięgowywane ręcznie. Jak do tej pory, nie udało się zaproponować sposobu na usprawnienie tego procesu.

Moduł *Zarządzanie Środkami Pieniężnymi* obejmuje zarządzanie przyjmowaniem kasy „Kasa przyjmie” (KP), wypłatą kasy „Kasa wypłaci”

(KW). Moduł *Sprzedaż i Marketing* to nic innego jak zarządzanie kontaktami i relacjami z klientami, zamówieniami sprzedaży, cenami sprzedaży i rabatami. Natomiast moduł *Zakupy* to zarządzanie zamówieniami zakupu, zapotrzebowaniem, dostawcami i raportowaniem. W zakresie modułu *Magazyn* występuje zarządzanie zapasami, przyjęcia i wydania, śledzenie zapasu, dostępność zapasu, dzienniki przesunięć, jednostki składowania zapasu, inwentaryzacje, lokalizacje zapasu, obsługa towarów oraz raporty. W module *Magazyn* stosuje się przyjęcia wewnętrzne wyrobów (PW). Jak już wspomniano, podczas wdrażania Navision przyjęcia te odbywały się ręcznie. Szerzej, drukowano raporty, na których widniały numery zleceń stolarki, która powinna zostać wprowadzona do tego systemu. W dalszej kolejności sprawdzano numery zleceń z wyprodukowaną stolarką, a następnie ręcznie wpisywano i księgowano okna do Navision. System ten powodował znaczne pomyłki oraz dublowano ilości. Do tych potrzeb został opracowany system skanowania okien, co spowodowało pojawienie się ich w buforze magazynowym, a w dalszej kolejności pracownik magazynu wprost z bufora księguje okna dokumentem „Przyjęcie wewnętrzne” (PW). Następnie za pomocą dokumentu „Przesunięcie magazynowe” (MM) przesuwa wyrób do odpowiedniego magazynu, w którym się znajduje. W ten sposób usprawniono kolejny mankament powdrożeniowy. Moduł *Transport* obejmuje zarządzanie transportem, planowanie paczek transportowych i raportowanie. Następny moduł *Produkcja* umożliwia planowanie, zarządzanie oraz prowadzenie całego procesu produkcyjnego. Zaczyna się to od planowania produkcji, obliczenia zapotrzebowania materiałowego, harmonogramowania produkcji, rozłożenia obciążenia mocy produkcyjnych, aż po sterowanie produkcją oraz gromadzenie danych związanych z produkcją.

Moduł *Zlecenia* zawiera planowanie zleceń, wprowadzanie zleceń, śledzenie zlecenia od momentu wpłynięcia, poprzez zamówienie materiału do momentu produkcji, fakturowania oraz dostawy do klienta. W ramach modułu *Planowanie Zasobów* występuje zarządzanie i planowanie zasobów ludzkich. Oprócz wymienionych modułów system Navision dysponuje jeszcze modułami *Serwis*, a w ramach tego zlecenia serwisowe, obsługa zleceń reklamacyjnych, planowanie i alokacja zadań. Moduł *Zasoby Ludzkie* służy do zarządzania pracownikami i zatrudnieniem. Kolejny moduł *Administratorzy* przeznaczony jest do zarządzania systemem, określa dostęp do funkcjonalności systemu oraz umożliwia tworzenie raportów.

Jednym z najistotniejszych problemów w eksploatacji systemu zintegrowanego klasy ERP Navision jest blokowanie się wzajemne użytkowników podczas wspólnej pracy. W związku z tym, że jest bardzo dużo zapisów ze sobą powiązanych, program za każdym razem, kiedy włączane jest księgowanie na danym komputerze, wycenia na nowo każdy zapis w oparciu o rzeczywiste ceny zakupu wynikające z faktur zakupu. W praktyce aplikacja pilnuje zapisów na każdym komputerze, a powinien to robić serwer. Takie postoje oraz spowalnianie pracy innych działów skutkują poważnymi utrudnieniami, a w rezultacie sprawiają, że pracownicy niejednokrotnie nie są w stanie zakończyć swojego ośmiogodzinnego dnia pracy. Najwięcej blokad przypada na koniec miesiąca oraz na początek następnego, wiąże się to w dużej mierze z Działem Księgowości. Mimo wszystko jednak z dnia na dzień tych zapisów przybywa, tak więc kolejka blokad wydłuża się. Jedyna możliwa modyfikacja polega na odświeżaniu całego systemu automatycznie w godzinach wieczornych, kiedy nikt nie pracuje. Tym samym aktualizowane są wszystkie tabele, w których zawarte są wszystkie dane.

15.6. Zagadnienia

1. Pojęcie zarządzanie łańcuchem dostaw
2. Metoda planowania zapotrzebowania materiałowego (MRP)
3. Ustalenie wielkości partii dostawy
4. Procedura składania zamówień
5. Techniki składania towarów
6. Podział magazynów ze względu na przeznaczenie

16. Estymowanie parametrów modelu ekonometrycznego programem gretl

16.1. Wstęp

W badaniach demograficznych występuje potrzeba określenia zależności formalnych między cechami przyczynowymi a cechą uważaną za 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 [dm³],
- 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 Statystyczny²⁶⁹.

²⁶⁹ Przykładowe odniesienia do źródeł danych statystycznych: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-województw-2015,4,10>.

Procedura postępowania w zakresie tworzenia i weryfikacji zaproponowanego modelu ekonometrycznego bazuje na wcześniejszej publikacji autora dotyczącej modelowania cechy „Liczba bezrobotnych” w odniesieniu do całej Polski²⁷⁰. 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 lat 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 z 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 10 000 ludności (X78).

Jak już nadmieniono, zmienne dobrano intuicyjnie, a ich ilość wynikała z warunku gretla:

$$\text{ilość obserwacji} > \text{ilość parametrów (zmiennych)} + 1.$$

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

html?pdf=1 (lata 2010-2015); <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rzeczypospolitej-polskiej-2006,2,1.html>; <http://opole.stat.gov.pl/publikacje-i-foldery/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-województwa-opolskiego-2016,4,12.html?pdf=1>, dostęp: 3.10.2018.

²⁷⁰ W. Wornalkiewicz, *Model ekonometryczny zmiennej „Liczba bezrobotnych”*, [w:] *Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania – formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne*, red. nauk. T. Pokusa, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2011.

dla Polski wykazały zmienne: X9, X10, X48, X50, X59²⁷¹. Moim zdaniem, istnieje potrzeba zapoznania się 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. Kufła ma dogodny interfejs wejścia dla użytkownika. Stronę tytułową tego pakietu pobieranego z witryny www.kufel.torun.pl zaprezentowano na rycinie 16.1.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 16.1. Strona tytułowa programu gretl

16.2. Dane wejściowe

Obecne czasy dają możliwość zestawiania danych do szeregów przekrojowych, czyli wielu zmiennych, bezpośrednio z zasobów internetowych roczników statystycznych województw, opublikowanych i ogólnie dostępnych w formie elektronicznej. Przykład wejścia do rocznika 2016 pokazano na rycinie 16.2.

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	2015

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 16.2. Fragment pliku „Rocznik Statystyczny Województw” 2016

²⁷¹ Ibidem, s. 183.

Do badań cechy „Liczba bezrobotnych” w województwie opolskim przyjęto okres 2004–2015. Charakteryzował się on wyraźnie dynamicznymi zmianami w zakresie gospodarki i układów sprawozdawczości statystycznej, wynikającymi często z zaleceń Unii Europejskiej. Z tego powodu trzeba było poszukiwać danych szeregów czasowych w różnych rocznikach statystycznych na poziomie zarówno 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. ryc. 16.3). Po tej operacji mamy wstępnie zaprojektowany model o postaci ogólnej:

$$(X3) = a_0 + a_1(X9) + a_2(X10) + a_3(X49) + a_4(X50) + a_5(Y1) + a_6(Y2) + a_7(Y3) + a_8(Y4)$$

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. 16.3. Zainicjowanie zmiennych do wprowadzania szeregów czasowych

Na rycinie 16.3 widzimy, że oprócz nazwy zmiennych możemy także 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, wyznaczanie 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);

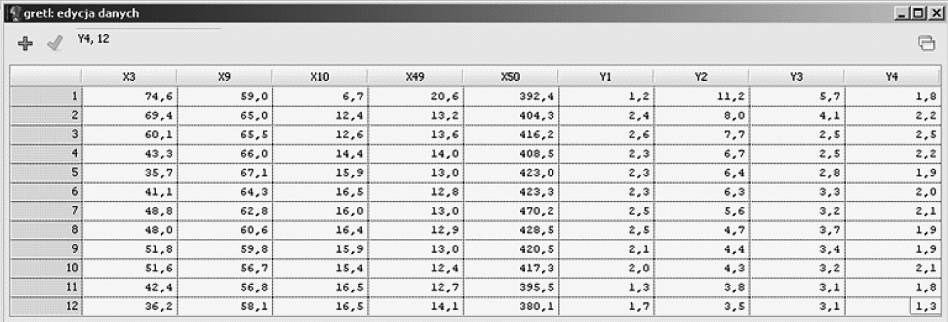
Próba (zakres prób, restrykcja dla próby, losowe próby, losowe próby z powtórzeniami, pomija obserwacje z brakującymi danymi, pokaż status danych);

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. Widok wprowadzonego szeregu przekrojowego w tysiącach pokazano na rycinie 16.4.



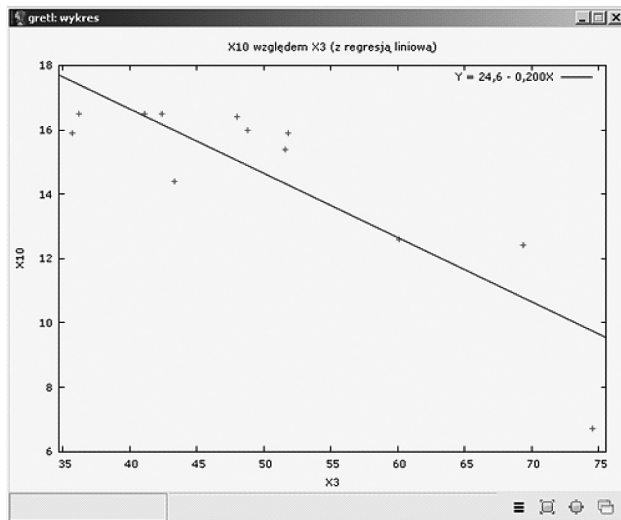
	X3	X9	X10	X49	X50	Y1	Y2	Y3	Y4
1	74,6	59,0	6,7	20,6	392,4	1,2	11,2	5,7	1,8
2	69,4	65,0	12,4	13,2	404,3	2,4	8,0	4,1	2,2
3	60,1	65,5	12,6	13,6	416,2	2,6	7,7	2,5	2,5
4	43,3	66,0	14,4	14,0	408,5	2,3	6,7	2,5	2,2
5	35,7	67,1	15,9	13,0	423,0	2,3	6,4	2,8	1,9
6	41,1	64,3	16,5	12,8	423,3	2,3	6,3	3,3	2,0
7	48,8	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. 16.4. Szereg przekrojowy zmiennej objaśnianej (zależnej) i szeregi zmiennych objaśniających (niezależnych)

Przykładowo skorzystajmy z funkcji (*Widok/Wykresy zmiennych/Wykres rozrzutu X-Y*) i zobaczymy, czy jest zależność między wartościami zmiennej „Liczba bezrobotnych” a „Liczba absolwentów technikum”. Łatwo zauważyć, że ze wzrostem liczby absolwentów technikum (X10) maleje liczba bezrobotnych (X3) (zob. ryc. 16.5). Równanie regresji liniowej podane na rycinie 16.5, przy czym X3 to Y, X to X10, jest następujące:

$$(X3) = 24,6 - 0,2 (X10).$$



Źródło: Opracowanie własne w gretl, gdzie X10 występuje na rycinie jako X.

Ryc. 16.5. Wykres liniowy zależności: (X3) → (X10)

Zachęceni tym przykładem, przejdziemy dalej do szukania zależności wielowymiarowej między zmienną zależną (X3) a innymi zmiennymi niezależnymi, przyjętymi intuicyjnie w tym opracowaniu do modelu ekonometrycznego.

Występowanie danych w programie gretl umożliwia wygenerowanie statystyki opisowej dla wszystkich zmiennych lub selektywnie wybranych (zob. ryc. 16.6). Występuje możliwość wyboru opcji: standardowa, rozszerzona.



Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.6. Okno dialogowe wyboru zmiennych do statystyki opisowej

Zakres statystyki rozszerzonej obejmuje dodatkowo współczynnik zmienności, skośność oraz kurtozę (zob. ryc. 16.7). Kurtoza 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	11,2000
Y3	3,3833	3,2000	2,5000	5,7000
Y4	1,9750	1,9500	1,3000	2,5000

	Odch.stand. Wsp. zmienności	Skośność	Kurtozą
X3	12,324	0,24526	0,75924
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. 16.7. Rozszerzona statystyka opisowa badanych zmiennych

Dodam jeszcze, że poszczególne miary statystyki opisowej zostały szczegółowo zdefiniowane w mojej książce *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*²⁷². Skupmy jednak uwagę na współczynnika zmienności V , który traktowany jest jako narzędzie wstępnej selekcji zmiennych objaśniających budowanego modelu ekonometrycznego określonej cechy skutku. Tak więc wyznaczenie współczynnika zmienności poszczególnych zmiennych X_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 ekonome-

²⁷² W. Wornalkiewicz, *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, cz. 1–2, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

trycznego. 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 16.8.

X3	X9	X10	X49	X50	
1,0000	-0,0337	-0,8542	0,5878	-0,1124	X3
	1,0000	-0,0462	-0,1556	0,3333	X9
		1,0000	-0,8770	0,3258	X10
			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		Y3
			1,0000		Y4

Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.8. Macierz współczynników korelacji

Dobór zmiennych objaśniających do modelu zmiennej (X3) „Liczba bezrobotnych” możemy przeprowadzić, stosując analizę współczynników korelacji. W tym celu możemy skorzystać z podanej na rycinie 16.8. wartości krytycznej współczynnika korelacji $r^* = 0,5760$, dla 12 obserwacji, przy czym dalsze postępowanie w tej analizie jest następujące²⁷³:

1. Sprawdzamy, czy $|r_j| \leq r^*$ i eliminujemy zmienne X_j (spośród: X9, X10, X49, X50, Y1–Y4) nieistotnie skorelowane z (X3).

$$|r_j| \leq r^* = 0,5760$$

2. Kierując się tym kryterium i przeglądając w macierzy korelacji pary relacji zmiennej objaśnianej X3 względem odpowiadających zmiennych objaśniających, możemy wyeli-

²⁷³ J. Dziechciarz, *Ekonometria: metody, przykłady, zadania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2003.

minować 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.

Po analizie współczynników korelacji wyeliminowano zmienne: X9, X49, X50, Y1–Y4. Pozostało nam więc tylko X10, co sugeruje regresję o równaniu podanym na rycinie 16.5.

Przy dużej liczbie zmiennych objaśniających ich selekcja według procedury współczynnika korelacji jest pracochłonna. Z tego względu łatwiej jest skorzystać z metody *a posteriori* zawartej w programie gretl.

16.3. 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. ryc. 16.9).



Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.9. 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* (zob. ryc. 16.10) wskazujący na oszacowane parametry a_0 , (a_1-a_8) , stojące przy zmiennych X9, X10, X49, X50, Y1-Y4, a ponadto gretl podaje nam:

- błąd standardowy oszacowania danego parametru,
- statystykę t -Studenta,
- wartość p , czyli prawdopodobieństwo błędu oszacowania danego parametru.

Pod informacjami o estymowanym modelu wyszczególniona jest statystyka opisowa i zalecenie redukcji modelu o zmienną X9.

	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. aryt. 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. 16.10. Oszacowanie parametrów *Modelu 1* zmiennej X3

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 wiele pojęć jest nam znanych z wykładów statystyki opisowej²⁷⁴, jednak szczególną uwagę proponuję zwrócić na *Kryterium informacyjne Akaike'a* (AIC) równe 65,31454, które w literaturze określone jest według wzoru²⁷⁵:

²⁷⁴ W. Wornalkiewicz, *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania...*,

²⁷⁵ M. Lipiec-Zajchowska (red.), *Wspomaganie procesów decyzyjnych*, [t. 2]: *Ekonometria*, C.H. Beck, Warszawa 2003.

$$AK = N \ln\left(\sum Z_n^2\right) + 2k,$$

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 $AIC = -2(-23,65727) + 18 = 65,31454$.

Pozostaje nam teraz korzystanie w kolejnych krokach z podpowiedzi *gretl*a 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. ryc. 16.11).

	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. 16.11. 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 16.12.

	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. 16.12. *Model 6*, czyli końcowy w procedurze *a posteriori*

Ostatecznie, po zaokrągleniu 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 graficznie informacje o poziomie istotności α dla obliczonego parametru, a mianowicie:

α	0,01	0,05	0,1	$\alpha > 0,1$
Oznaczenie	***	**	*	puste

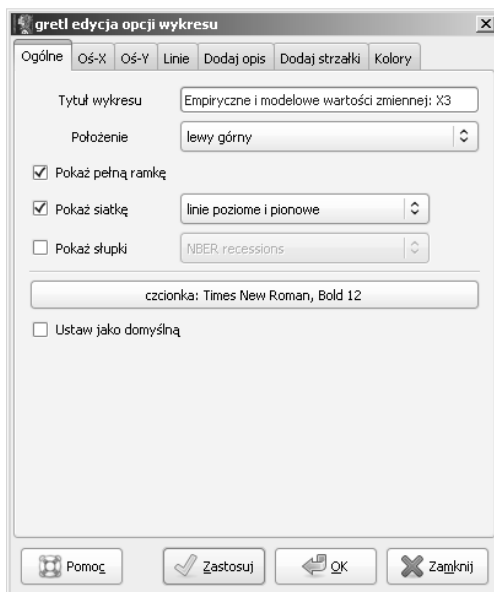
Puste oznacza brak statystycznej istotności danego parametru. W naszym przykładzie mamy trzy oraz dwie gwiazdki, czyli model jest zadowalający przy skorygowanym R^2 równym 0,906150. Przypomnijmy sobie teraz zmienne występujące w modelu końcowym:

- bezrobotni [tys.] – X3,
- przeciętne zatrudnienie w budownictwie [tys.] – X10,
- zużycie wody w gospodarstwach domowych w miastach [hm^3] – 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.

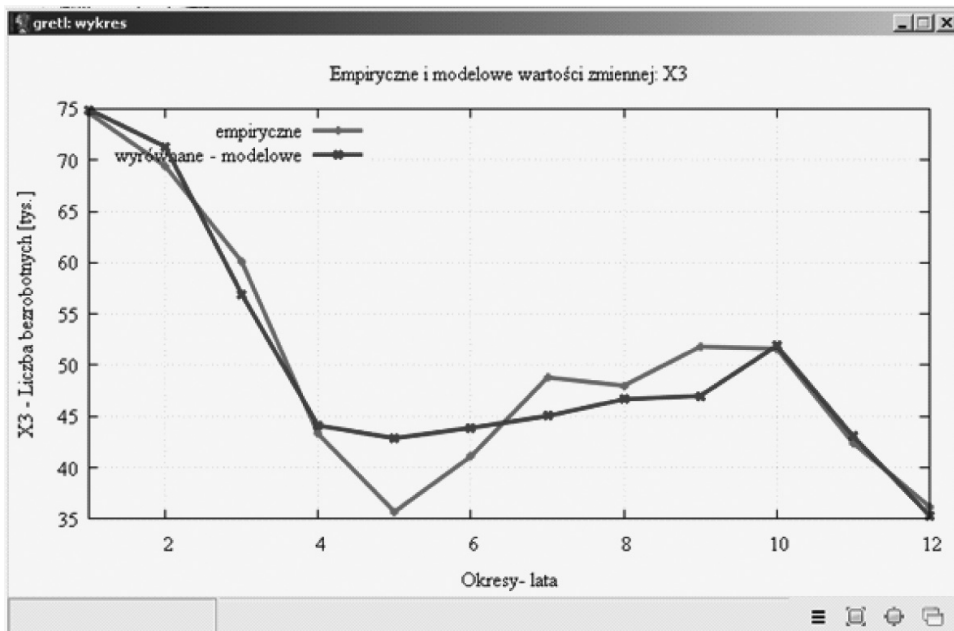
Gretl umożliwia edycję wykresu według życzenia użytkownika i w tym względzie posługujemy się oknem dialogowym (zob. ryc. 16.13).



Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.13. Okno dialogowe edycji opcji wykresu

Istnieje dość bogata możliwość korekty wykresu wygenerowanego standardowo w formie punktovej. Na rycinie 16.14 wprowadziłem siatkę tła, linie łączące punkty oraz ich pogrubienia. Ponadto możemy zmienić czcionkę, tytuły osi oraz całego wykresu.



Źródło: Opracowanie własne w gretl.

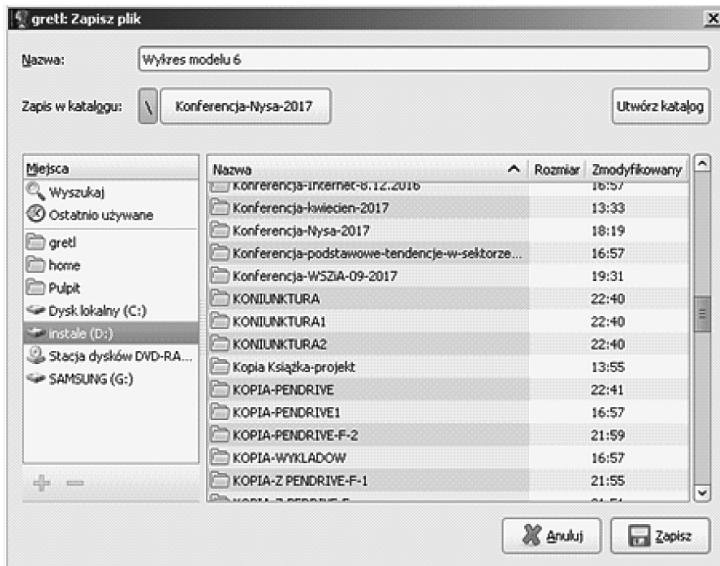
Ryc. 16.14. Wartości empiryczne i modelowe zmiennej X3 „Liczba bezrobotnych”

16.4. Weryfikacja modelu

Oprócz sprawdzającego według współczynnika determinacji doboru zmiennych, gretl udostępnia nam wiele testów sprawdzających dopuszczalność zastosowanej metody KMNK, co uwiarygodnia nasze postępowanie estymacyjne. W niniejszym materiale ze względu na 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. ryc. 16.15).



Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.15. 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. ryc. 16.16 i 16.17). Liczba przedziałów jest 5, średnia = $7,10543e-015$, a odchylenie standardowe reszt równa się $3,7755$.

Rozkład częstości dla uhart7, obserwacje 1-12
liczba przedziałów = 5, średnia = 7,10543e-015, odch.std. = 3,77559

Przedziały	średnia	liczba	częstość	skumulowana
< -5,6779	-7,1748	1	8,33%	8,33% ***
-5,6779 - -2,6843	-4,1811	1	8,33%	16,67% ***
-2,6843 - 0,30938	-1,1874	5	41,67%	58,33% *****
0,30938 - 3,3030	1,8062	3	25,00%	83,33% *****
>= 3,3030	4,7999	2	16,67%	100,00% *****

Hipoteza zerowa: dystrybucja empiryczna posiada rozkład normalny. Test Doornika-Hansena (1994) - transformowana skośność i kurtoza.:
Chi-kwadrat (2) = 3,009 z wartością p 0,22218

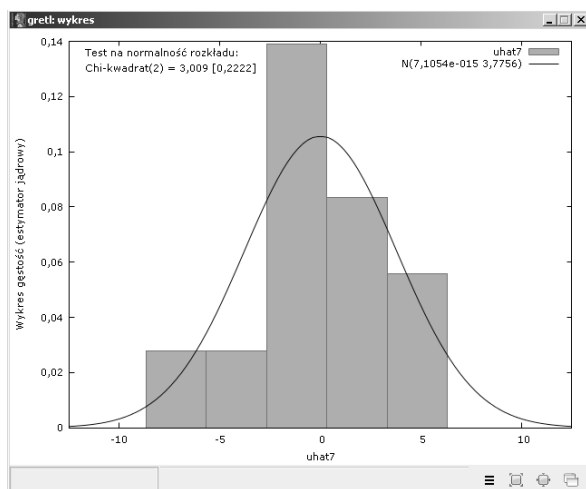
Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.16. 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:

$$\chi^2_{(2)} = 0,3009 \text{ z wartością prawdopodobieństwa } p = 0,2222.$$

Wartość krytyczna $\chi^2_{(\alpha,r)}$ przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i dwóch stopniach swobody wynosi 5,991. Zatem spełniona jest hipoteza H_0 , gdyż wartość statystyki jest mniejsza niż wartość krytyczna.



Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.17. 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 16.18 raport podaje statystykę testu, przy czym dla zmiennych *Modelu 6* można ją obliczyć również według wzoru:

$$LM = TR^2 = 12 \cdot 0,916103 = 10,993232.$$

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 $\chi^2_{(\alpha,r)}$ według 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 zerową²⁷⁶.

	współczynnik	błąd standardowy	t-Studenta	wartość p
const	-445,450	4374,16	-0,1018	0,9282
X10	143,120	173,279	0,8259	0,4957
X49	414,575	392,749	1,056	0,4018
Y3	-2119,54	700,801	-3,024	0,0941 *
sq_X10	-7,54074	3,36041	-2,244	0,1540
X2_X3	4,63109	9,72294	0,4763	0,6808
X2_X4	6,83031	7,20119	0,9485	0,4430
sq_X49	-32,3418	10,6812	-3,028	0,0940 *
X3_X4	119,935	32,3538	3,707	0,0657 *
sq_Y3	64,8810	45,9091	1,413	0,2931

Wsp. determ. R-kwadrat = 0,916103

Statystyka testu: $TR^2 = 10,993241$,
z wartością $p = P(\text{Chi-kwadrat}(9) > 10,993241) = 0,276173$

Źródło: Opracowanie własne w gretl.

Ryc. 16.18. Test White'a na heteroskedastyczność reszt zmiennej X3

Współliniowość zmiennych objaśniających

Gdy występują wysokie współczynniki korelacji między zmiennymi objaśniającymi, to dodatkowo stosowane jest zbadanie współliniowości zmiennych objaśniających²⁷⁷. Sytuacja taka powoduje zaniżanie wartości statystyki t -Studenta w ocenie istotności parametru. Ocena 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.

²⁷⁶ W. Wornalkiewicz, *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania...*, s. 648.

²⁷⁷ T. Kufel, *Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu Gretl*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, rozdział 4.3.6.

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, wskazuje to na problem współliniowości, czyli rozděcia wariancji²⁷⁸.

16.5. Podsumowanie

Analiza współczynników zmienności pozwala na usunięcie z modelu ekonometrycznego zmiennych objaśniających o charakterze prawie stacjonarnym. Natomiast zastosowanie analizy współczynników korelacji umożliwia wyeliminowanie zmiennych zbyt silnie skorelowanych ze zmienną ostatnio dobraną w procedurze tej analizy.

Zastosowana wygodna metoda *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 między innymi w badaniach demograficznych.

16.6. Zagadnienia

1. Pojęcie modelu ekonometrycznego
2. Zmienna objaśniana i zmienne objaśniające
3. Program gretl

²⁷⁸ Wornalkiewicz W., *Model ekonometryczny zmiennej „liczba bezrobotnych” ...*, s. 184.

4. Model liniowy wielowymiarowy
5. Podstawowe miary statystyki opisowej
6. Macierz współczynników korelacji
7. Analiza współczynników korelacji
8. Metoda *a posteriori*
9. Klasyczna metoda najmniejszych kwadratów
10. Kryterium informacyjne Akaike'a
11. Normalność reszt
12. Heteroskedastyczność (zmiennosc wariacji resztowej)
13. Test White'a
14. Współliniowość zmiennych objaśniających

WŁADYSŁAW WORNALKIEWICZ

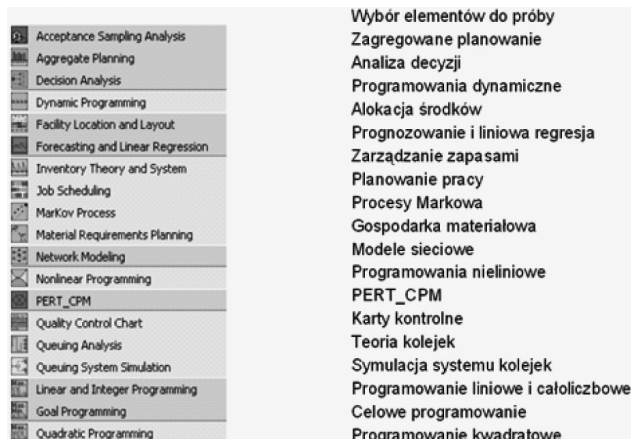
17. Rozwiązywanie komputerowe asymetrycznego zagadnienia komiwojażera²⁷⁹

17.1. Informacja o WinQSB i założenia zagadnienia komiwojażera

Rozważania teoretyczne dotyczące problemu komiwojażera spotykamy w książce pod redakcją Edmunda Ignasiaka *Badania operacyjne*²⁸⁰. Czytając opis modelu matematycznego zadania decyzyjnego, problemu z obszaru działalności transportowej, bazujemy na skromnej macierzy odległości, odnosimy wrażenie o łatwości komputerowego ujęcia tego zagadnienia. Tymczasem podczas prób rozwiązania zadania optymalizacyjnego, np. za pomocą WinQSB (zob. ryc. 17.1), napotykamy różne niepewności, na które odpowiedzi szukamy w opisie teoretycznym i nie zawsze znajdujemy 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.

²⁷⁹ Opracowanie bazuje na wybranych fragmentach rozdziału 1.8 książki autora: *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*

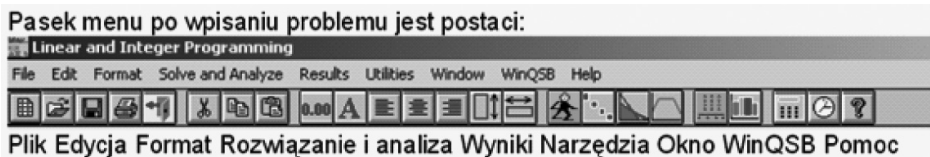
²⁸⁰ E. Ignasiak (red.), *Badania operacyjne: praca zbiorowa*, wyd. 2 popr., Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.



Źródło: <http://www.miz.marc.pl/?a=teaching&b=materials>,
dostęp: 20.04.2018.

Ryc. 17.1. Menu główne WinQSB, a w ramach niego moduł *Programowanie liniowe i całkowite (Linear and Integer Programming)* – LP-ILP)

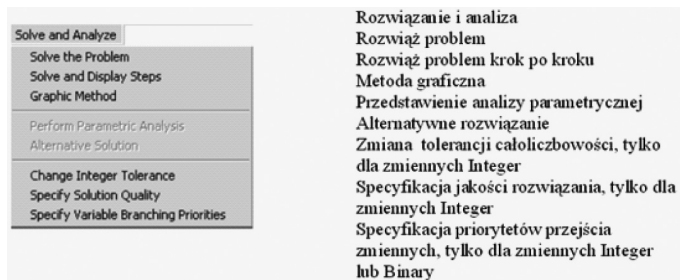
Po otwarciu modułu *Programowanie liniowe i całkowite* pojawia się menu szczegółowe (zob. ryc. 17.2)



Źródło: <http://www.miz.marc.pl/?a=teaching&b=materials>,
dostęp: 20.04.2018.

Ryc. 17.2. Menu modułu *Programowanie liniowe i całkowite*

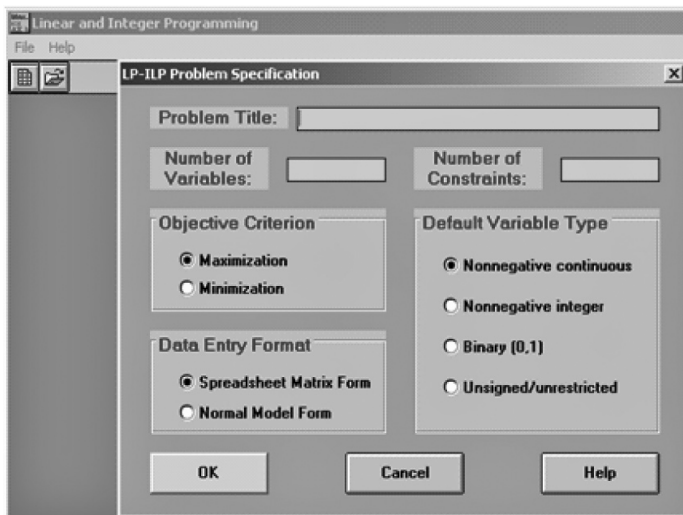
Rozwijając poszczególne zakładki menu modułu LP-ILP, mamy dostęp do funkcji programu, i tak przykładowo na rycinie 17.3 pokazano elementy zakładki *Rozwiązanie i analiza (Solve and Analyze)*.



Źródło: <http://www.miz.marc.pl/?a=teaching&b=materials>,
dostęp: 20.04.2018.

Ryc. 17.3. Funkcje w ramach zakładki *Rozwiązanie i analiza*

Moduł *Programowanie liniowe i całkowite* zachęca nas do podania specyfikacji zadania optymalizacyjnego (zob. ryc. 17.4).



Źródło: <http://www.miz.marc.pl/?a=teaching&b=materials>, dostęp: 20.04.2018.

Ryc. 17.4. Okno dialogowe specyfikacji wstępnej zadania decyzyjnego

Zagadnienie komiwojażera zaprezentowane zostanie na przykładzie 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 niesymetrycznej macierzy odległości $C = [c_{ij}]$:

$$C = \begin{bmatrix} \infty & 2 & 5 & 3 \\ 5 & \infty & 4 & 2 \\ 7 & 2 & \infty & 6 \\ 4 & 3 & 5 & \infty \end{bmatrix}$$

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. war-

tość 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: $(4 - 1)! = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$ i są one następujące:

1	2	3	4	1
1	2	4	3	1
1	3	2	4	1
1	3	4	2	1
1	4	2	3	1
1	4	3	2	1

$$2 + 4 + 6 + 4 = 16$$

$$2 + 4 + 5 + 7 = 18$$

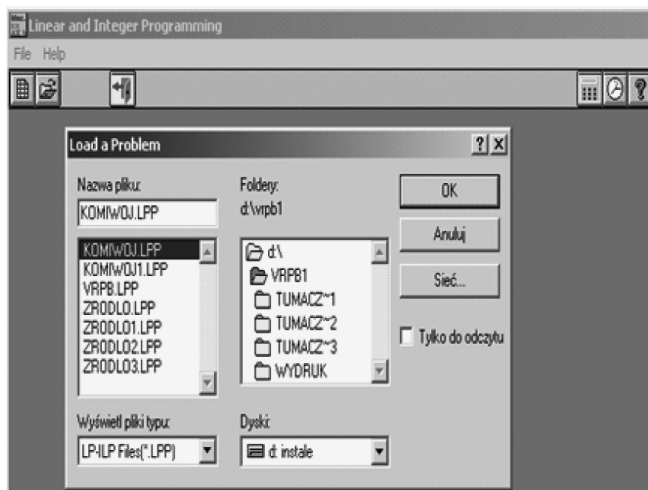
$$c_{13} + c_{32} + c_{24} + c_{41} = 5 + 2 + 2 + 4 = 13$$

$$5 + 6 + 3 + 5 = 19$$

$$3 + 3 + 4 + 7 = 17$$

$$3 + 5 + 2 + 5 = 15$$

Najkrótsza marszruta, czyli optymalna ma długość 13, a najdłuższa 19. Manualne rozwiązywanie zadań transportowych napotyka na trudności spowodowane szybkim wzrostem ilości możliwych tras (marszrut) dostawy. Gdy $n = 8$ obiektów, które odwiedzi komiwojazer, to $(n - 1)! = (8 - 1)! = 7! = 5040$ marszrut. Przy tak dużej ilości marszrut może istnieć wiele marszrut o najmniejszej długości lub też koszcie. Tak więc wspomaganie komputerowe jest tu konieczne. Zagadnienie komiwojajera dla zadań o praktycznej dużej ilości n obiektów nie jest stosowane i zachodzi potrzeba użycia innych metod, np. algorytmu Little'a. Wróćmy jednak do przewozu do czterech obiektów i wykorzystajmy moduł *Linear and Integer Programming* występujący w ramach WinQSB. W tym celu inicjujemy formułowanie zadania decyzyjnego transportowego, zakładając plik KOMIWOJ.LPP w folderze D:\VRPB1 (zob. ryc. 17.5).



Źródło: Opracowanie własne w module LP-ILP.

Ryc. 17.5. Okno pliku decyzyjnego

Następnie możemy określić kierunek funkcji celu – minimum lub maksimum. Dla utworzenia siatki zmiennych i ograniczeń musimy teraz określić ich ilość, bazując na założeniach wstępnych oraz macierzy C . Mamy $i \cdot j = 4 \cdot 4 = 16$ 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 $(c_{ij} \cdot x_{ij})$ zmierza do minimum długości marszruty (przyjmijmy, że to jest nasz warunek 1):

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

W celu sformułowania warunków ograniczających musimy powrócić do naszej macierzy C ²⁸¹. Podany dalej 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 wyjazdu z tego innego miasta po rozładunku również tylko jeden raz.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (3)$$

Każdy załadunek, transport oraz rozładunek między dwoma miastami możemy rozpatrywać jako odcinek w marszrucie przewozów między $n = 4$ miastami, co wyrażone jest warunkiem (4)²⁸²:

$$z_i - z_j + n * x_{ij} \leq n - 1 \quad i, j = 2, \dots, n, i \neq j, z_i, z_j \in R \quad (4)$$

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 marszruty przez wszystkie cztery miasta. Widzimy tu wprowadzenie dodatkowych zmiennych z_i oraz z_j , przy czym

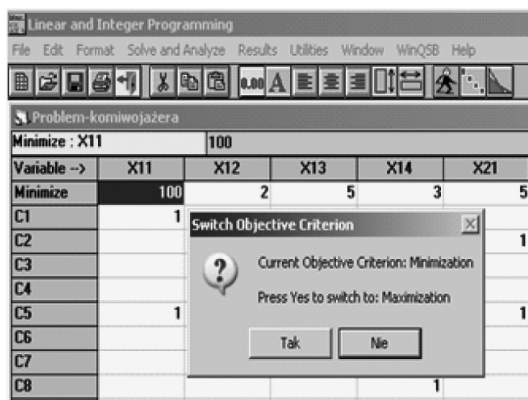
²⁸¹ Zamieszczone warunki zadania optymalizacyjnego pochodzą z książki autora *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*

²⁸² Ibidem, s. 113, warunek (7.4).

i oznacza numer wiersza, a j numer kolumny, w której znajduje się zmienna decyzyjna x_{ij} .

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n \quad (5)$$

Widok menu głównego modułu *Linear and Integer Programming* oraz fragment zdefiniowanej funkcji celu, zmiennych oraz ograniczeń, oznaczonych domyślnie jako C_p pokazano na rycinie 17.6.



Źródło: Opracowanie własne w module LP-ILP.

Ryc. 17.6. Wprowadzanie kryteriów zadania optymalizacyjnego

17.2. Asymetryczny problem komwojażera

Problem komwojażera jest zagadnieniem optymalizacyjnym i polega na znalezieniu minimalnej trasy po drogach dojazdu, czy też odjazdu, z punktu stanowiącego w naszym przykładzie określone miasto. Jako cechy podróży między miastami, oprócz już zaprezentowanych w przykładzie odległości lub kosztów, mogą być jeszcze ceny lub czas przebycia odcinka. 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 komwojażera. We wcześniej podanej przykładowej macierzy C są różne odległości, występuje więc asymetryczny problem komwojażera.

Kolejne zmienne z_i „dostawcy” oznaczamy jako: Z1d, Z2d, Z3d, Z4d. Zmiennym z_j „odbiorcom” nadano nazwy: Z1o, Z2o, Z3o, Z4o. Zmienne te nie mają wpływu na wartość funkcji celu, lecz są tylko zabiegiem matema-

tycznym do algorytmu optymalizacyjnego simpleks, stąd ich współczynniki są równe zero. Na widoku ekranu formułowania zadania decyzyjnego 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 jako C' . Skorygowane sformatowanie warunków pokazano na rycinie 17.6.

$$C' = \begin{bmatrix} \infty & 4 & 2 \\ 2 & \infty & 6 \\ 3 & 5 & \infty \end{bmatrix}$$

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:

$$z_i - z_j + 4 \cdot x_{ij} \leq 3 \quad i, j = 2, \dots, 4, i \neq j, z_i, z_j \in C \quad (6)$$

W zapisie komputerowym ograniczenie (4) reprezentowane jest przez warunki szczegółowe C9-C14:

$$C9: z_2 - z_3 + 4 \cdot x_{23} \leq 3$$

$$C10: z_2 - z_4 + 4 \cdot x_{24} \leq 3$$

$$C11: z_3 - z_2 + 4 \cdot x_{32} \leq 3$$

$$C12: z_3 - z_4 + 4 \cdot x_{34} \leq 3$$

$$C13: z_4 - z_2 + 4 \cdot x_{42} \leq 3$$

$$C14: z_4 - z_3 + 4 \cdot x_{43} \leq 3$$

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. ryc. 17.7). Całkowitość zmiennych z_i (Z1d, Z2d, Z3d, Z4d) oraz z_j (Z1o, Z2o, Z3o, Z4o) zaznaczamy, wybierając podwójnym kliknięciem typ zmiennej Variable jako Integer.

Variab	X11	X12	X13	X14	X21	X22	X23	X24	X31	X32	X33	X34	X41	X42	X43	X44	Z21	Z2d	Z3d	Z4d	Z1o	Z2o	Z3o	Z4o	irechie	R. H.			
Minim:	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	=	1		
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														=	1	
C6		1				1				1				1													=	1	
C7			1				1				1				1												=	1	
C8				1				1				1				1											=	1	
C9								4											2							-3	<=	3	
C10								4										2								-4	<=	3	
C11										4									3							-2	<=	3	
C12												4							3							-4	<=	3	
C13														4						4						-2	<=	3	
C14															4					4						-3	<=	3	
Lower	0	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	1
Upper	1	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	4
Variab	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	Integer	Integer	Integer

Źródło: Opracowanie własne w WinQSB, gdzie $Z21 = Z1d$.

Ryc. 17.7. Postać sformułowania zadania decyzyjnego asymetrycznego problemu komwojazeera przy funkcji celu minimum

Ewentualne korekty w definiowanym zadaniu decyzyjnym 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. ryc. 17.8). Liczbą jeden przy zmiennych x_{ij} zaznaczone są odcinki marszruty optymalnej o długości 13, odpowiadającej (X13, X32, X24, X41), składające się z odcinków ($c_{13} = 5$; $c_{32} = 2$; $c_{24} = 2$; $c_{41} = 4$). Zmienne odpowiadające z_i oraz z_j występują jeden raz.

06-13-2015 11:15:52	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit C[j]	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 w zastosowaniach WinQSB.

Ryc. 17.8. Rozwiązanie optymalne asymetrycznego problemu komiwojażera

* * *

Zaprezentowano tu rozwiązanie asymetrycznego problemu komiwojażera z zastosowaniem modułu *Programowanie liniowe i caloczbowe* pakietu WinQSB, w którym odległości dowozu do odbiorcy i powrotu do bazy transportowej są różne. Problem komiwojażera (*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 miasto²⁸³.

Zainteresowany problematyką optymalizacji przewozów, czytelnik tej pracy, może sięgnąć po dalsze rozdziały: „Symetryczny problem komiwojażera”, „Wspomaganie Excelem algorytmu Little’a” zamieszczone w rozdziale 1.8 cytowanej książki *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*.

²⁸³ http://pl.wikipedia.org/wiki/Problem_komiwoja%C5%BCera, dostęp: 15.06.2015.

Nadmienię jeszcze, że algorytm Little'a określa reguły podziału, sposób wyznaczania kresu dolnego oraz reguły wyboru podzbioru do podziału²⁸⁴, przy czym najpierw dzielimy zbiór marszrut na dwa podzbiory: zawierające określony odcinek, niezawierające danego odcinka przewozów. 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, czyli marszruty o n odcinkach.

17.3. Zagadnienia

1. Asymetryczne zagadnienie komiwojażera
2. Funkcje programu WinQSB
3. Macierz odległości
4. Marszruta
5. Zmienne mieszane
6. Zmienne binarne
7. Menu modułu *Programowanie liniowe i całobrzemowe*

²⁸⁴ 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, zob.: E. Ignasiak (red.), *Badania operacyjne...*

18. Optymalizacja marszrutyzacji przewozów z zastosowaniem funkcji Excela²⁸⁵

18.1. Wprowadzenie

Jednym z kierunków badań w logistyce jest zastosowanie programowania matematycznego do zarządzania łańcuchem dostaw. Można w nich wyodrębnić następujące klasy zagadnień, których celem jest optymalizacja²⁸⁶:

- 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

²⁸⁵ Niniejsze opracowanie stanowi artykuł *Optymalizacja marszrutyzacji z zastosowaniem funkcji Excela* autora opublikowany w monografii *Aktualne problemy prognozowania ekonomiki Ukrainy*, Berdyansk 2017, s. 154–170.

²⁸⁶ Zamieszczone rozwiązanie zadania decyzyjnego bazuje na artykule: M. Liana, T. Pisula, *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, „Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych” 2013, t. 14, tab. 2, <http://www.academia.edu/9499435>, dostęp: 30.05.2015.

bazy, poprzez odbiorców, dla których znany jest popyt 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, 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 dostarczający towary do tego 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 pojazdów²⁸⁷.

Do rozwiązania problemu marszrutyzacji stosowane są różne specjalistyczne programy komputerowe. Dla celów dydaktycznych, praktyczne jest wykorzystanie dla niewielkich macierzy tras i dostawców programu WinQSB lub dodatku Solver arkusza kalkulacyjnego Excel. Nadmienię, że określenie solver oznacza funkcję w kalkulatorach naukowych lub programach komputerowych umożliwiającą rozwiązywanie równań²⁸⁸. 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 plat-

²⁸⁷ W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*, s. 194.

²⁸⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Solver>, dostęp: 4.02.2017.

formach Microsoft Windows, Linux, Solaris, a także w OS X, FreeBSD²⁸⁹. Pakiet ten jest dystrybuowany przez Apache Software Foundation, także w języku polskim łącznie z narzędziami językowymi, tj. słownikiem ortograficznym oraz tezurusem. 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 arkuszu²⁹⁰. 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 umożliwia 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 WinQSB²⁹¹. 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*²⁹². Nadajemy nazwę pliku, dążenie funkcji celu do minimum kosztu przewozu oraz podajemy wstępną ilość zmiennych i ograniczeń. W trakcie dalszego formułowania

²⁸⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/OpenOffice_Calc, dostęp: 4.02.2017.

²⁹⁰ Niniejszy materiał bazuje na tekście menu *Pomoc* w arkuszu kalkulacyjnym Excel.

²⁹¹ W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*

²⁹² *Ibidem*, s. 198.

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 i 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, przy czym 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*²⁹³. Autorzy nie podali jednak postępowania w zakresie sformatowania danych wejściowych oraz 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 decyzyjnego²⁹⁴. Po zainstalowaniu dodatku Solver do arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel 2010 możemy go wywołać poprzez rozwinięcie podmenu *Dane*, a później naciskając *Solver* (zob. ryc. 18.1).

²⁹³ M. Liana, T. Pisula, *Zastosowanie programowania matematycznego...*

²⁹⁴ W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych...*, rozdział 1.9.2.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie menu programu Excel.

Ryc. 18.1. Umieszczenie Solvera w menu Excela

Zrozumienie podejścia optymalizacyjnego zastosowanego zarówno w procedurze dla WinQSB, jak i Solvera wymaga podania ogólnego modelu matematycznego marszrutyzacji. W tym względzie skorzystano z informacji zawartych we wspomnianym już artykule autorów M. Liana, T Pisula, *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji* oraz rozdziału 1.9²⁹⁵.

18.2. 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;

²⁹⁵ Ibidem, s. 196.

- 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):

$$FC(y_i, z_{ij}) = \sum_{i=1}^I (C_i \cdot y_i) + \sum_{i=1}^I (c_j \cdot z_{ij}) \rightarrow \min,$$

gdzie:

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 cztery ograniczenia:

a) 5 warunków dla odbiorców:

$$\sum_{i=1}^I x_{ij} = d_j \quad \text{dla } j = 1, 2, \dots, J,$$

b) 10 warunków dla tras:

$$\sum_{j=1}^J x_{ij} \leq S \cdot y_i \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I,$$

c) 5 · 10 warunków ładowności samochodów:

$$x_{ij} \leq S \cdot z_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J,$$

d) 5 · 10 warunków możliwości dostawy:

$$z_{ij} \leq a_{ij} \quad \text{dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J.$$

W wymienionych warunkach wprowadzono parametry: d_j – zapotrzebowanie odbiorcy O_j ($d_j \geq 0$); S – ładowność samochodu ($S > 0$); a_{ij} – wskazu-

jący na możliwe punkty odbioru towaru na trasie przez odbiorców (ograniczenie piąte).

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

Liczba jeden występuje wtedy, gdy odbiorca O_j położony jest na trasie T_p , a liczba zero w przeciwnym przypadku. Złożoność problemu wymaga wprowadzenia do modelu zadania decyzyjnego trzech grup zmiennych, a mianowicie:

- a) x_{ij} – wielkość ładunku przewożonego po trasie T_i do odbiorcy O_j ;
- b) y_i – wybrana trasa dostawy ładunku przyjmująca 1, gdy realizowany jest kurs po trasie T_p lub 0 w przypadku przeciwnym;
- c) 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, oznaczone jako: (6), (7), (8).

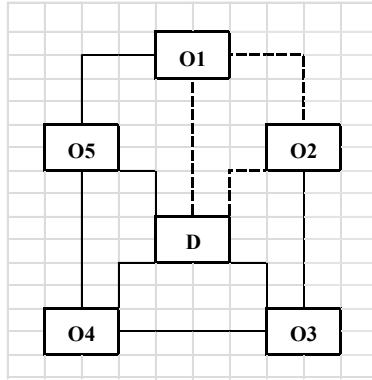
$$x_{ij} \geq 0 \text{ dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (6),$$

$$y_i - \text{binarne dla } i = 1, 2, \dots, I \quad (7),$$

$$z_{ij} - \text{binarne dla } i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (8).$$

Podjęwając testowanie w Solverze, aby mieć odniesienie do poprawności wyników, skorzystano z przykładu zamieszczonego w cytowanej już publikacji²⁹⁶. Przykład ten dotyczy sieci dystrybucji obejmującej obsługę pięciu odbiorców przez jednego dostawcę i dla lepszego podglądu ponownie przytoczono schemat sieci dystrybucji towarów (zob. ryc. 18.2). 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).

²⁹⁶ M. Liana, T. Pisula, *Zastosowanie programowania matematycznego...*



Źródło: Opracowanie własne na podstawie rysunku 1 „Przykładowa sieć dystrybucji”²⁹⁷.

Ryc. 18.2. Sieć dystrybucji towarów

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 18.1.

Tabela 18.1

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 ”²⁹⁸.

²⁹⁷ Ibidem.

²⁹⁸ Ibidem.

W cytowanej 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 oraz 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:

- $I \cdot J = 10 \cdot 5 = 50$ zmiennych ciągłych (rzeczywistych całkowitych),
- $I \cdot (J + 1) = 10 \cdot (5 + 1) = 60$ zmiennych binarnych,
- $2 \cdot I \cdot J + I + J = 2 \cdot 10 \cdot 5 + 10 + 5 = 215$ warunków ograniczających 2–5.

18.3. Określenie danych wejściowych i formuł do realizacji Solverem

Dojście do zaprezentowanego rozwiązania wymagało wiele prób łączących się ze zdefiniowaniem danych wejściowych, formuł Excela, jak również z ustawieniem opcji optymalizacyjnych w Solverze. Efekt zapisania danych dla 10 tras oraz 5 odbiorców pokazano na rycinie 18.3.

B3		=SUMA(C3:G3)					
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. 18.3. Tabela wejściowa przewozów

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. ryc. 18.4). 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) zapisano rozłożenie kosztów na odbiorców (jednego lub dwóch).

f ₁ =SUMA(C18:C27)							
B	C	D	E	F	G	H	
Wartości parametrów a_{ij} oraz koszty załadunku i realizacji kursu po trasie T_i						80	
Koszt C_i	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	w [1/SUMA()]	
200	1	0	0	0	0	1	
320	1	1	0	0	0	0,5	
240	0	1	0	0	0	1	
400	0	1	1	0	0	0,5	
300	0	0	1	0	0	1	
340	0	0	1	1	0	0,5	
180	0	0	0	1	0	1	
290	0	0	0	1	1	0,5	
160	0	0	0	0	1	1	
270	1	0	0	0	1	0,5	
Razem:	3	3	3	3	3		
c_i u odbiorców:	10	10	10	10	10		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 18.4. Warianty możliwości dla tras transportu

Wprowadzamy jeszcze zmienną y_i w komórki (I32:I41) aktywności tras, przyjmując na wejściu „1”.

O32		fx = \$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. 18.5. 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 bezwzględny zapisana jest wartość 33. Przy takim ustawieniu wartości początkowych zmiennych całkowitych x_{ij} i 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 18.6.

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. 18.6. 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. ryc. 18.7).

	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. 18.7. 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 18.8.

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. 18.8. 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 18.9.

	J	K	L	M	N
43	n' z _i . w _j				
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. 18.9. Obliczenia pomocnicze do ograniczeń funkcji celu

18.4. Skorzystanie z metody optymalizacji *LP simpleks* w Solverze

Ustawiamy się na komórce funkcji celu, tj. B45 (zob. ryc. 18.10). Poprzez menu *Dane* wywołujemy dodatek programowy Solver.

	A	B
45	Koszt przewozu:	2850

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 18.10. 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\$G12), y_i (\$I\$32:\$I\$41), z_{ij} (\$J\$32:\$N\$41);
- ograniczenia zmiennych: \$B\$3:\$B\$12<=\$O\$32:\$O\$41; \$C\$13:\$G\$13=\$C\$15:\$G\$15; \$C\$3:\$G\$12<=\$J\$44:\$N\$53, \$J\$32:\$N\$41<=\$C\$18:\$G\$27;
- warunki brzegowe zmiennych x_{ij} : \$C\$3:\$G\$12=całkowita, \$C\$3:\$G\$12>=0;
- warunki brzegowe zmiennej y_i : \$I\$32:\$I\$41=binarna;
- warunki brzegowe zmiennych z_{ij} : \$J\$32:\$N\$41=binarna.

Zwróćmy uwagę, że Solver adresuje obszary jako bezwzględne, dodając „\$”. Znaki nierówności wprowadzane są podwójnie, np. (<=). Całkowitość zmiennej x_{ij} określana jest poprzez wybór opcji *int*, a binarność zmiennych y_i oraz z_{ij} poprzez opcję *bin*. Musimy jeszcze ustawić wartości

nieujemne dla zmiennych x_{ij} jako bez ograniczeń (okienko puste). Wybieramy metodę rozwiązywania *LP simpleks*, a program podpowiada nam, że: „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 18.11.



Źródło: Opracowanie własne w dodatku Solver.

Ryc. 18.11. 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 18.12. W *Odwołanie do komórek* 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*.

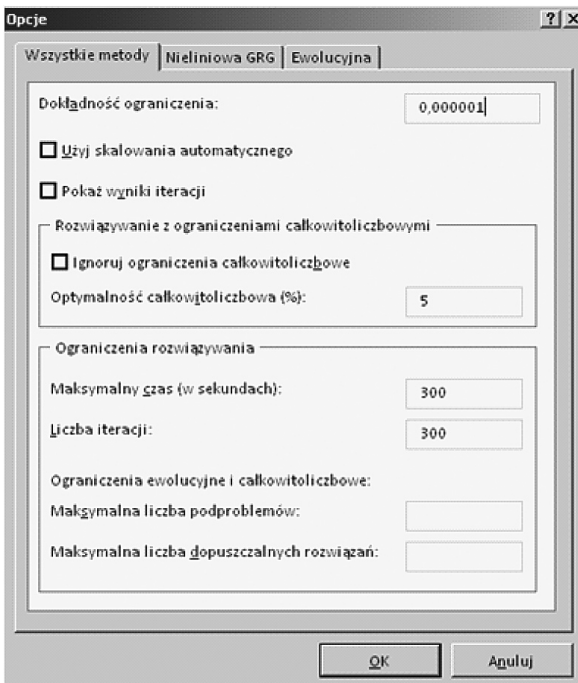


Źródło: Opracowanie własne w dodatku Solver.

Ryc. 18.12. Okno definiowania ograniczeń zmiennych

Istotną rolę dla rozwiązywania iteracyjnego zadania optymalizacyjnego odgrywają odpowiednie ustawienia w oknie *Opcje* (zob. ryc. 18.13) i dlatego przyjąłem:

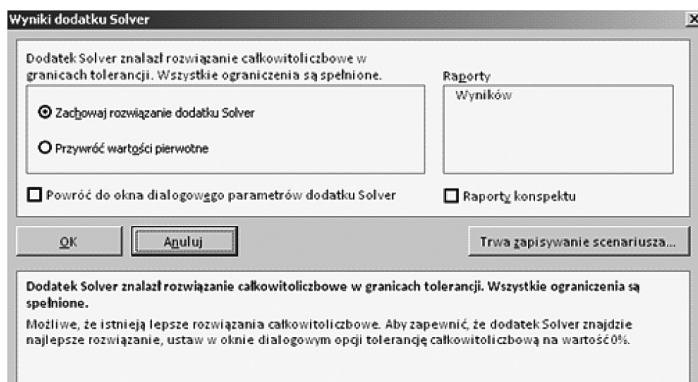
- dokładność ograniczenia (0,000001),
- rozwiązywanie z ograniczeniami całkowitoliczbowymi (5%),
- ograniczenie czasu rozwiązywania 300 sekund,
- liczba iteracji – 300.



Źródło: Opracowanie własne w dodatku Solver.

Ryc. 18.13. 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. ryc. 18.14).



Źródło: Opracowanie własne w dodatku Solver.

Ryc. 18.14. Okno komunikatu o znalezieniu rozwiązania

Z okna (zob. ryc. 18.14) 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 przeze mnie w programie WinQSB (zob. ryc. 18.15).

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. 18.15. Efekt działania Solvera – wynik w komórce celu B45

Zobaczmy jeszcze, jakie trasy przewozów uznał Solver za optymalne i jakie na nich ulokował przewozy. Z kolejnej ryciny 18.16 wynika, że rozwiązania są następujące:

$$\begin{aligned} T_3 - O_2 & 17 \text{ szt.}, \\ T_6 - O_3 & 16 \text{ szt. oraz } T_3 - O_4 & 15 \text{ szt.}, \\ T_{10} - O_1 & 18 \text{ szt. oraz } T_{10} - O_5 & 14 \text{ szt.} \end{aligned}$$

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. 18.16. Optymalne dostawy

Trasom odpowiada zmienna y_i , która dla tras optymalnych przyjęła wielkość „1”. Podobnie Solver wyróżnił wielkością binarną „1” odbiorców, do których dotarł towar daną trasą uznaną za optymalną (zob. ryc. 18.17). W kolumnie „O” obliczana jest dopuszczalna ładowność na trasach wynikająca z wartości zmiennej y_i po optymalizacji.

O34		fx =SCS14*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. 18.17. Wybór optymalny tras dostaw

Zagłębmy jeszcze do naszej tabeli pomocniczej obliczania przewozów jak ograniczeń tabeli wyników po optymalizacji (zob. ryc. 18.18). Widzimy tu odbicie ryciny 18.17 z uwzględnieniem dopuszczalnych zamówień przez poszczególne pięć 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. 18.18. Sytuacja w tabeli (wg ryc. 18.9) po działaniu optymalizacyjnym Solvera

W obszernym raporcie wyników programu Microsoft Excel 14.0, którego fragment stanowi rycina 18.19 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.

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.calkowite.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	SBS45	Koszt przewozu: Średnia	2850	900			
17							
18							
19	Komórki zmiennych						
20	Komórka	Nazwa	Wartość początkowa	Wartość końcowa	Całkowite		
21	SCS3	T1 O1	1	0	Całkowite		
22	SDS3	T1 O2	1	0	Całkowite		
23	SES3	T1 O3	1	0	Całkowite		
24	SFS3	T1 O4	1	0	Całkowite		
25	SGS3	T1 O5	1	0	Całkowite		
26	SCS4	T2 O1	1	0	Całkowite		
27	SDS4	T2 O2	1	0	Całkowite		
28	SES4	T2 O3	1	0	Całkowite		
29	SFS4	T2 O4	1	0	Całkowite		
30	SGS4	T2 O5	1	0	Całkowite		
31	SCS5	T3 O1	1	0	Całkowite		
32	SDS5	T3 O2	1	17	Całkowite		

Źródło: Opracowanie własne w dodatku Solver.

Ryc. 18.19. Fragment raportu wyników wygenerowanego przez dodatek Solver

A teraz zobaczmy 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. ryc. 18.20).

	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: W. Wornalkiewicz, *Wprowadzenie do projektowania systemów informatycznych zarządzania*, cz. 1, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016, ryc. 1.9.14.

Ryc. 18.20. Początkowy fragment rozwiązania optymalnego w WinQSB

* * *

W podsumowaniu chciałbym zwrócić uwagę na złożoność formatowania zadania decyzyjnego o zmiennych mieszanych problemu marszrutyzacji realizowanego dodatkiem Solver. Dość dokładnie zaprezentowane postępowanie może być jednak kanwą podejść do innych problemów w zakresie logistyki, zwłaszcza w procesie edukacyjnym.

Warto jeszcze bliżej poznawać funkcjonalność narzędzia informatycznego, jakim jest Solver będący dodatkiem do arkusza kalkulacyjnego MS Excel, którego coraz nowsze wersje proponuje firma Microsoft. Interesujące jest także zgłębienie arkanów informacji zapisanych w tekście *Pomoc* wywoływanym z poziomu pracy Excela.

18.5. Zagadnienia

1. Zarządzanie łańcuchem dostaw
2. Zagadnienie transportowe typu VRP
3. Dodatek Solver Excela
4. Ogólny model matematyczny problemu marszrutyzacji
5. Tabela wejściowa przewozów
6. Formułowanie parametrów zadania decyzyjnego w Solverze
7. Zawartość raportu wyników w Solverze

19. Prognozowanie z wykorzystaniem zasady postarzania informacji²⁹⁹

19.1. Wprowadzenie

W ustalaniu cech statystycznych w przyszłych okresach zachodzi potrzeba uwzględnienia wartości informacji z minionego czasu. W tym celu dokonujemy wyrównywania szeregu czasowego obserwacji trendem pełzającym³⁰⁰, a następnie przeprowadzamy tzw. postarzanie wyników z zastosowaniem wag harmoniczných. 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 Internetu³⁰¹ 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:

²⁹⁹ Niniejsze opracowanie jest pełną wersją mego artykułu *Prognozowanie z wykorzystaniem postarzania informacji* opublikowaną w formie skróconej w monografii *Economy and Education: Modern tendencies*, The Academy of Management and Administration in Opole, Opole 2017, s. 39–44.

³⁰⁰ http://dydaktyka.polsl.pl/roz6/mwolny/Shared%20Documents/Prognozowanie%20i%20symulacje/Repozytorium/Instrukcja_trend_pelzajacy_PIS.pdf, dostęp: 2.05.2017.

³⁰¹ E. Nowak, *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003, s. 77.

$$w_t = y_t^w - y_{t-1}^w,$$

– 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 obliczeniach według podanej procedury warto skorzystać z funkcji elementarnych Excela oraz funkcji regresji liniowej REGLINP o formule: =REGLINP(zakres y ; zakres x ; PRAWDA; PRAWDA),

gdzie:

zakres y – szereg czasowy zmiennej objaśnianej określonego segmentu,

x – szereg zmiennej czasowej t ,

PRAWDA – żądanie stałej w funkcji regresji liniowej segmentu,

PRAWDA – zgoda na obliczenie podstawowych parametrów statystyki opisowej.

Dla bliższego przedstawienia metody adaptacyjnej prognozowania z uwzględnieniem wag harmoniczných zaprezentowane zostaną dwa przykłady. Dane do nich zaczerpnąłem z mojej wcześniejszej książki *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*³⁰².

19.2. 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”³⁰³. Dane pochodzą z roczników statystycznych GUS, a w ramach nich z tabeli: Ważniejsze dane o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, handel, s. 54–55, poz. 9, pracujący – przeciętnie w roku w tys. Dynamikę pracujących ogółem dPO oraz w handlu dPH określono przyjmując dane roku 1995 = 100.

³⁰² W. Wornalkiewicz, *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2013.

³⁰³ Ibidem.

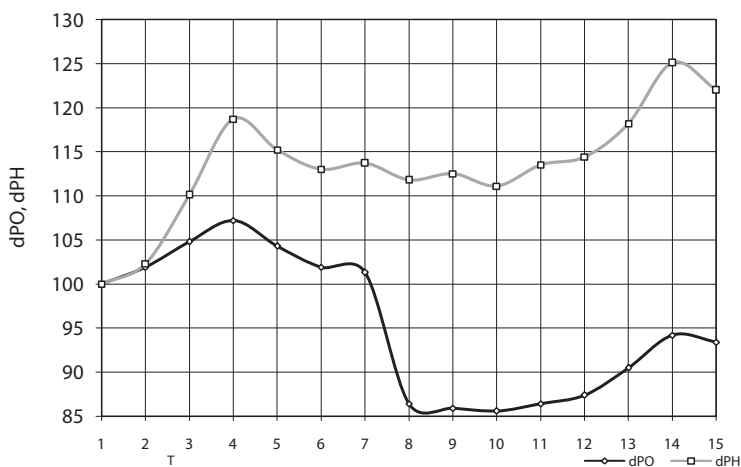
Tabela 19.1

*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.

Kształtowanie się dynamiki zmiennych dPO oraz dPH pokazano na rysunku 19.1, która stanowi wykres 4.14 w wymienionej wcześniej publikacji³⁰⁴.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.1. Dynamika pracujących ogółem i w handlu
(przeciętne w roku) w tys.

³⁰⁴ Ibidem, s. 34.

Na podstawie dynamik dPO i dPH możemy w Excelu dobrać trendy wielomianowe takie, aby współczynnik determinacji R^2 był możliwie jak najlepszy:

dPO	$y = 0,0682t^3 - 1,5224t^2 + 7,7586t + 93,74$	$R^2 = 0,8374$
dPH	$y = 0,0522t^3 - 1,2732t^2 + 9,6836t + 91,079$	$R^2 = 0,8287$

Widzimy, że zarówno dla dynamiki dPO, jak i 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 metody wag harmonicznych autorstwa Zdzisława Hellwiga³⁰⁵. Autor ten był profesorem Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny). 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, wprowadzamy wybrany szereg 12 liczb (lata 1998–2009) pracujących w handlu w tysiącach do kolumny, np. E arkusza kalkulacyjnego Excel (zob. rycina 19.2).

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. 19.2. 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 19.3. Wymaga to

³⁰⁵ https://pl.wikipedia.org/wiki/Zdzis%C5%82aw_Hellwig, dostęp: 2.05.2017.

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. 19.3. Określone funkcje trendów liniowych 10 segmentów

Efekt skorzystania z funkcji REGLINP dla segmentu dziesiątego pokazano na rycinie 19.4. 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^e – statystyka Fishera,

iss – ilość stopni swobody,

ESS – estymowana suma kwadratów,

RSS – resztowa suma kwadratów.

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.4. Rezultat działania funkcji REGLINP przykładowo segmentu 10.

Mając modele trendów liniowych poszczególnych 10 segmentów, obliczamy wartości teoretyczne liczby pracujących w tys. w poszczególnych okresach t . Następnie obliczamy średnie arytmetyczne (zob. ryc. 19.5).

	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}	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. 19.5. 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	Y_t	$y_t(\text{Han-prac})$		
15	2 201	2 205	Różnica	

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.6. 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. 19.7. Przykład wyrażenia na obliczenie średniej z 3 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. 19.8. Wyznaczenie stałego przelicznika wag

Obliczamy teraz przyrosty funkcji trendu nazwane *Różnica* (zob. ryc. 19.9 oraz 19.10).

	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. 19.9. 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. 19.10. Przykład wyznaczenia przyrostu funkcji trendu

W kolejności obliczamy dalsze przeliczniki *Przelicznik i-ty* z uwzględnieniem wartości i w kolumnie Q (zob. ryc. 19.11).

O17 fx =1/(\$A\$26-Q17)							
	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

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.11. 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) – rycina 19.12, wiersz 17 o wyrażeniu:

$$=P12*SUMA(Q16:Q17).$$

P17 fx =P12*SUMA(O16:O17)					
	L	M	N	O	P
12			Przelicznik	$1/(n-1)$	0,0909
13					
14	y_t	$y_t(\text{Han-prac})$			
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. 19.12. Przykład wyznaczenia wagi dla $i = 2$

Pozostaje nam teraz obliczenie wartości odchyłeń ważonych wagami harmonicznymi (zob. kolumna R na ryc. 19.13), przy czym stanowią one iloczyny pól *Różnica* i *Waga*.

R17 fx =N17*P17							
	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

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.13. 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.

R27		fx =SUMA(R16:R26)			
	R	S	T	U	
27	30,93				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.14. 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. ryc. 19.15).

N27		fx =N16*P16+N17*P17+N18*P18+N19*P19+N20*P20+N21*P21+N22*P22+N23*P23+N24*P24+N25*P25+N26*P26									
	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
27	y^*_T	W^*	30,93	Suma wag:	1,0000	Suma:	30,93				

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.15. Wyrażenie na obliczenie średniej ważonej wagami harmonicznymi (komórka N27)

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:

$$= \$L\$26 + (K28 - \$A\$26) * \$N\$27.$$

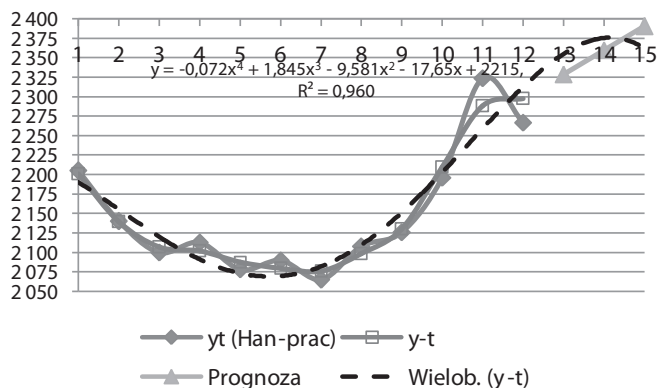
Analogicznie obliczamy dalsze prognozy dla okresów 14. i 15.

L28		fx =\\$L\\$26+(K28-\\$A\\$26)*\\$N\\$27			
	K	L	M	N	
27	t	y^*_T	W^*	30,93	
28	13	2 329			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.16. Wyrażenie obliczenie prognozy dla okresu 13.

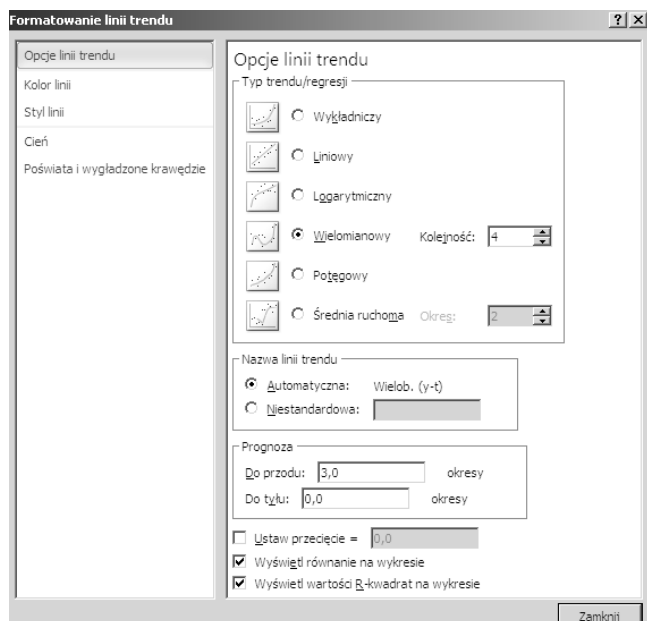
Z ciekawości zobaczmy na wykresie jak układają się graficznie wartości empiryczne szeregu czasowego liczby pracujących w handlu, wartości teoretyczne – modelowe oraz prognozy (zob. ryc. 19.17).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.17. Graficzne przedstawienie kształtowania się liczby pracujących w handlu (tys.)

Program Excel umożliwi dobór stopnia wielomianu i w tym względzie skorzystamy z okna dialogowego (zob. ryc. 19.18).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.18. Okno dialogowe określenia stopnia wielomianu i horyzontu prognozowania

19.3. Pracujący w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności

Podajemy teraz kolejny przykład dotyczący liczby pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności. Podobnie jak poprzednio, dane zaczerpnięto z wcześniejszego skryptu autora³⁰⁶. Dane pochodzą z roczników statystycznych GUS (lata 1995–2009). Występują w tabelach o nazwie: „Ważniejsze dane o sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, transport, gospodarka magazynowa i łączność”, s. 52, Pracujący – przeciętne w roku w tys. Dodam, że dynamikę pracujących ogółem dPO, pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności dPT określono przyjmując dane z roku 1995 = 100.

Tabela 19.2

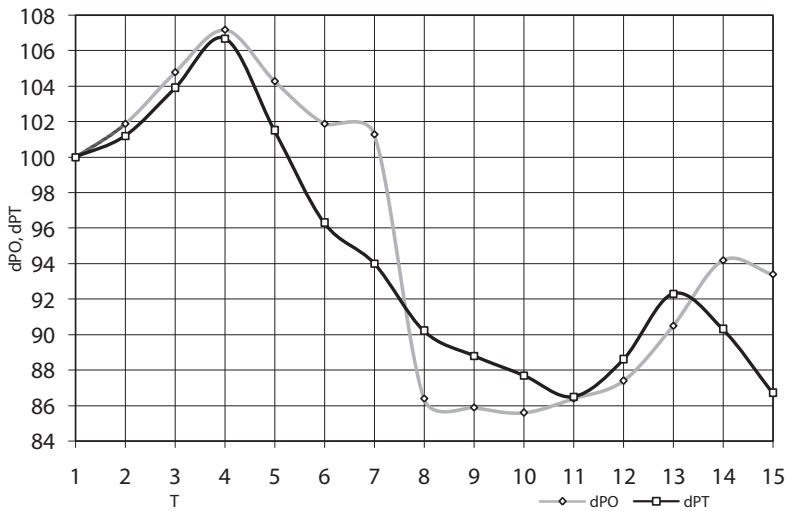
*Dynamika pracujących w transporcie,
gospodarce magazynowej i łączności
(przeciętne w roku) w tys.*

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.

³⁰⁶ W. Wornalkiewicz, *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków...*, s. 37.

Dynamikę dPO i dPT przedstawiono na rycinie 19.19.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.19. Dynamika pracujących ogółem i w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności (tys.)

Oszacowanie równań wielomianowych oraz współczynnika determinacji R^2 w Excelu jest następujące:

dPO	$y = 0,0682t^3 - 1,5224t^2 + 7,7586t + 93,74$	$R^2 = 0,8374$
dPT	$y = 0,0331t^3 - 0,728t^2 + 2,9117t + 99,412$	$R^2 = 0,8305$

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 okresu 1998–2009 (zob. ryc. 19.20).

	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. 19.20. Określenie funkcji segmentowych

Przykład określenia funkcji trendu liniowego segmentu dziesiątego, korzystając z REGLINP, zaprezentowano na rycinie 19.21.

J17	fx {=REGLINP(I26:I28;A26:A28;PRAWDA;PRAWDA)}						
	J	K	L	M	N	O	P
15	$f_{10(3)}$						
16	a_1	a_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. 19.21. Parametry i statystyka opisowa funkcji trendu segmentu 10.

Mając określone funkcje segmentowe, obliczamy wartości teoretyczne dla trzech okresów każdego ze segmentów. Następnie w Excelu wyznaczone są średnie arytmetyczne z uzyskanych wartości teoretycznych dla każdego z dziesięciu segmentów trendu pełzającego (zob. ryc. 19.22).

	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}	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. 19.22. Wartości teoretyczne i średnie segmentów trendu pełzającego

Na kolejnej rycinie 19.23 pokazano efekt obliczania wag harmoniczy-
nych.

	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	W'	-9,42	Suma wag:	1,0000	Suma:	-9,42

Źródło: Opracowanie
własne w Excelu.

Ryc. 19.23. Obliczenia
pomocnicze (różnice,
przeliczniki, wagi,
wartości średnie dla
segmentów)

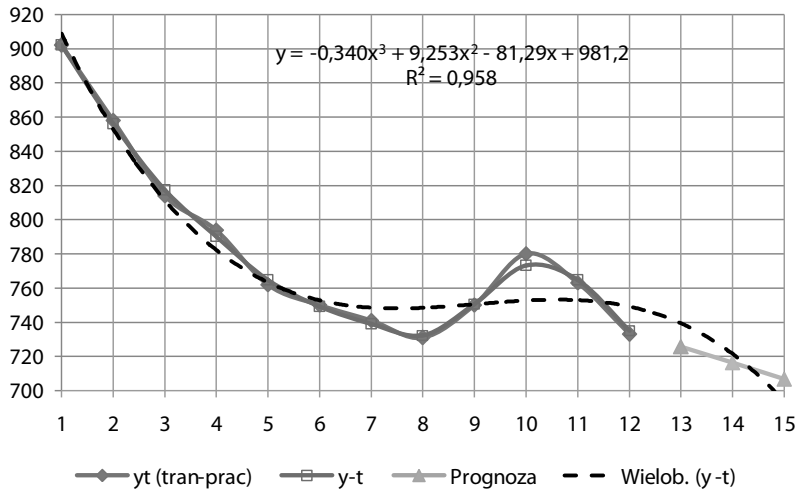
Analogicznie jak w przykładzie wcześniejszym, określamy teraz pro-
gnozy dla okresów: 13, 14, 15.

	K	L	M	N
27	t	y^*_T	W'	-9,42
28	13	726		
29	14	716		
30	15	707		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.24. Prognozy z uwzględnieniem
wag harmoniczych

Przedstawmy jeszcze wyniki naszej pracy na wykresie obejmującym: dane rzeczywiste, dane modelowe, prognozy na lata 2010–2012, trend wielomianowy – zob. rycina 19,25.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.25. Porównanie danych rzeczywistych z modelowymi

* * *

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 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 2010–2012³⁰⁷ z otrzymanymi wcześniej metodą trendu pełzającego z uwzględnieniem starzenia się informacji:

Liczba zatrudnionych w handlu – przeciętne w roku [tys.]	2010	2011	2012
Prognoza	2 329	2 360	2 391
Dane rzeczywiste	2 218	2 208	2 176
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 tendencję odwrotną. Sugeruje to nam przyjęcie dłuższego segmentu trendu pełzającego. Na podstawie ryciny 19.27 wydaje się celowe przyjęcie segmentu trendu 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 19.25 występują trzy zmiany trendów szeregu czasowego. Z ciekawości spójrzmy jednak na dłuższy horyzont obserwacji, tj. lata 1995–2015 (zob. ryc. 19.26).

	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

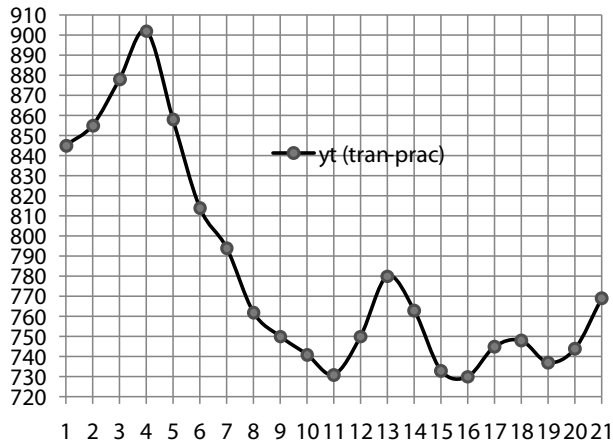
Źródło: Opracowanie własne w Excelu na podstawie roczników statystycznych GUS.

Ryc. 19.26. Dane rzeczywiste zmiennej „Liczba pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności” (lata 1995–2015)

Kształtowanie się zmiennej w okresie 21 lat podpowiada nam, że wskazane byłoby dla przykładu „Liczby pracujących w transporcie, gospodarce

³⁰⁷ Roczniki statystyczne GUS za lata 2011–2016.

magazynowej i łączności” zastosowanie segmentów, np. 4-okresowych dla uchwycenia zmieniających się w czasie tendencji trendów.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 19.27. Obserwowana zmiana trendu zmiennej „Liczba pracujących w transporcie, gospodarce magazynowej i łączności” (lata 1995–2015)

19.4. Zagadnienia

1. Szereg czasowy
2. Stała wygładzania
3. Trend liniowy segmentu
4. Trend pełzający
5. Wagi harmoniczne przyrostów (z uwzględnieniem postarzenia informacji)
6. Formuła funkcji REGLINP Excela
7. Dynamika obserwacji
8. Trend wielomianowy n -tego stopnia
9. Średnia ważona wag harmonicznych

20. Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych*

20.1. Wprowadzenie

Demografia (st.-gr. *demos* – lud i *grapho* – piszę) to dziedzina nauki zajmująca się powstawaniem, życiem i przemijaniem społeczności ludzkiej³⁰⁸. 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.

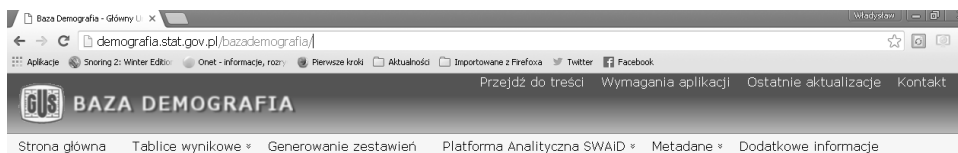
Baza Demografia umożliwia stały dostęp do informacji statystycznych charakteryzujących sytuację demograficzną w Polsce³⁰⁹. Baza ta, aktualizowana przez Główny Urząd Statystyczny, stanowi źródło danych, obejmują-

* Niniejszy rozdział stanowi artykuł autora opublikowany we wcześniejszej monografii *Uwarunkowania demograficzne rozwoju społecznego i ekonomicznego miasta Nysa i powiatu nyskiego*, red. nauk. R. Rauziński, T. Pokusa, T. Drewniak, Opole–Nysa 2018, s. 212–233. Uwzględniono go w tej książce ze względu na istotność dla celów dydaktycznych (powtarzania?) danych statystycznych w modelowaniu ekonometrycznym.

³⁰⁸ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Demografia>, dostęp: 20.11.2017.

³⁰⁹ <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>, dostęp: 20.11.2017.

ce 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 20.1. Menu obejmuje zakładki: *Strona główna*, *Generowanie zestawień*, *Platforma Analityczna SWAiD*, *Metadane*, *Dodatkowe informacje*. *Platforma Analityczna*, czyli *Dziedziczne Bazy Wiedzy GUS*, daje dostęp do aktualizowanych na bieżąco informacji w postaci gotowych raportów.



Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>, dostęp: 20.11.2017.

Ryc. 20.1. Menu aplikacji *Baza Demografia*

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 wybranych przez autora cechach statystycznych: *Małżeństwa*, *Rozwody*, *Urodzenia*, *Zgony* oraz *Emigracje* i (*Migracje – odpływ*) będące składnikiem zakresu III – *Migracje ludności* (zob. ryc. 20.2).



Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>,
dostęp: 20.11.2017.

Ryc. 20.2. Zakresy tematyczne zakładki *Generowanie zestawień*

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.

Wybermy przykładowo cechę *Małżeństwa*, rok 2016 i jednostkę terytorialną, kolejno zaznaczając: *Polska, Opolskie, Nyski – powiat*, co program wypisuje w kolejnych krokach (zob. ryc. 20.3).

Krok 1 wybrano zakres tematyczny: Małżeństwa
 Krok 2 wybrano rok: 2016
 Krok 3 wybierz jednostkę terytorialną
 Krok 4 Wybierz dane

Wybierz zakres tematyczny	Wybierz rok	Wybierz jednostkę terytorialną
<ul style="list-style-type: none"> I. STAN I STRUKTURA LUDNOŚCI Stan ludności II. RUCH NATURALNY LUDNOŚCI Małżeństwa Separacje orzeczone Separacje zniesione Rozwody Urodzenia Zgony III. MIGRACJE LUDNOŚCI Emigracje Imigracje Migracje - napływ Migracje - odpływ 	<ul style="list-style-type: none"> 2016 2015 2014 2013 2012 2011 2010 2009 2008 2007 2006 2005 2004 2003 2002 	<ul style="list-style-type: none"> Polska Dolnośląskie Kujawsko-pomorskie Lubelskie Lubuskie Łódzkie Małopolskie Mazowieckie Opolskie Brzeski - powiat Głubczycki - powiat Kędzierzyńsko-kozielski - powiat Kluczborski - powiat Krapkowicki - powiat Namysłowski - powiat Nyski - powiat

Źródło: <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/>, dostęp: 20.11.2017.

Ryc. 20.3. Wstępne zdefiniowanie kryteriów wyszukiwania

Po naciśnięciu przycisku *Wybierz dane* w kroku 4 uzyskujemy przejście do kroku 5 (zob. ryc. 20.4).

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/baza-demografia/>, dostęp: 20.11.2017.

Ryc. 20.4. Wybranie zakresu raportu dla cechy statystycznej *Małżeństwa*

Po wskazaniu cechy szczegółowej, np. *Grupa wieku mężczyzny* przechodzimy do kroku 6 *Pokaż dane* (zob. ryc. 20.5).

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/>, dostęp: 20.11.2017.

Ryc. 20.5. Wybranie kryterium cechy *Małżeństwa*

Tak postępując możemy zestawzić dane wskazanej cechy szczegółowej kolejnych przedziałów grupy wiekowej mężczyzn dla lat 2002–2016.

20.2. Szeregi czasowe wybranych cech statystycznych (przyczyn, skutku)

Jak już nadmieniono, 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,

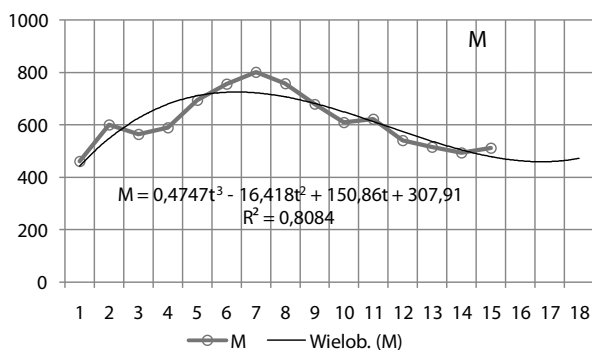
U – *Urodzenia* → według płeć dziecka, chłopiec;

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 stanowiło 512, czyli 74,4% razem w tym roku³¹⁰.

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. ryc. 20.6).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.6. Cecha *Małżeństwa* w latach 2002–2016

Na wykresie 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 20.7.

B2		fx		=0,4747*B1^3-16,418*B1^2+150,86*B1+307,91			
1	t	16	17	18			
2	M	463	460	472			

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

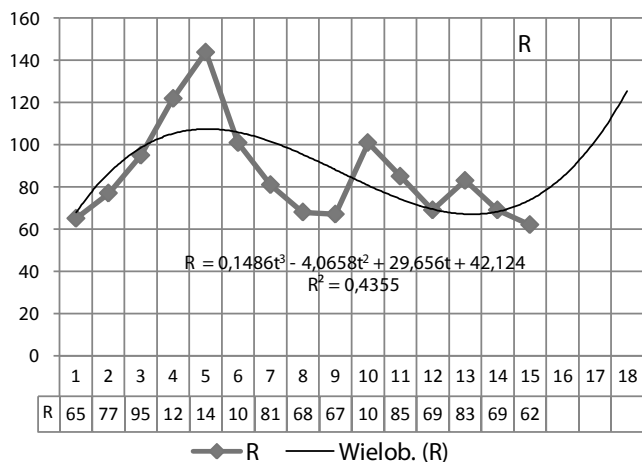
Ryc. 20.7. Obliczenie prognoz na lata 2017–2019

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.

³¹⁰ <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/CustomSelectData.aspx?s=mal&y=2016&t=0/16/07>, dostęp: 8.11.2017.

Układ danych dla wybranej cechy statystycznej czynnika pokazano na rys. 20.8.

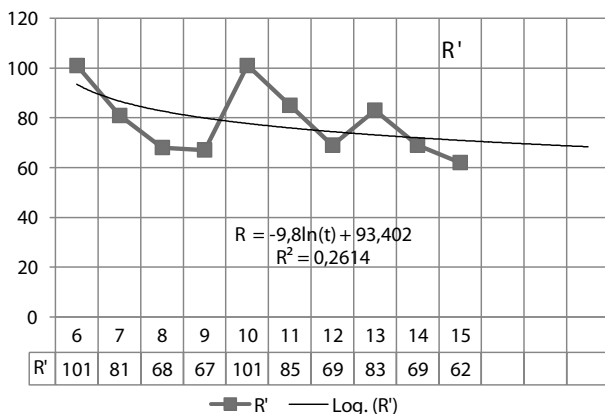
Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Dane	65	77	95	122	144	101	81	68	67	101	85	69	83	69	62



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.8. Cecha *Rozwody* w latach 2002–2016

Trend wielomianowy 3. 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. ryc. 20.9).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.9. Skorygowany przedział szeregu cechy *Rozwody* w latach 2007–2016

Jest nim trend logarytmiczny, o niezadowalającym jednak R^2 , o prognozach $R_{16} = 66$, $R_{17} = 66$, $R_{18} = 65$ obliczonych na podstawie podanego, np. dla roku 2017, wyrażenia:

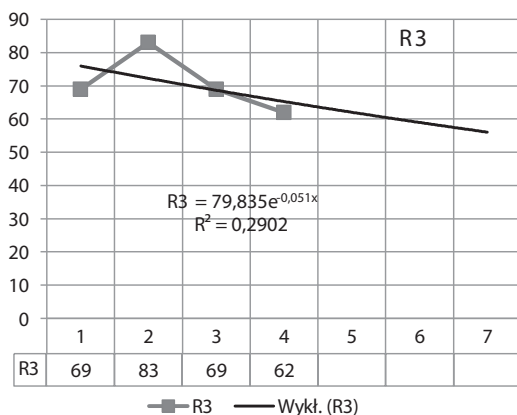
$$=-9,8 * \text{LN}(Q2) + 93,402 \quad (\text{zob. ryc. 20.10}).$$

Q	R	S
16	17	18
2017	2018	2019
66	66	65
= $-9,8 * \text{LN}(Q2) + 93,402$		

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.10. Prognozy na lata 2017–2019 wyznaczone trendem logarytmicznym

Zobaczmy jeszcze jak przebiega wykres według średnich ruchomych 3-okresowych, dla którego prognoza na rok 2017 jest średnią arytmetyczną: $R_{16} = (83 + 69 + 62)/3 \approx 71$. Traktując tę prognozę jako wartość, należy podać, że prognozy na kolejne dwa lata są następujące: $R_{17} \approx 67$, $R_{18} \approx 67$. A teraz dodatkowo określamy trend wykładniczy 4-okresowy, wprowadzając oznaczenie okresu czasowego jako x (1–4), co pozwala nam na obliczenie prognoz na lata (5–7), czyli 2017–2019 (zob. ryc. 20.11).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.11. Trend wykładniczy 4-okresowy

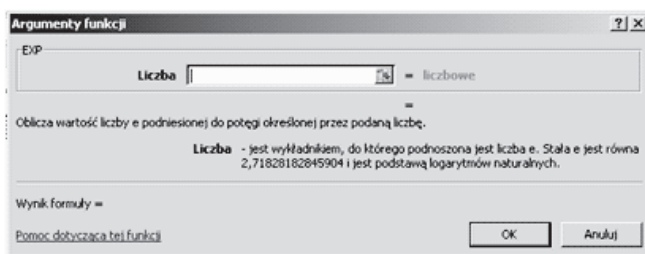
Na podstawie równania trendu wykładniczego, korzystając z formuł Excela, obliczamy prognozy na kolejne lata, czyli 2017–2019 (zob. ryc. 20.12).

M	N	O	P	Q	R	S	T
12	13	14	15	16	17	18	
2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Rok
69	88	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. 20.12. Sposób obliczenia prognoz przy zastosowaniu formuły trendu wykładniczego

Podane EXP to funkcja Excela generująca wartość e , czyli podstawy logarytmu naturalnego (zob. ryc. 20.13).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

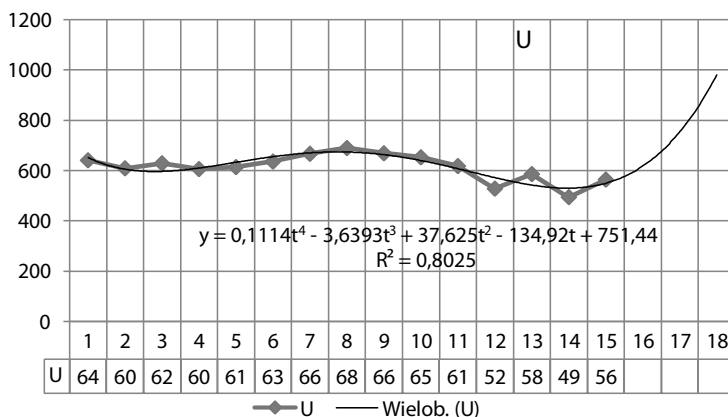
Ryc. 20.13. Okno dialogowe funkcji EXP

Zestawmy teraz uzyskane prognozy według różnych trendów:

Rok	2017	2018	2019
Trend wielomianowy 3. stopnia	84	101	125
Trend logarytmiczny	66	66	65
Średnie ruchome 3-okresowe	71	67	67
Trend wykładniczy 4-okresowy	62	59	56
Przewidywane 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 20.14.

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.

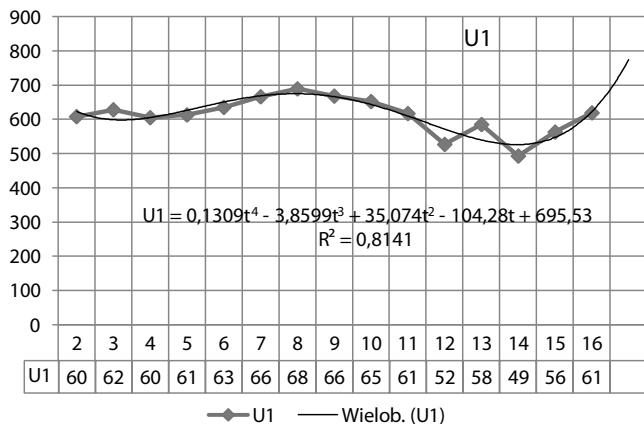
Ryc. 20.14. Cecha *Urodzenia* (chłopcy) w latach 2002–2016

Według trendu wielomianowego 4. stopnia prognoza na rok 2017, $U_{16} = 619$, 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). Rozpatrzmy teraz szereg czasowy od roku 2003–2017 i obliczmy prognozę na rok 2017 $\rightarrow U_{17-1} = 623$, korzystając z wyrażenia na nowy trend wielomianowy (zob. ryc. 20.15):

$$=0,1309*P1^4-3,8599*P1^3+35,074*P1^2-104,28*P1+695,53.$$



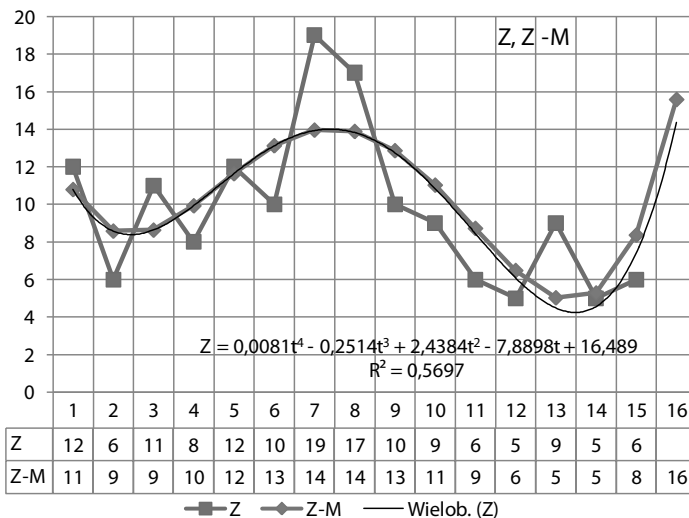
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.15. 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 i przebieg trendu wielomianowego 4. stopnia oraz obliczone wartości modelowe i określenie prognozy pokazano na rycinie 20.16.



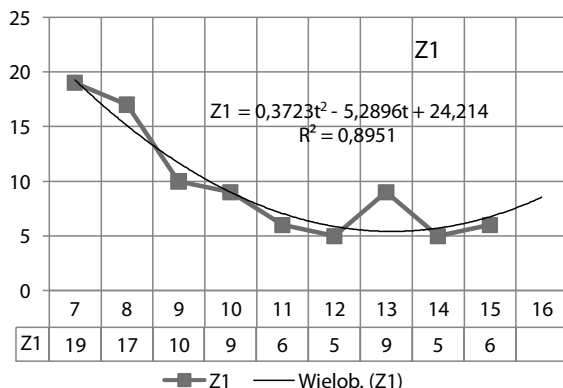
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.16. 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 20.17.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.17. Trend wielomianowy 2. 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 20.18.

Q5																
=0,3723*Q4^2-5,2896*Q4+24,214																
Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dane	12	6	11	8	12	10	19	17	10	9	6	5	9	5	6	
						t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Z1-M	19	15	12	9	7	6	5	6	7	9

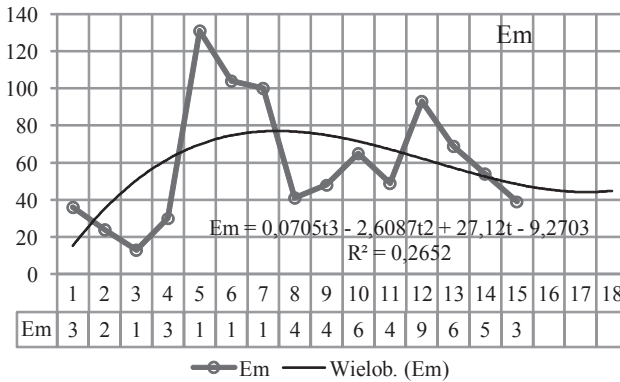
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.18. 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

Spośród wykresów trendów dostępnych w Excelu najlepsze dopasowanie do danych rzeczywistych ma trend wielomianowy 3. stopnia (zob. ryc. 20.19).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

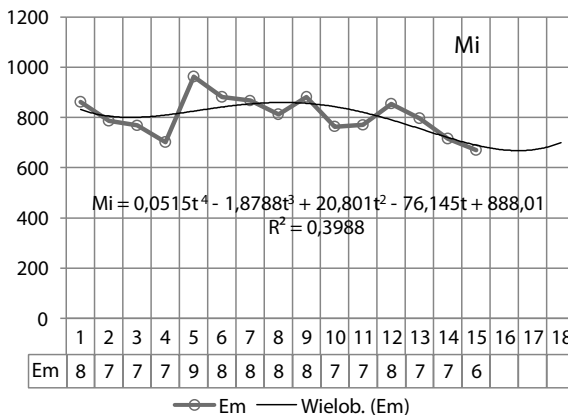
Ryc. 20.19. Trend wielomianowy 3. stopnia cechy *Emigracja* w latach 2002–2016

Obliczone na podstawie wzoru wielomianu prognozy wynoszą: $Em_{16} = 46, Em_{17} = 44, Em_{18} = 45$.

Migracje – odpływ, 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

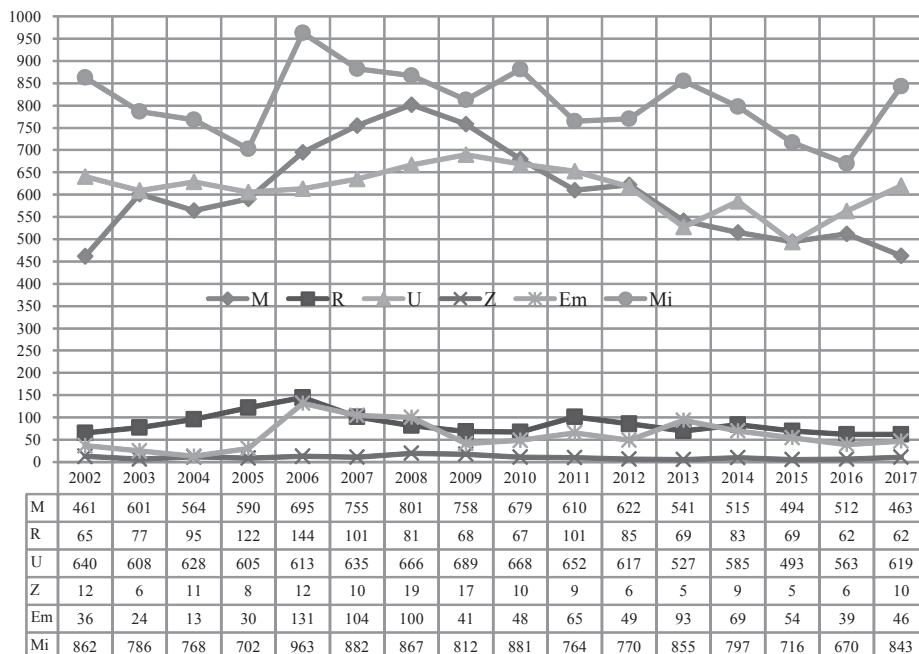
Dane z zakresu cechy *Migracja – odpływ* zaprezentowano na rycinie 20.20. Prognozy określone na podstawie wzoru wielomianu 4. stopnia są następujące: $Mi_{16} = 674, Mi_{17} = 676, Mi_{18} = 706$.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.20. Trend wielomianowy 4. stopnia cechy *Migracja – odpływ* w latach 2002–2016

Przedstawmy teraz wszystkie zmienne czynniki na jednym wspólnym wykresie dla w miarę stabilnego przedziału czasowego 2008–2016 i horyzontu prognozy 1, aby zobaczyć ewentualne zależności (zob. ryc. 20.21).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.21. Dane empiryczne cech przyczyn i skutków Mi oraz ich prognozy na rok 2017

Możemy zaobserwować, że wzrostowi liczby małżeństw oraz urodzeń dzieci towarzyszy wzmoczony odpływ ludności – migracja oraz emigracja. Obliczamy teraz wzajemne współczynniki korelacji między cechami dla szeregu czasowego 2002–2016 (zob. ryc. 20.22).

	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. 20.22. 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. Odnośnie do 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*.

20.3. 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 ma postać:

$$Mi = a_0 + a_1 Em + a_2 M + a_3 R + a_4 U + a_5 Z$$

Skorzystajmy teraz z funkcji REGLINP Excela dla znalezienia współczynników a_i regresji liniowej wielowymiarowej (zob. ryc. 20.23).

F9		fx {=REGLINP(B1:P1;B2:P6;PRAWDA;PRAWDA)}														
	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										
10	6,119	0,55	0,736	0,252	0,655	250,9										
11	0,677	56,11	=N/D!	=N/D!	=N/D!	=N/D!										
12	3,773	9	=N/D!	=N/D!	=N/D!	=N/D!										
13	59400	28340	=N/D!	=N/D!	=N/D!	=N/D!										

Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.23. Zastosowanie funkcji REGLINP Excela do wyznaczenia regresji liniowej wielowymiarowej

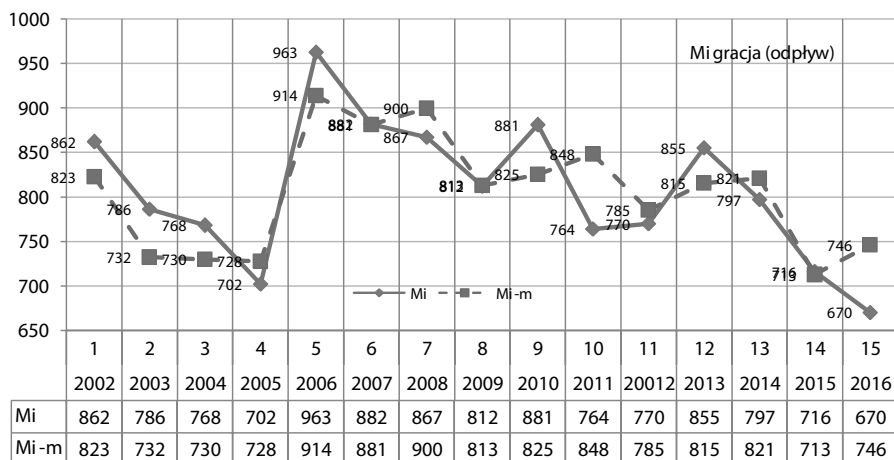
Objaśnienie występujących symboli:

- 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 zadowalającym współczynniku determinacji $R^2 = 0,677$ jest następujący:

$$Mi = 269,4 + 2,079 Em - 0,22M - 0,37R + 0,943U + 0,035Z$$

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. ryc. 20.24).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.24. 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. stopnia oraz otrzymaną z modelu ekonometrycznego:

$$(Mi + Mi-me + Mi-m)/3 = (670 + 843 + 746)/3 = 753.$$

20.4. 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 Mi 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 Mi, jako liczby osób migracji (odpływ) do nowego arkusza kalkulacyjnego, w ramach wcześniej użytego skoroszytu, np. *Malżeństwa – wykres2.xls*. Przyjmujemy długość segmentu $k = 3$ i za pomocą funkcji REGLINP Excela dokonujemy oszacowania parametrów trendów liniowych podszeregów 3-elementowyc (zob. ryc. 20.25). Na rycinie tej pokazano estymowane wartości parametrów a_0 i a_1 poszczególnyc funkcji trendów liniowyc szeregów czasowyc o postaci ogólnej:

$$y = a_0 + a_1 t.$$

Dalszym krokiem procedury jest obliczenie wartości teoretycznych cechy *Migracja – odpływ* dla poszczególnyc okresów kolejnych podszeregów (1–13) – zob. kolumny L-N na rycinie 20.25. Cecha *Migracja – odpływ* określana jest jako liczba osób opuszczającyc dany rejon (powiat nyski). Zaokrąglamy więc wartości do liczb całkowitych (zob. kolumny (O-Q) na ryc. 20.25). Przy obliczaniu parametrów korzystamy z formuły Excela np.:

$$=REGLINP(D2:F2;G2:I2;PRAWDA;FAŁSZ).$$

Oznacza to podanie zakresu zmiennej (cechy), przedziału okresów czasowyc 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. 20.25. Oszacowanie parametrów trendu liniowego segmentów oraz obliczenie wartości teoretycznych (modelowych) cechy *Migracja – odpływ*

Przystępujemy teraz do obliczenia średnich arytmetycznych z wartości teoretycznych dla danego okresu, a następnie przyrostów funkcji trendu według ogólnego wzoru³¹¹:

$$w_t = y_t^w - y_{t-1}^w$$

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. ryc. 20.26), korzystając z formuły $\rightarrow = 1/(15-1)$. W określeniu wag dla obliczonych i -tych przyrostów (zob. kolumna *Różnica*) korzystamy ze wzoru Z. Hellwiga³¹²:

$$C_{t-1}^n = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^t \frac{1}{n-i},$$

gdzie:

n – ilość okresów badanego szeregu czasowego (1-15),

i – numer kolejny podszeregu różnic.

³¹¹ E. Nowak, *Zaawansowana rachunkowość zarządcza...*, s. 77.

³¹² Ibidem.

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 ryc. 20.26).

Q21																	f _z =P20+SRS20			
	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 _{i-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				959	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. 20.26. 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. ryc. 20.26), np. w komórce R5 jest wyrażenie:

$$=SS\$2*SUMA(Q3:Q5).$$

Pozostaje nam teraz obliczenie wartości odchyleń ważonych wagami harmonicznymi (zob. kolumna S na ryc. 20.26), które stanowią iloczyny pól *Różnica* i *Waga*. Przykładowo dla komórki S5 jest wyrażenie: $=P5*R5$.

Suma składników średnich odchyłeń jest średnią ważoną naszego szeregu czasowego obserwacji liczby cechy *Migracja – odpływ*, ta więc np. w komórce S17 jest wyrażeniem: =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):

$$=P3*R3+P4*R4+P5*R5+P6*R6+P7*R7+P8*R8+P9*R9+P10*R10+P11*R11+P12*R12+P13*R13+P14*R14+P15*R15+P16*R16$$

20.5. Obliczenie prognoz

Mamy teraz wszystkie składniki na obliczenie prognozy na kolejne okresy T po $n = 15$, stosując wzór ogólny³¹³:

$$Y_T^* = y_n^w + (T - n)\bar{w}.$$

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. ryc. 20.27).

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	

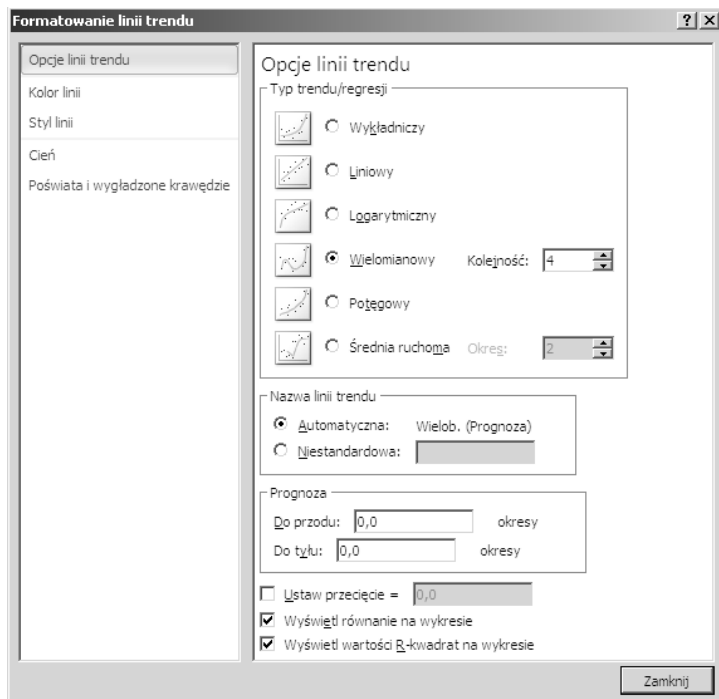
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.27. Wygasłe prognozy i przewidywana prognoza cechy *Migracja – odpływ* na rok 2017³¹⁴

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 20.28.

³¹³ Ibidem.

³¹⁴ Zamieszczone teksty dotyczą okresu pisania tego artykułu, tj. listopada 2017 r.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

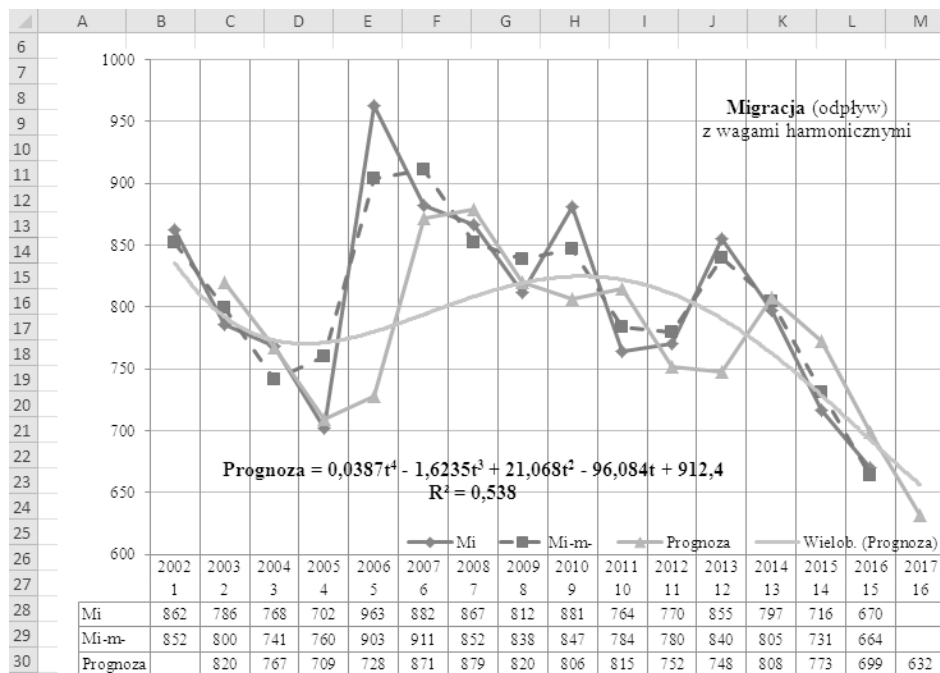
Ryc. 20.28. Okno dialogowe określenia wykresu wielomianu

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 zadowalający, 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 20.29 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.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 20.29. Zbiorcze zestawienie wykresów dotyczących cechy *Migracja – odpływ* z uwzględnieniem wag harmonicznych

20.6. Słowo końcowe

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 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.

Efektem 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.

20.7. Zagadnienia

1. Pojęcie „demografia”
2. *Baza Demografia*
3. Generowanie zestawień z *Bazy Demografia*
4. Zdefiniowanie kryteriów wyszukiwania
5. Przyczyny i skutek w modelowaniu ekonometrycznym
6. Trend wykładniczy
7. Dobór modelu trendu do ustalania prognoz krótkookresowych
8. Współczynnik determinacji
9. Wartości empiryczne a teoretyczne
10. Migracja ludności
11. Zastosowanie wag harmonicznnych do prognozowania migracji
12. Wzór Hellwiga na postarzenie informacji
13. Średnia wartość trendu
14. Określenie prognozy krótkookresowej

21. Ocena nieefektywności gospodarowania zasobami ludności³¹⁵

21.1. Wstęp

Efektywność mierzona jest stosunkiem uzyskanych efektów do poniesionych nakładów. Różne są współczynniki mierzenia efektywności lub 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 również 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 związaną 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

³¹⁵ Forma skrócona (3 strony) tego tematu była zaprezentowana przez autora niniejszej pracy na *Problems and prospects of territories' socio-economic development. 7th International Scientific Conference*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2018.

parametrów przy optymalizacji licznika we wzorze na efektywność, który w postaci ogólnej możemy zapisać jako:

$$\text{Efektywność} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r \text{Efekt}}{\sum_{i=1}^m v_i \text{Nakład}}$$

W ramach programu DEAP mamy do wyboru opcję CRS dotyczącą maksymalizacji funkcji celu licznika, a VRS mianownika we wzorze na obliczaną efektywność (gospodarność) techniczną obiektu³¹⁶. 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 wyobrażonego w postaci krzywej – izokwenty. Program bazuje bowiem na analizie komputerowej odległości miar obserwacji od najlepszych dla teoretycznie ustalonego 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) znajdujące 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 do tematyki efektywności, ze zorientowaniem na obiekty struktury terytorialnej, spotykamy w książce Mariana

³¹⁶ J. Baran, *Zastosowanie metody Data Development Analysis do badania efektywności portów*, <https://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/243-artykuly-naplycie-cd-1/2853-artykul>, dostęp: 20.12.2018.

Duczmała³¹⁷. Pomocnym w niniejszym opracowaniu był też *Przewodnik po DEAP*³¹⁸. Podstawy teoretyczne modeli DEA znajdujemy w książce Bogusława Guzika *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*³¹⁹. 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 Excela³²⁰ 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 w badaniu efektywności gospodarowania ludnością również 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:

³¹⁷ M. Duczmał, *Efektywność działania obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013.

³¹⁸ T. Coelli, *Przewodnik po DEAP wersji 2.1. Analiza zwijania (enevelopment) danych*, Centrum Analizy Efektywności i Produktywności, www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm, dostęp: 2.03.2118.

³¹⁹ B. Guzik, *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.

³²⁰ W. Wornalkiewicz, *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych*, [w:] *Uwarunkowania demograficzne rozwoju społecznego i ekonomicznego miasta Nysa i powiatu nyskiego*, red. nauk. R. Rauziński, T. Pokusa, T. Drewniak, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie, Opole–Nysa 2018, s. 212–233.

- 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:

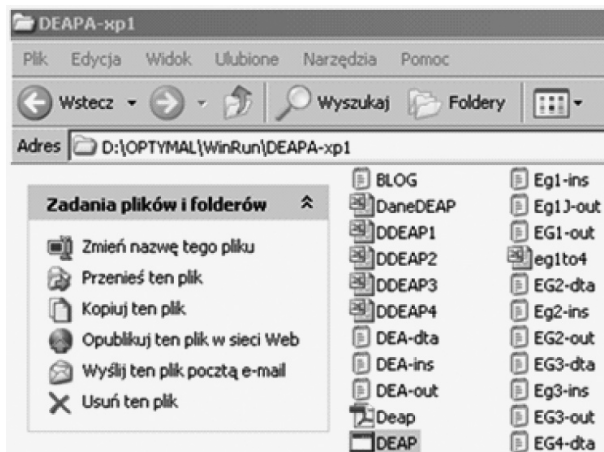
- skorzystanie z *Bazy Demografia* prowadzonej w Internecie przez GUS,
- jedną zmienną wyjścia, tj. *migracja – odpływ*,
- pięć zmiennych liczbowych wejścia: *emigracja, małżeństwa, rozwody, urodzenia, zgony*.

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.

21.2. Dostęp do danych statystycznych

Jak już wspomniałem, program DEAP o rozszerzeniu *exe* dostępny jest w Internecie i zawiera pliki przykładowe, które można skopiować i zastosować do własnych uwarunkowań zadania decyzyjnego. Zainstalowałem go na ścieżce D:\OPTYMAL\WinRun\DEAPA-xp1\ (zob. ryc. 21.1).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.1. Program DEAP i pliki pomocnicze

Widzimy tu omawiany program DEAP oraz pliki tekstowe o rozszerzeniu *txt*, np.: danych EG3-dta, instrukcji EG3-ins, rezultatu EG3-out. Zwróćmy jeszcze uwagę na własności aplikacji programowej DEAP wymienione na rycinie 21.2. Dowiadujemy się z niej o rozmiarze pliku programu (548 kB), dacie utworzenia (3.02.2014), czy też wykorzystania przeze mnie do niniejszego opracowania (15.12.2017).

Jak już nadmieniałem, DEAP wymaga trzech plików tekstowych, które można utworzyć także w arkuszu kalkulacyjnym Excel, pamiętając o jego sformatowaniu wyjściowym jako zapisanych wielkości w kolumnach do lewej i użyciu kropki dziesiętnej. Opis programu DEAP występuje w poradniku wydanym przez Uniwersytet w Brisbane w Australii³²¹. Zaprezentowano tam 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.

³²¹ T.J. Coelli, *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, Department of Econometrics University of New England, Armidale 1996.

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 efektów oraz występują różne rodzajowo nakłady. Coelli, powołując się na innych autorów zaproponował, aby efektywność firmy składa się z dwóch części:

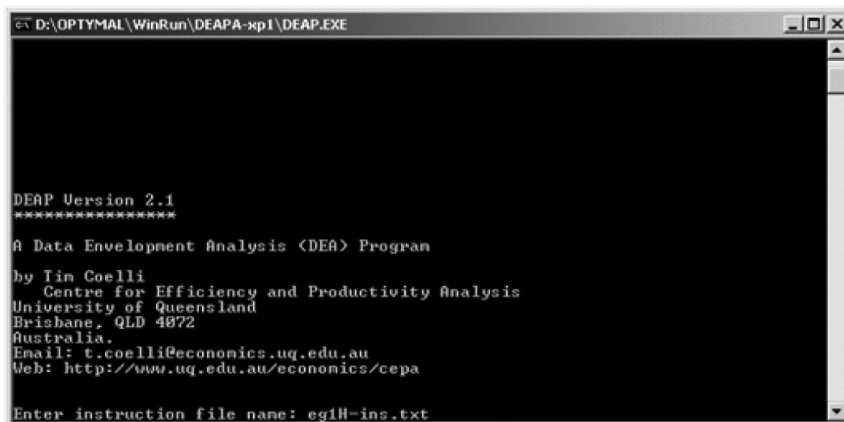
- sprawności technicznej (skuteczności), która jest obrazem zdolności firmy do uzyskania maksymalnego wyjścia z realizacji wymagań podanych w zbiorze danych wejściowych;
- skuteczności przydziału, która odzwierciedla zdolność firmy do korzystania z zasobów w optymalnych proporcjach.

Zdaniem Coelliego, 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 twardej 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 na pliku wsadowym danych wejściowych oraz pliku instrukcji w formacie tekstowym. Uruchomienie programu DEAP wymaga, jak już wspominałem, 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. ryc. 21.2).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.2. 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>* – zob. ryc. 21.2), 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. ryc. 21.3).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.3. Okno
Bazy Demografia

Postępowanie związane z uzyskaniem szeregów panelowych (czasowo-przestrzennych) dwunastu powiatów województwa opolskiego i piętnastu lat danych statystycznych GUS 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 jeden z dwunastu powiatów, np. Brzeski.

Wymienione postępowanie obrazują ryciny 21.4 i 21.5.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.4. Okno wyboru zakresu tematycznego i roku w *Bazie Demografia*



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.5. Okno wyboru powiatu w ramach wyboru jednostki terytorialnej *Bazy Demografia*

21.3. 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 2002–2016. Byłoby 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*. 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.

Bazując na wcześniejszym moim opracowaniu, przyjęto, że zjawisko *migracja – odpływ* ludności z określonego powiatu jest funkcją liniową wielowymiarową czynników sprawczych³²².

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:

$$Mio = 269,4 + 2,079Em - 0,22M - 0,37R + 0,943U + 0,035Z$$

przy współczynniku determinacji $R^2 \approx 0,7$, 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) zamieszczono w tabeli 21.1. Dane panelowe obejmujące

³²² W. Wornalkiewicz, *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych...*

(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 następująca³²³:

- 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.

Tabela 21.1

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	Namysławski	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

³²³ W opracowaniu zabazowano na niektórych procedurach zamieszczonych w książce: M. Duczmal, *Efektywność działania obiektów struktury terytorialnej...*

cd. tab. 21.1.

Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
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
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

cd. tab. 21.1.

Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
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
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

cd. tab. 21.1.

Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
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

cd. tab. 21.1.

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

cd. tab. 21.1.

Okres	P	Mio	Em	M	R	U	Z	Nazwa powiatu	Rok
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
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

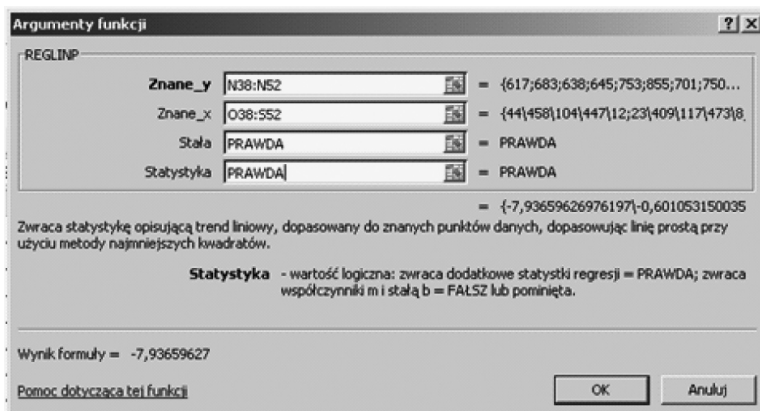
Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

21.4. Modelowanie ekonometryczne cechy złożonej Mio

Nadmieniłem już w moim wcześniejszym artykule, o opracowaniu modelu liniowego wielowymiarowego dla powiatu nyskiego, podając tylko jego postać końcową po estymacji funkcją REGLINP Excela. Jednak mając zgromadzone dane, proponuję prześledzić procedurę w tym zakresie na danych statystycznych demograficznych na przykładzie powiatu *Opole – miasto na prawach powiatu* (zob. tab. 21.2).

W tabeli 21.2 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. Zaznaczono również zacieniowaniem kolumny okresów (5–8) z dominującą wartością danej cechy. Po tej operacji i wywołaniu funkcji REGLINP w oknie dialogowym (ryc. 21.6) 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. 21.6. Okno wskazania argumentów funkcji REGLINP

Tabela 21.2

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	Mio	617	683	638	645	753	855	701	750	697	686	702	708	549	497	492	855
Emigracja	Em	44	23	26	74	125	81	97	55	37	49	68	80	69	0	9	125
Matżeństwa	M	458	409	439	414	523	537	562	571	500	433	440	428	372	394	362	571
Rozwody	R	104	117	130	135	135	117	103	102	75	74	73	83	89	79	63	135
Urodzenia	U	447	473	496	495	533	492	542	586	612	524	549	515	542	574	607	612
Zgony	Z	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.

Omawiana funkcja generuje na wyjściu tabelę 21.3, 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 – niewystępowanie danych dla danego modelu w tabeli standardowej.

Tabela 21.3

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!	F, iss
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:

$$\text{Mio} = 589,9 + 0,6216 \text{ Em} + 1,0003 \text{ M} - 0,302 \text{ R} - 0,601 \text{ U} - 7,9337 \text{ Z}.$$

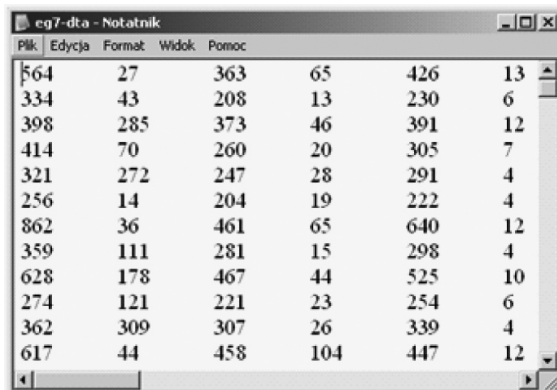
Tak więc w powiecie *Opole – miasto na prawach powiatu* na odpływ ludności poza teren mają dodatni wpływ sprzyjające warunki dla udających się na emigrację i liczba zawieranych małżeństw, a ujemny zmienne R, U oraz Z. Oczywiście cecha złożona Mio w sensie nieefektywności technicznej to marnotrawstwo najcenniejszego zasobu aktualnej i potencjalnej siły wytwórcze rozpatrywanego powiatu. W analogiczny sposób możemy określić modele ekonometryczne dla pozostałych powiatów województwa opolskiego.

21.5. 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 wej-

ściowych 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 21.7.



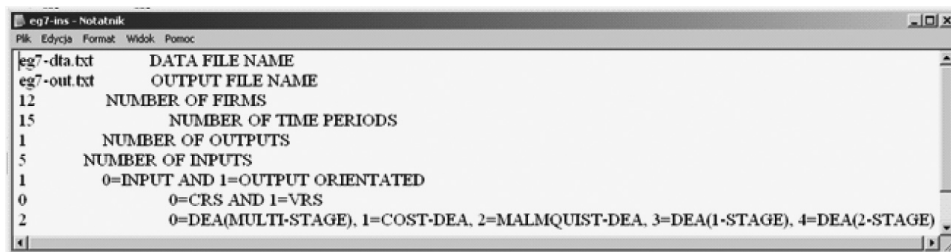
564	27	363	65	426	13
334	43	208	13	230	6
398	285	373	46	391	12
414	70	260	20	305	7
321	272	247	28	291	4
256	14	204	19	222	4
862	36	461	65	640	12
359	111	281	15	298	4
628	178	467	44	525	10
274	121	221	23	254	6
362	309	307	26	339	4
617	44	458	104	447	12

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.7. 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) występuje na rycinie 21.8 i zawiera następujące parametry dla programu DEAP.EXE:

- 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 opcja (*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. 21.8. 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 21.9. 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. ryc. 21.9) program wylicza średnie geometryczne dla okresu pierwszego i dwunastu powiatów.

```

eg7-out - Notatnik
Plik Edycja Format Widok Pomoc
Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = eg7-ins.txt
Data file      = eg7-dta.txt

Output orientated Malquist DEA

DISTANCES SUMMARY

year = 1

  firm   crs te rel to tech in yr   vrs
no.     +-----+
      t-1   t   t+1
-----+-----+
1  0.000  0.979  1.000  1.000
2  0.000  1.000  1.678  1.000
3  0.000  0.701  0.714  0.734
4  0.000  0.979  1.345  1.000
5  0.000  0.944  0.925  1.000
6  0.000  0.956  1.000  1.000
7  0.000  1.000  1.245  1.000
8  0.000  1.000  1.601  1.000
9  0.000  0.894  0.978  0.962
10 0.000  0.761  0.841  0.780
11 0.000  1.000  1.065  1.000
12 0.000  1.000  0.892  1.000

mean 0.000  0.935  1.107  0.956

```

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 21.9. 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

pomiędzy 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 *DISTANCES 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 arytmetyczne 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 ³²⁴:

$$G_x = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

Sprawdzamy to na przykładzie średniej geometrycznej obliczonej dla indeksu Malmquist dla 12 powiatów województwa opolskiego, stosując funkcję potęgi ($1/n = 1/12$):

$$= \text{POTĘGA}(1,007893167; 1/12) \approx 1,001,$$

³²⁴ W. Wornalkiewicz, *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania...*, cz. 1.

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 21.4, wyszczególniono posortowane malejąco współczynniki efektywności technicznej według metody EFFCH bieżącego okresu do współczynników okresu wcześniejszego (rozpoczynając od okresu drugiego). Jak już wspomniałem, pełny raport rezultatu oprócz EFFCH obejmuje także inne współczynniki, a mianowicie: TECHCH, PECH, SECH, TFPCH, zwane też modelami lub sposobami wyznaczania efektywności.

Tabela 21.4

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 21.5. pokazano tylko EFFCH, będący współczynnikami nieefektywności technicznej, posortowany malejąco jako średnie geometryczne dla poszczególnych 12 powiatów.

Tabela 21.5

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 modelu CRS TE dla t 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 interpretacji graficznej współczynników ogólnie nazwanych CRS DEA i VRS DEA. W tym celu dla okresu 15. (2016) najpierw obliczymy współczynniki korelacji (R) między zmienną objaśnianą M_{io} a zmiennymi objaśniającymi (E_m, M, R, U, Z), korzystając z funkcji Excela:

$$=WSP.KORELACJI(\$C\$2:\$C\$13;D2:D13).$$

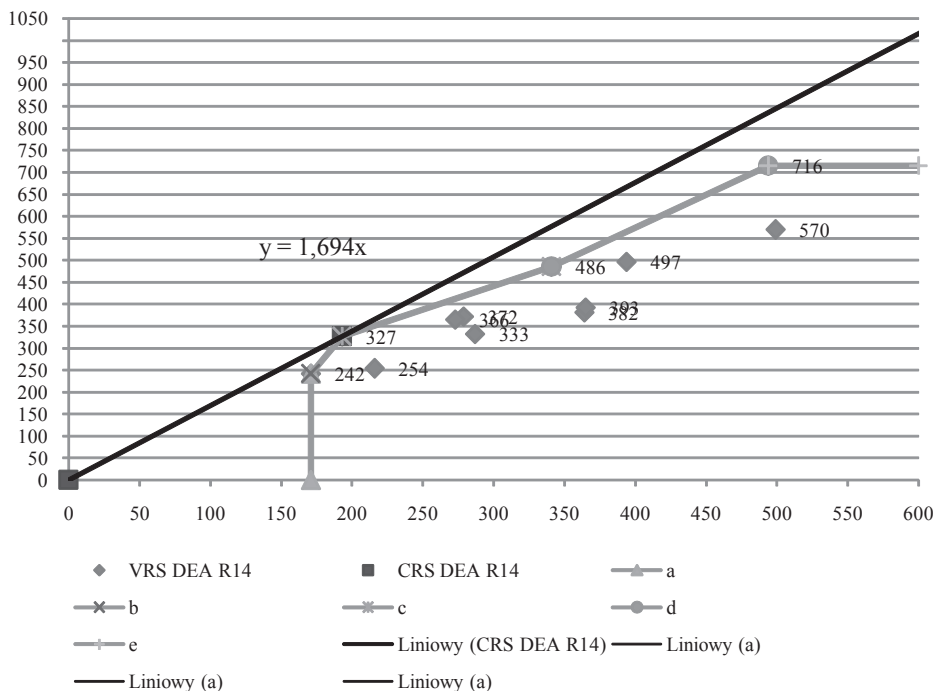
K	L	M	N	O	P
	E_m	M	R	U	Z
M_{io}	0,29	0,88	0,82	0,87	0,77

Widzimy, że najwyższy $R = 0,88$ ma relacja ($M_{io} \rightarrow M$). 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. ryc. 21.10).

Na osi odciętej jako x występuje zmienna M , a na osi rzędnej jako y wartości M_{io} . 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. 21.10. Interpretacja graficzna budowy uproszczonych izokwant metod CRS DEA i VRS DEA dla okresu 14.

21.6. 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

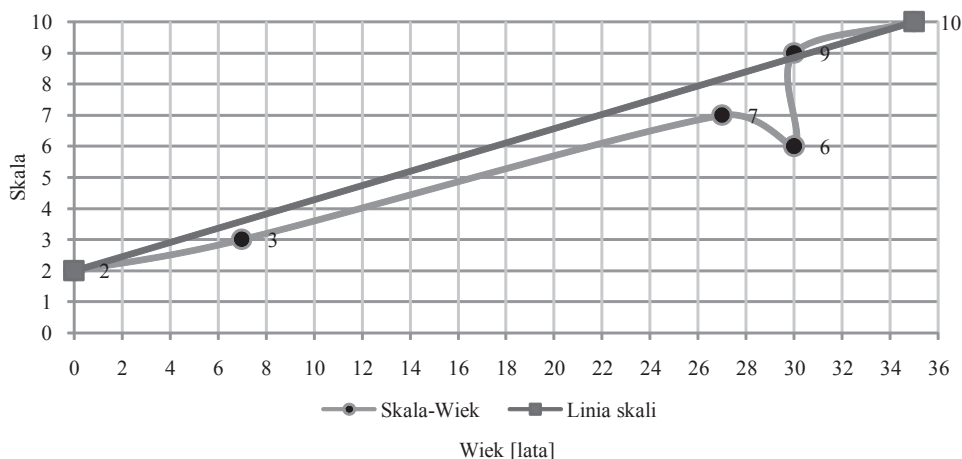
gdzie:

y – skala [1-10],

x – wiek [lata],

Ems – emigracja na stałe (założenie teoretyczne).

Podane założenie możemy przedstawić ogólnie na wykresie (zob. ryc. 21.11) 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 więc 7 z wagą 3. Wiek zawieranych małżeństw (przedział: 20–34) dla celów testowania opcji (COST – CRS DEA) programu DEAP przyjęto 27 lat. Natomiast wiek rozwiedzionych (zamężnych/zamężne) oraz wyjeżdżających na emigrację ok. 30 lat. Skalę 10 zarezerwowano dla tych, którzy wyjeżdżają na stałe na emigrację przy ok. 30 latach.



Źródło: Opracowanie własne w Excelu..

Ryc. 21.11. Zobrazowanie graficzne skali od wieku dla zmiennych objaśniających: 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 analogię do standardowej w DEAP „ceny informacyjnej” dla cech (zmiennych), dążąc do wyznaczenia wag:

$$w = \text{skala} \times (\text{wartość cechy} / \text{suma cechy dla okres}).$$

Przykładowo dla powiatu brzeskiego, zmiennej Em i skali 9, obliczone znaczenie społeczne będzie następujące (zob. komórka H3 na rycinie 21.12):

$$w_b = \text{skala} \cdot (Em / \text{Suma } Em) = 9 \cdot (18/415) = 0,39.$$

Pełny efekt naszej pracy dla poszczególnych powiatów województwa opolskiego i roku 2016 obliczone w Excelu przedstawiono na rycinie 21.12.

	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	Kędzierzyńsko-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. 21.12. Obliczenie wag (znaczeń społecznych) dla zmiennych objaśniających

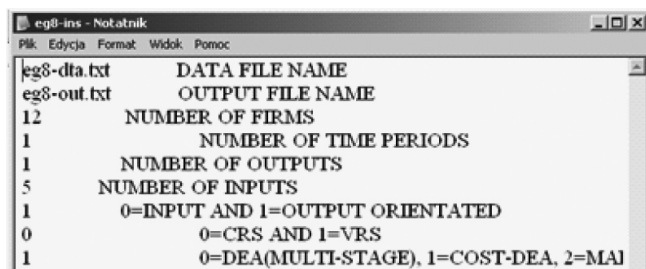
Przystępujemy teraz do przygotowania plików tekstowych do realizacji opcji (COST – CRS DEA). W tym celu rozszerzamy plik (eg7-dta.txt) o „ceny informacyjne”, czyli nasze znaczenia społeczne, zapisane odpowiednio w kolumnach obok szeregów cech (Mio, Em, M, R, U, Z) i nadajemy plikowi nazwę (eg8-dta.txt) – zob. rycina 21.13.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1459	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. 21.13. Plik wejściowy tekstowy z kropką dziesiętną do realizacji opcji (COST – CRS DEA)

W kolejności tworzymy plik sterujący (eg8-ins.txt – zob. ryc. 21.14) oraz inicjujemy jako pusty plik wyjściowy, czyli rezultatu (eg8-out.txt).



Źródło: Opracowanie własne w Excelu.

Ryc. 21.14. 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. ryc. 21.15):

- 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. $CRS AE = 0,855/0,875 = 0,977$.

Tabela 21.6

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.

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 pobudzenie 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 stymulować do tego innych badaczy.

21.7. Zagadnienia

1. Pojęcie efektywności
2. Efektywność techniczna, alokacji i ekonomiczna
3. Program DEAP
4. Opcje określenia efektywności technicznej
5. Baza danych panelowych (MALMQUIST)
6. Metoda DEA ustalenia krzywej efektywności
7. Zależność migracji od czynników sprawczych
8. Pliki tekstowe do realizacji programem DEAP
9. Modelowanie ekonometryczne
10. Argumenty funkcji REGLINP
11. Zawartość tabeli wygenerowanej przez REGLINP
12. Przygotowanie danych wejściowych do programu DEAP
13. Formułowanie pliku sterującego
14. Raport sumaryczny odległości
15. Inne raporty rezultatów generowane przez program DEAP
16. Średnia geometryczna
17. Uproszczona izokwanta
18. Wagi znaczeń społecznych

22. Modelowanie ekonometryczne zjawiska (przykład)

22.1. Wprowadzenie

Już z wcześniejszych rozdziałów wynika, że w analizie systemów zarządzania, a potem modelowania zjawisk pod wpływem określonych czynników, warto nabrać umiejętności w zakresie formułowania wielowymiarowych modeli ekonometrycznych. Można się nimi potem posłużyć do prognozowania krótkookresowego badanej cechy, jak również może ten model stanowić inspirację do tworzenia funkcji celu zadania optymalizacyjnego. Postępowanie w zakresie modelowania ekonometrycznego, przedstawione szerzej w książce autora niniejszego rozdziału³²⁵, zostało zaprezentowane na przykładzie, który może stanowić zadanie w ramach ćwiczeń.

Dla podanych szeregów czasowych 12-okresowych (styczeń–grudzień) zjawiska badanego (zmiennej objaśnianej) oraz pięciu czynników sprawczych (zmiennych objaśniających) należy zbudować funkcją REGLINP Excela model wielowymiarowy, pominąć stałą a_0 poprzez opcję FAŁSZ oraz uwzględnić podstawową statystykę opisową – opcją PRAWDA. Sprawdzić współczynnik determinacji dla zmiennych oraz dopasować do nich odpowiedni stopień funkcji wielomianowych. Ponadto należy określić macierz współczynników korelacji, statystykę rozszerzoną, korzystając z menu: *Dane/Analiza danych*. W kolejności trzeba określić współczynniki zmienności, a w etapie końcowym porównać dane modelowe z empirycznymi dla dwóch przykładów modeli zmiennej K . Zmienne wyrażone w zł występujące w zadaniu określono następująco:

- $K(Y)$ – koszty przedsiębiorstwa razem,
- $M(X_1)$ – koszty materiałów bezpośrednich,
- $Z(X_2)$ – koszty zakupu,

³²⁵ W. Wornalkiewicz, *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania...*

$P(X_3)$ – płace bezpośrednie,

$U(X_4)$ – ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia,

$S(X_5)$ – koszty sprzedaży.

W formułowaniu funkcji REGLINP oraz przy korzystaniu z menu Excela skorzystano z publikacji firmy Microsoft³²⁶.

22.2. Określenie modeli poszczególnych zmiennych

Przyjmujemy jako efekt końcowy naszych rozważań, dla zmiennej wynikowej kosztu przedsiębiorstwa (razem), model liniowy w postaci:

$$K = a_1 M + a_2 Z + a_3 P + a_4 U + a_5 S.$$

Oszacowanie parametrów metodą KMNK możemy dokonać poprzez zastosowanie formuły funkcji: REGLINP:

=REGLINP(wektor **K**; macierz (**M** do **S**), FAŁSZ, PRAWDA).

Na wstępie wprowadźmy jednak dane umowne do tabeli Excela (zob. ryc. 22.1).

	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

Źródło: Opracowanie własne.

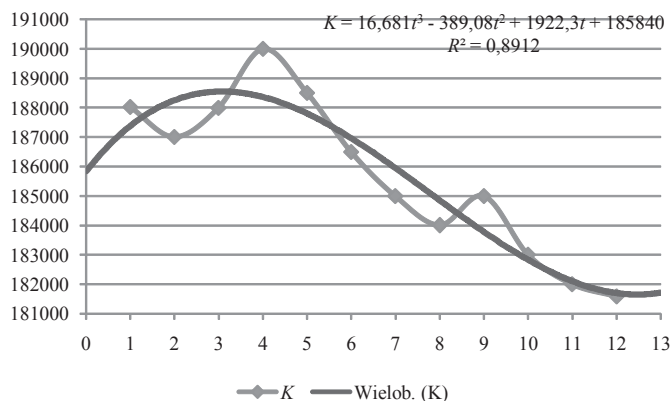
Ryc. 22.1. Dane umowne modelu

Przed przystąpieniem do estymacji parametrów modelu ekonometrycznego klasyczną metodą najmniejszych kwadratów, przy użyciu funkcji REGLINP Excela, zobaczymy jeszcze jak kształtują się dane na wykresach

³²⁶ Excel. Opis funkcji, Microsoft Corporation, Ireland 1993; Excel. Podręcznik użytkownika, t. 2: Analiza arkusza, wymiana danych, automatyzacja prac, Microsoft Corporation, Ireland 1993.

sporządzonych również w tym programie. Model wielomianowy zmiennej objaśnianej K pokazano na rycinie 22.2, a jego model jest w postaci:

$$K = 16,681t^3 - 389,08t^2 + 1922,3t + 185840$$

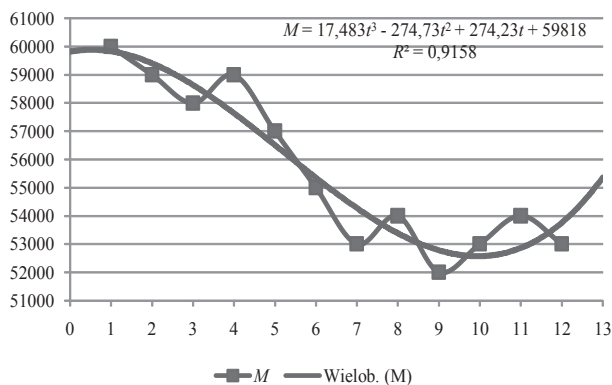


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.2. Dane empiryczne i dobrany trend wielomianowy 3. stopnia dla zmiennej K

Zwróćmy uwagę na dobre dopasowanie modelu do danych rzeczywistych (empirycznych), gdyż współczynnik determinacji $R^2 = 0,8912$. Na wykresie program Excel podał również model wielomianowy. Mając równanie trendu, możemy na jego podstawie określić wstępnie prognozę kosztu przedsiębiorstwa (razem), czyli K na okres 13. Zainteresujmy się teraz zmienną M (koszty materiałów bezpośrednich) (zob. ryc. 22.3). W wyniku dalszej procedury uzyskujemy następujący model wielomianowy trendu 3. stopnia:

$$M = 17,483t^3 - 274,73t^2 + 274,23t + 59818.$$



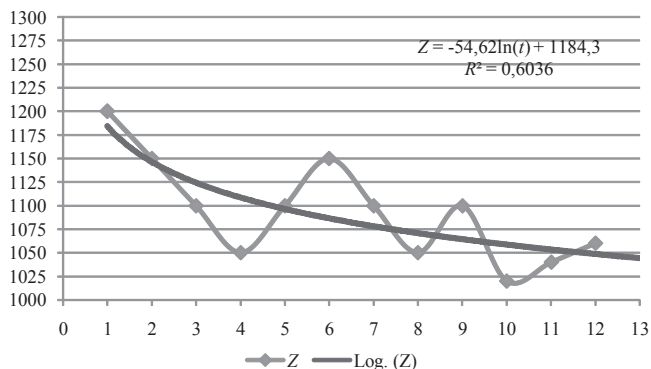
Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.3. Dane empiryczne i dobrany trend wielomianowy 3. stopnia dla zmiennej M

Po wykonaniu kilku prób okazało się, że zmienną Z (*koszty zakupu*) najlepiej zobrazować, posługując się trendem logarytmu naturalnego:

$$Z = -54,62\ln(t) + 1184,3.$$

Na podstawie uzyskanego wykresu możemy określić prognozę kosztu zakupu (Z) na okres 13.

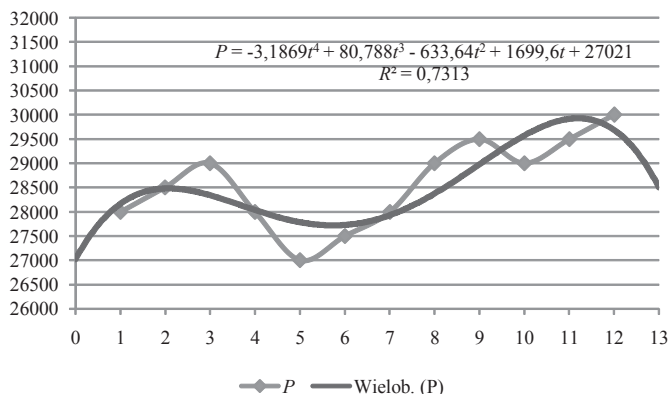


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.4. Dane empiryczne i dobrany trend wielomianowy 3. stopnia dla zmiennej Z

Dobierzmy teraz adekwatny trend wielomianowy dla zmiennej P (*placa bezpośrednio*) (zob. ryc. 22.5), a nim okazuje się trend 4. stopnia:

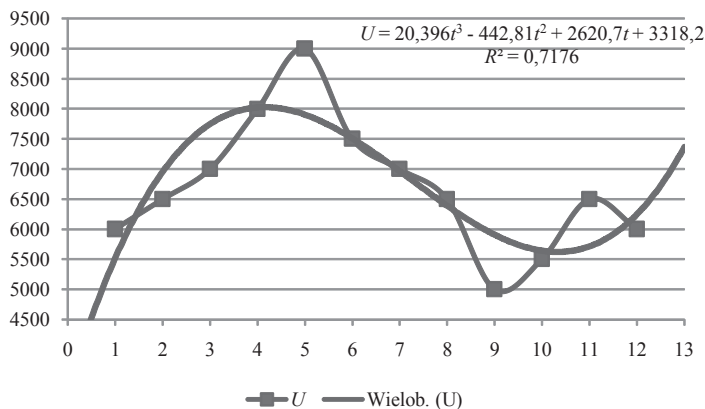
$$P = -3,1869t^4 + 80,788t^3 - 633,64t^2 + 1699,6t + 2702.$$



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.5. Dane empiryczne i dobrany trend wielomianowy 3. stopnia dla zmiennej P

W kolejności przedstawiamy graficznie zmienną U (*ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia*), korzystając z trendu wielomianowego 3. stopnia (zob. ryc. 22.6).

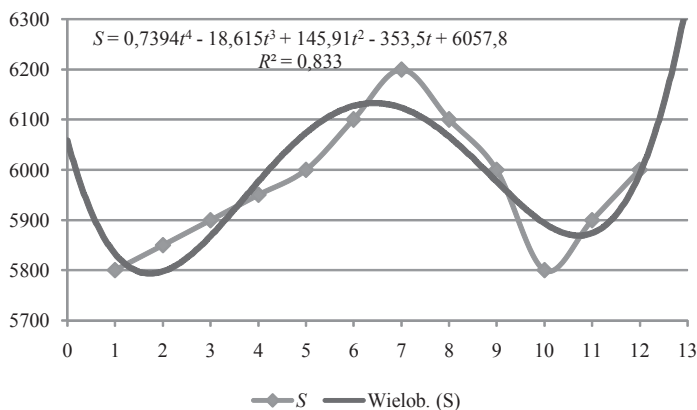


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.6. Dane empiryczne i dobrany trend wielomianowy 3. stopnia dla zmiennej U

Pozostaje nam teraz zmienna S (*koszty sprzedaży*), dla której najlepsze dopasowanie wykazuje trend 4. stopnia (zob. ryc. 22.7):

$$S = 0,7394t^4 - 18,615t^3 + 145,91t^2 - 353,5t + 6057,8.$$

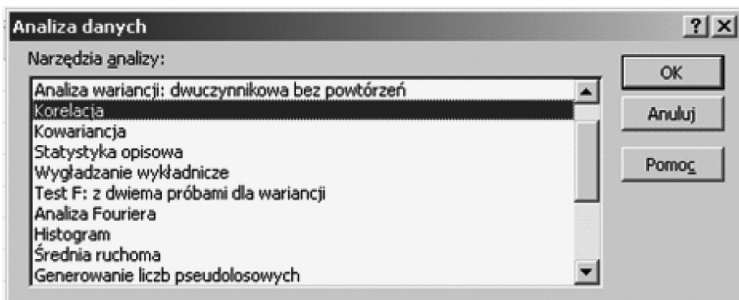


Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.7. Dane empiryczne i dobrany trend wielomianowy 4. stopnia dla zmiennej S

22.3. Miary charakterystyczne zmiennych

Przed przystąpieniem do modelowania ekonometrycznego zalecane jest sprawdzenie wielkości współczynników korelacji między zmiennymi objaśniającymi M , Z , P , U , S oraz między nimi a zmienną objaśnianą K . Przygotowanie arkusza Excela do tej operacji zobrazowano na rycinie 22.8, przy czym korzystamy z menu: *Dane/Analiza danych* i okna dialogowego pokazanego na rycinie 22.8.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.8. Okno dialogowe wyboru narzędzia
Korelacja z zakresu *Analiza danych*

Po wyborze *Korelacja* definiujemy opcje wejścia/wyjścia (zob. ryc. 22.9).

	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

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.9. Dane empiryczne, obszar komórek pod wyniki z korelacji
oraz początkowe okno dialogowe

W oknie dialogowym widzimy zakres wejściowy zmiennych obszaru szeregów czasowych, podany w formie adresowania bezwzględne i z zaznaczeniem występowania tytułów wektorów wierszowych w pierwszym wierszu z grupowaniem według kolumn:

\$B\$2:\$G\$14.

Ponadto zaznaczono zakres obszaru wyjściowego, w ramach tego samego arkusza kalkulacyjnego:

\$J\$2:\$O\$8.

W efekcie uzyskujemy macierz symetryczną współczynników korelacji, przy czym na rycinie 22.10 przedstawiono tylko część dolną tablicy współczynników korelacji.

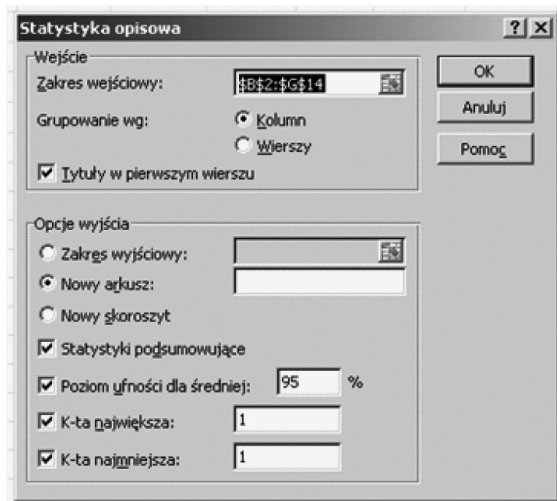
	I	J	K	L	M	N	O
1							
2		K	M	Z	P	U	S
3	K	1					
4	M	0,8115	1				
5	Z	0,5109	0,5395	1			
6	P	-0,7287	-0,5002	-0,4813	1		
7	U	0,6001	0,4386	0,0650	-0,7558	1	
8	S	-0,1118	-0,4778	-0,0776	-0,1953	0,3041	1

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.10. Fragment macierzy współczynników korelacji

Najsilniejsze związki korelacyjne występują między zmiennymi objaśnianymi M , P oraz U a zmienną K . Zbyt silny związek korelacyjny reprezentuje relacja między zmiennymi objaśnianymi: $U \rightarrow P$.

Do weryfikacji modelu ekonometrycznego potrzebne są niektóre miary podstawowej statystyki opisowej poszczególnych zmiennych. W tym celu po wywołaniu menu *Dane/Analiza danych* wybieramy narzędzie *Statystyka opisowa* (zob. ryc. 22.11).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.11. Formułowanie opcji w oknie dialogowym *Statystyka opisowa*

Podano tu zakres wejściowy danych, grupowanych kolumnami, natomiast wyjście stanowi *Nowy arkusz* w ramach tego samego skoroszytu. W opcjach wyjścia zaznaczono potrzebę wygenerowania przez program *Statystyki podsumowującej*, oszacowanie miar na poziomie ufności dla średniej równej 95% oraz zażądano podania przez program największej i najmniejszej wartości danej w określonym szeregu czasowym zmiennej. Rezultat pracy Excela zaprezentowano na rycinie 22.12.

	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

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.12. Statystyka opisowa zmiennych projektowanego modelu ekonometrycznego

Szereg czasowy powinien charakteryzować się określoną zmiennością, aby nie był traktowany jako stacjonarny i w tym celu obliczymy dla każdej ze zmiennych *Współczynnik zmienności* wyrażony w formie ilorazu:

$$V_x = \frac{S_x}{\bar{x}},$$

gdzie:

S_x – odchylenie standardowe populacji,

\bar{x} – średnia zmiennej.

Zachodzi potrzeba obliczenia *Odchylenia standardowego populacji*. Do tego celu możemy skorzystać z funkcji statystycznej Excela wywołanej na rycinie 22.13 dla przykładowej zmiennej K .

	A	B	C	D	E	F	G
1	K	Argumenty funkcji					
2	188020	=ODCH.STAND.POPUL					
3	187000	Liczba1: A2:A14 = {188020;187000;188000;190000;18...					
4	188000	Liczba2: = liczbowe					
5	190000	= 2497,24194					
6	188500	Oblicza odchylenie standardowe w oparciu o całą populację zadaną jako argument (pomija wartości logiczne i tekstowe).					
7	186500	Liczba1: liczba1;liczba2;... - od 1 do 255 liczb odpowiadających populacji, mogą być to liczby lub odwołania zawierające liczby.					
8	185000	Wynik formuły = 2497,24194					
9	184000	Pomoc dotycząca tej funkcji					
10	185000	54000	1040	29500	6500	5900	
11	183000	53000	1060	30000	6000	6000	
12	182000	185717,5	55583,3	1093,3	28583,3	6708,3	5966,7
13	181590						Średnia
14	185717,5						Odch. stand. pop.
15	A2:A14)						Wsp. zmienności
16							

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.13. Okno dialogowe definiowania szeregu danych funkcji ODCH.STAND.POPUL

Po wprowadzeniu odpowiednich formuł Excela uzyskujemy dla wszystkich zmiennych naszego projektowanego modelu miary: średnia, odchylenie standardowe populacji, współczynnik zmienności (wyrażony w procentach) – zob. rycina 22.14.

	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	Odch. stand. pop.
16	1,34	4,71	4,47	2,90	15,04	1,93	Wsp. zmienności [%]

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.14. Efekt obliczeń średniej, odchylenia standardowego populacji, współczynnika zmienności dla zmiennych modelu

2.4. Estymacja parametrów modelu ekonometrycznego

Z ryciny 22.14 wynika, że spośród zmiennych objaśniających najniższy V_x wykazuje zmienna S , a później Z i w zasadzie możemy je wyeliminować z zestawu zmiennych objaśniających. Dla naszego przykładu pozostawiamy je jednak, aby zademonstrować szerszą macierz do realizacji estymacji parametrów funkcją REGLINP, korzystając z klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK) – zob. rycina 22.15. Na rycinie tej pokazano sposób wprowadzania argumentów funkcji REGLINP. Podano zakres (B2:B13) zmiennej objaśnianej K oraz macierz (C2:G13) danych zmiennych objaśniających M, Z, P, U, S . Zrezygnowano (FAŁSZ) ze stałej α_0 oraz zażądano statystykę opisową, podając opcję PRAWDA. Dla wyświetlenia wyników pracy REGLINP przygotowano tabelę pomocniczą wraz z opisem obliczonych miar.

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.15. Przygotowanie wejściowe do realizacji funkcji REGLINP

Po akceptacji argumentów funkcji REGLINP trzema klawiszami: <Ctrl> + <Shift> + <Enter> w rezultacie otrzymujemy oszacowane parametry modelu liniowego wielowymiarowego oraz podstawowe miary statystyki opisowej (zob. ryc. 22.16).

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)

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.16. Parametry i miary statystyczne zaprojektowanego modelu ekonometrycznego

Tak więc nasz model ekonometryczny – po zmniejszeniu precyzji danych – jest w postaci:

$$K^* = a_1 M + a_2 Z + a_3 P + a_4 U + a_5 S = 1,374 M - 3,22 Z + 0,325 P - 0,43 U + 17,84 S.$$

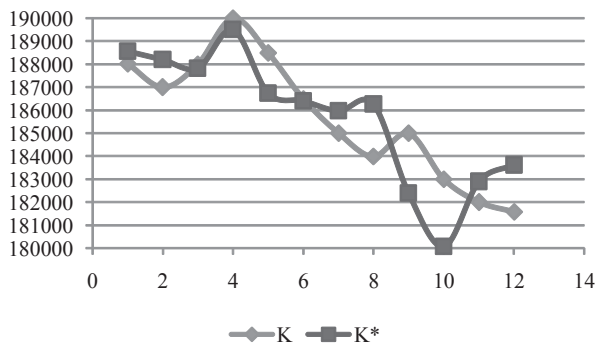
Z ciekawości dokonajmy teraz na wspólnym wykresie porównania danych modelowych zmiennej objaśnianej K^* z danymi umownymi (empirycznymi). Wymaga to jednak wcześniejszego obliczenia wielkości modelowych z większą precyzją danych na podstawie wyświetlonej formuły, np. w odniesieniu do komórki H2 (zob. ryc. 22.17).

H2		=5N52*C2+5M52*D2+5L52*E2+5K52*F2+5J52*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						

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.17. Obliczenie danych modelowych zmiennej K

Przedstawienie graficzne porównania K i K^* pokazano na rycinie 22.18.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.18. Kształtowanie się zmiennej objaśnianej umownej i modelowej

Podjmiemy teraz próbę opracowania modelu ekonometrycznego bez zmiennych S i Z wykazujących niski współczynnik zmienności V_x . Rezultat naszego działania pokazano na rycinie 22.19.

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 $tss = n - k = 12 - 3 = 9$
4E+11	1E+08	#N/D!	regresyjna suma kwadratów (ESS), resztowa suma kwadratów (RSS)

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.19. Efekt obliczeń parametrów modelu kosztu K

Teraz formuła modelu liniowego trójwymiarowego jest w postaci:

$$K^* = a_1 M + a_3 P + a_4 U = 1,1969 M + 3,5645 P + 2,5738 U.$$

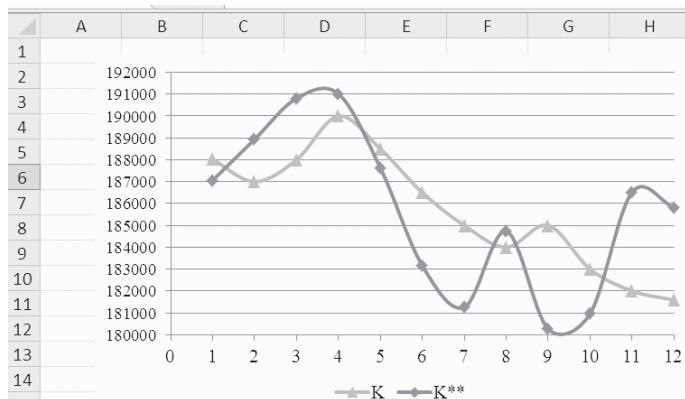
Obliczenie wielkości danych w Excelu dla poszczególnych dwunastu okresów pokazano na rycinie 22.20.

		F2					=S/\$2*C2+\$I\$2*D2+\$H\$2*E2			
	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				

Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.20. Obliczenie wielkości nowego modelu zmiennej K

Na zakończenie naszych rozważań przyjrzymy się wykresowi zmiennej K w układzie danych umownych (traktowanych jako empiryczne) i uzyskanych z nowego modelu oznaczonego jako K^{**} (zob. ryc. 22.21).



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 22.21. Porównanie danych empirycznych i obliczonych na podstawie nowego modelu zmiennej K

22.5. Zagadnienia

1. Analiza systemów zarządzania
2. Korzystanie z menu: *Dane/Analiza danych*
3. Modelowanie trendów poszczególnych zmiennych modelu ekonometrycznego
4. Dobór stopnia wielomianu
5. Oszacowanie prognozy na najbliższy okres
6. Charakterystyka zmiennych – zastosowanie funkcji *Statystyka opisowa*
7. Użycie funkcji *Korelacja* w ramach menu: *Dane/Analiza danych*
8. Określenie współczynnika zmienności
9. Estymacja parametrów funkcja REGLINP
10. Porównanie graficzne danych umownych i modelowych

Bibliografia

Auksztol J., Balwierz P., Ghomuszko M., *Zrozumieć system ERP*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.

Baran J., *Zastosowanie metody Data Development Analysis do badania efektywności portów*, <http://www.czasopismologistyka.pl/artykuly-naukowe/send/243-artykuly-na-plycie-cd-1/2853-artikul>.

Bednarek J., Andrzejewska A., *Zagrożenia cyberprzestrzeni i świata wirtualnego*, Difin, Warszawa 2014.

Broszkiewicz R., Gajek A., *Wybrane zagadnienia prawne przewozu towarów niebezpiecznych przez obszary wielkomiejskie*, „Bezpieczeństwo Pracy” 2011, nr 11, s. 24–25.

Coelli T., *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*, University of New England, Armidale 1996.

Cyplik P., *Koncepcje i strategie logistyczne. Przegląd metod sterowania zapasami*, „Logistyka” 2003, nr 1.

Dobrzyńska R., *Zagrożenia środowiska podczas transportu drogowego materiałów niebezpiecznych*, InnTrans, Szczecin 2013.

Duczmal M., *Efektywność działania obiektów struktury terytorialnej*, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2013.

Dudziński Z., Kizyn M., *Poradnik magazyniera*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000.

Dyrektiva NIS, Parlament Europejski, Ministerstwo Cyfryzacji 2017, <https://www.gov.pl/cyfryzacja/dyrektiva-nis-przyjeta-przez-parlament-europejski>.

Dziechciarz J., *Ekonometria: metody, przykłady, zadania*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2003.

Excel. Opis funkcji, Microsoft Corporation, Ireland 1993.

Excel. Podręcznik użytkownika, t. 2: Analiza arkusza, wymiana danych, automatyzacja prac, Microsoft Corporation, Ireland 1993.

Górka M. (red. nauk.), *Cyberbezpieczeństwo jako podstawa bezpiecznego państwa i społeczeństwa w XXI wieku*, Difin, Warszawa 2014.

Grzegorzycz K., Hancyk B., Buchcar R., *Towary niebezpieczne w transporcie drogowym 2005–2007*, Wydawnictwo Buch-Car, Błonie 2005.

Guinard D., Trifa V., *Internet rzeczy. Budowa sieci z wykorzystaniem technologii webowej i Raspberry Pi*, Helion, Gliwice 2017.

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 2011.

Hernandez A., Keogh J., Martinez F., *SAP R/3 Handbook*, ed. 3, McGraw-Hill, Emeryville 2006.

Ignasiak E. (red.), *Badania operacyjne: praca zbiorowa*, wyd. 2, popr., Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.

Januła E., Truś T., Gutowska Ż., *Spedycja*, Difin, Warszawa 2011.

Jarosz K., Propozycja usprawnienia przewozu ładunków niebezpiecznych (na przykładzie firmy „Render”), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Kasperczyk R., *Środki transportu*, cz. 1, Difin, Warszawa 2012.

Korzeniowski B., Analiza powdrożeniowa systemu klasy ERP (na przykładzie zakładu „Alsecco”), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Kotowska I., *Żegluga morska bliskiego zasięgu w świetle idei zrównoważonego rozwoju transportu*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2014.

Krettek O., Grajner J. (red.), *Logistyka w transporcie szynowym*, Politechnika Wroclawska, Wrocław 2001.

Krystek J., *Analiza procesu magazynowania w magazynie wysokiego składowania*, Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.

Kubicki J., Urbanyi-Popiołek I., Miklińska W., *Transport międzynarodowy i multimodalne systemy transportowe*, wyd. 2, Fundacja Rozwoju Wyższej Szkoły Morskiej, Gdynia 2002.

Kufel T., *Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu Gretl*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

Lech P., *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Difin, Warszawa 2003.

Liana M., Pisula T., *Zastosowanie programowania matematycznego do wyboru tras dostaw w sieci dystrybucji*, „Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych” 2013, t. 14, s. 199–207.

Lipiec-Zajchowska M. (red.), *Wspomaganie procesów decyzyjnych*, [t. 2.]: *Ekonometria*, C.H. Beck, Warszawa 2003.

Madej B., Żakowski P., Madej R., *Przewozy towarów niebezpiecznych. ADR 2009*, Akademia Transportu i Przedsiębiorczości, Warszawa 2009.

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 skalowanych systemów obsługi danych w czasie rzeczywistym*, Helion, Gliwice 2016.

Mayer-Schönberger V., Cukier K., *Big Data: rewolucja, która zmieni nasze myślenie, pracę i życie*, MT Biznes, Warszawa 2015.

Mazzullo J., Wheatley P., *SAP R/3. Podręcznik użytkownika*, Helion, Gliwice 2006.

Mendyk E., *Ekonomika i organizacja transportu*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2002.

Mindur M., *Centra logistyczne w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (wybrane przykłady)*, „Logistyka” 2007, nr 3, s. 14–19.

Mindur L., *Technologie transportowe XXI wieku*, Wydawnictwo Instytutu Technologii i Eksploatacji, Warszawa 2014.

Mindur L., Hajdul M., *Metoda rozwoju i koordynacji sieci intermodalnej w Polsce*, „Logistyka” 2012.

Mindur L., Krzyżaniak S., *Tworzenie warunków funkcjonowania i rozwoju intermodalnej sieci logistycznej w Polsce. Aspekty metodyczne*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2011.

Murray M., *Materials Management with SAP ERP: Functionality and Technical Configuration*, Galileo Press Bonn, Boston 2011.

Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej, [tps://rcb.gov.pl/infrastruktura-krytyczna/](https://rcb.gov.pl/infrastruktura-krytyczna/).

Neider J., *Transport międzynarodowy*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.

Niemczyk A., *Zapasy i magazynowanie*, t. 2: *Magazynowanie*, wyd. 2 popr., Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.

Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.

O przewozie drogowym towarów niebezpiecznych, Dz.U. z 2002, nr 199, poz. 1671 z późn. zm.

Ogólne rozporządzenie unijne o ochronie danych (GDPR, RODO), https://pl.wikipedia.org/wiki/Og%C3%B3lne_rozporz%C4%85dzenie_o_ochronie_danych.

Orlicky J., *Planowanie potrzeb materiałowych – nowy styl zarządzania produkcją i zapasami*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1981.

Orzyłowski M., *Przemysłowe systemy informatyczne*, Wydawnictwo Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 2002.

PN-84/N-01800 – Gospodarka magazynowa. Terminologia podstawowa.

Procesy logistyczne w Comarch ERP Optima Handel, Centrum Szkoleniowe Comarch SA, Kraków 2013.

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](file:///C:/Documents%20and%20Settings/home/Moje%20dokumenty/Downloads/D1983067030101%20(1).pdf).

Rupnik M., Logistyka procesu produkcyjnego odżywek dla dzieci (na przykładzie zakładu „Nutricia” w Opolu), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Salomon A., *Spedycja w handlu morskim. Procedury i dokumenty*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2003.

Sawicki Ł., Koncepcja usprawnienia procesu produkcji jednostkowych konstrukcji stalowych poprzez zastosowanie ETO (na przykładzie firmy Polrem), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2015, praca licencjacka.

Security Challenges in the 21st Century Global Commons, <http://yalejournal.org/wp-content/uploads/2010/09/105205murphy.pdf>.

Skoczylas-Tworek A., *Monitorowanie systemu kontroli wewnętrznej organizacji na podstawie modelu COSO III*, Uniwersytet Łódzki, file:///C:/Documents%20and%20Settings/home/Moje%20dokumenty/Downloads/28_A.Skoczylas-Tworek_Monitorowanie_systemu....pdf.

Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, wyd. 3, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003.

Skowroński Z., *Zarządzanie gospodarką magazynową*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.

Słowiński B. *Wprowadzenie do logistyki*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.

Stokłosa J., *Transport intermodalny. Technologia i organizacja*, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji, Lublin 2011.

Stolarewski K., Analiza możliwości usprawnienia zarządzania firmą spedycyjno-logistyczną w zakresie transportu multimodalnego, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Szkoda M., *Realizacja procesów logistyki zaopatrzenia z zastosowaniem systemu SAP ERP*, „Logistyka” 2014, nr 6, s. 10343–10351.

Ślebocki K., *Analiza możliwości rozwoju małej firmy transportowej*, Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna, Łódź 2014.

Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu towarów niebezpiecznych (ADR), Dz.U z 2002 r. nr 194, poz. 1629.

Urbanowicz A., Integracja indywidualnych systemów użytkowych w celu usprawnienia procesu podejmowania decyzji (na przykładzie Grupy WARTER), Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2015, praca licencjacka.

Witkowski J., *Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, doświadczenie*, wyd. 2 zm., Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.

Wornalkiewicz W., *Formułowanie modeli ekonometrycznych na potrzeby zarządzania*, cz. 1–2, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2014.

Wornalkiewicz W., *Metoda badania przyczynowo-skutkowego związków między cechami statystycznymi*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2013.

Wornalkiewicz W., *Model ekonometryczny zmiennej „Liczba bezrobotnych”*, [w:] *Przejawy wielowymiarowości współczesnego zarządzania – formy i instrumenty ekonomiczno-społeczne*, red. nauk. T. Pokusa, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2011.

Wornalkiewicz W., *Ocena nieefektywność gospodarowania zasobami ludności*, [w:] *Problems and prospects of territories' socio-economic development*, 7th *International Scientific Conference*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2018.

Wornalkiewicz W., *Optymalizacja marszruty z zastosowaniem funkcji Excela*, [w:] *Aktualne problemy programowania ekonomiki Ukrainy*, Berdyansk 2017, s. 154–170.

Wornalkiewicz W., *Prognozowanie migracji ludności z uwzględnieniem wag harmonicznych*, [w:] *Uwarunkowania demograficzne rozwoju społecznego i ekonomicznego miasta Nysa i powiatu nyskiego*, red. nauk. R. Rauziński, T. Pokusa, T. Drewniak, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji w Opolu, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie, Opole–Nysa 2018, s. 212–233.

Wornalkiewicz W., *Prognozowanie z wykorzystaniem postarzenia informacji*, [w:] *Economy and Education: Modern tendencies*, 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*, cz. 1–2, Wydawnictwo Instytut Śląski, Opole 2016.

Wornalkiewicz W., *Zastosowanie konwertera plików*, [w:] *Modern problems of management: economics, education, health and pharmacy, Conference Proceedings of the 5th International Scientific Conference*, Opole 2017.

Wronka J., *Transport kombinowany/intermodalny – teoria i praktyka*, wyd. 2, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2014.

Wrycza S. (red. nauk.), *Informatyka ekonomiczna. Podręcznik akademicki*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010.

Zhyvanova O., *Zastosowanie systemu informatycznego w logistyce zaopatrzenia (na przykładzie firmy „Dyckerhoff Cement Ukraina”)*, Wyższa Szkoła Zarządzania i Administracji, Opole 2017, praca licencjacka.

Zielaskiewicz H., *Terminale przeladunkowe w Polsce. Problemy techniczne i projektowe*, cz. 1, „Infrastruktura Transportowa” 2012, nr 4.

Indeks rzeczowy

- Administrator serwera WWW 57
- Algorytm Little'a 226
- Analiza danych 324
- Analiza powdrożeniowa systemu ERP 184
- Analiza SWOT 173
- Analiza systemów wspomagania procesów produkcyjnych 14
- Aplikacja webowa 55
- Aplikacje serwerowych systemów 19
- Asymetryczny problem komiwojażera 228

- B**aza danych Microsoft SQL Server 45
- Baza danych Oracle 126
- Baza danych podstawowych materiałów 159
- Baza Demografia* 270
- Baza wiedzy 94
- Biblioteka Framework 63
- Big Data 80
- Biogaz 107
- Business intelligence – BI 83

- Cechy statystyczne 272
- Centra przeładunkowe 106
- Centrum logistyczne 101
- Cloud computing 77
- Cyberatak 76
- Cyberbezpieczeństwo 70
- Cyberprodukt 70
- Cyberprzestrzeń 70

- D**ane panelowe 207
- Demografia 269
- Dynamiczna mapa ryzyka 96
- Dyrektywa NIS 70
- Dystrybucja cementu 151
- Dystrybucja wyrobów gotowych 170

- E**fektywność 291
- Eksploatacja procesów 84
- Encja 62
- ERM 90
- Ethernet 53

- F**irma kurierska 106
- Flota transportowa 13
- Format CDA 29
- Format MIDI 37
- Format MP3 38
- Format Ogg Vorbis 38
- Format PDF 235
- Format RealAudio 39
- Formuła Excela 279
- Funkcja celu 227
- Funkcja EXP 279
- Funkcje logistyczne magazynu 187
- Funkcje segmentowe 264

- G**enerowanie zestawień 270
- Gretl 204
- Grid computing 77

- H**eteroskedastyczność 217
- Hiperłącze 61
- HTML 54
- Hurtownia danych 83

- I**nfrastruktura krytyczna 71
- Infrastruktura załadunku 118
- Instrukcja LOTO 177
- Interfejs 17
- Internet rzeczy 73
- Interpreter 15
- Inżynieria systemów informatycznych 11

- Inżynieria systemów logistycznych 12
Iteracje procesu optymalizacji 244
Izokwanta 314
- JavaScript 65
Język programowania PHP 64
Język R 27
Język zapytań 43
- Kaskadowe arkusze stylów 60
Klasyczna metoda najmniejszych kwadratów 212
Kodowanie trybów 35
Konwencja CRM 127
Konwerter 29
Kryteria wyszukiwania 271
Kryterium informacyjne Akaike'a 213
Kurtoza 209
- Liczba marszrut 226
Linia pakująca 165
Linie technologiczne 190
Link 62
Logarytm wiarygodności 214
Logistyka 13
Logistyka wewnętrzna 166
Logistyka zaopatrzenia 150
- Ładunki konsolidowane 146
- Macierz współczynników korelacji 211
Macierz RAID 57
Macierz zredukowana 229
Magazyn wysokiego składowania 94
Magazyn zrobotyzowany 103
Magazyny zamknięte – naziemne 193
Mapy natężenia ruchu drogowego 132
Material Requirements Planning 182
Mechanizmy programistyczne 55
Metoda *a posteriori* 205
Metoda DEA 292
Metoda mokra – CEM I 152
Metoda wag harmoniczných 255
Metody planowania dostaw 191
Miary charakterystyczne zmiennych 324
- Model ekonometryczny 205
Model liniowy wielowymiarowy 213
Modelowanie ekonometryczne 319
Moduł LP-ILP 224
Moduł SAP MM 154
- NAFTA 108
Narodowe Centrum Bezpieczeństwa 79
Narodowy Program Infrastruktury Krytycznej 71
Nieefektywność alokacji 317
Nieefektywność gospodarowania zasobami ludności 298
Nieefektywność techniczna 317
Niesymetryczna macierz odległości 225
Normalność reszt 217
Nowe metody przeladunku 112
- Odchylenie standardowe 210
Okres prognozowania 260
Opcja Malmquist 308
Operator multimodalny 120
Optymalizacja trasy 132
Optymalne dostawy 249
Oznakowanie towaru niebezpiecznego 145
- Pakiet Comarch ERP Optima 44
Pakiet Microsoft Dynamics NAV 190
Pakiet Microsoft Visual Studio 19
Pakiet RAKS SQL 50
Pakiet RColorBrewer 28
Pakiet Sage Symfonia ERP 42
Pakiet SAP Business One 46
Pakiet WinQSB 224
Pebibajt 85
Platforma 16
Platforma programistyczna Microsoftu 66
Plik sterujący 309
Pliki CSV 200
Pliki multimedialne 35
Podserwer 199
Podszereg 256
Połączenie VPN 49
Popularne języki programowania 25
Popularne systemy operacyjne 20

- Portal 65
Postarzanie wyników 252
Problem komiwojażera 223
Prognoza 260
Program DEAP 292
Program E.M. Total Video Player 34
Program Enterprice Risk Assessor 95
Program fre:ac 31
Program LAME MP3 Encoder 35
Programowanie współbieżne 17
Projekt „Kuchenne rewolucje 2” 175
Przedsiębiorstwo spedycyjno-logistyczne 114
Przeglądarka internetowa 67
Przewozy całopojazdowe 129
Przewozy kontenerowe 116
Przewozy ponadgabarytowe 129
Przyrosty funkcji trendu 285
Punkt zamawiania 160
- R**aport rezultatu 313
REGLINP 253
Reguła 7R 114
Repozytorium 15
Robotyka 102
Router VPN 49
Rozkład normalny 219
Rozproszone systemy sterowania 13
- Sektor cyber 72
Serwis społecznościowy 80
Sieć LAN 52
Sieć WAN 53
Silnik graficzny 65
Simpleks 245
Sklep internetowy 55
Skośność 219
Solver 234
Sposoby ustalania partii dostaw 183
Standard MP3 PRO 38
Statystyka opisowa 210
Statystyka t-Studenta 213
Statystyki podsumowujące 326
Strona WWW 54
System Amazon Robotics 103
- System Api Pro 172
System Holz Fenster Look produkcji okien 188
System kontroli wersji 16
System Microsoft Windows 2008 Server 50
System OCR 47
System pionowy *lo-lo* 121
System QAD Enterprise 169
System RISK 98
System rozproszony 92
System SAP ERP 130
System zarządzania bazą danych 43
System zarządzania relacyjną bazą danych 60
System zarządzania wiedzą 11
System zintegrowany klasy ERP 14
Systemy uczące się 82
Szereg przekrojowy 208
Szereg rozdzielczy 218
- Ściana ogniowa 49
Średnia geometryczna 311
Średnie ruchome 275
- Tabela wejściowa przewozów 241
Technika monitorowania ryzyka 97
Techniki składowania towaru 186
Technologia J2EE 18
Technologia MPLS 75
Technologie programowania webowego 59
Terminal kontenerowy 110
Towary niebezpieczne 135
Translator 15
Transport multimodalny 117
Trend pelzający 252
Trend wielomianowy 255
Trend wykładniczy 275
- Umowa ADR 136
Umowy partnerskie 129
- VRP 233
- W3C 56
Wagi znaczeń społecznych 314

-
- Walidator W3C 58
Walizka ADR 143
Webdesigner 58
Webdeveloper 57
Webmaster 58
Wi-Fi 53
Witryna internetowa 54
Wskaźnik transferu danych 53
Współczynnik determinacji 213
Współczynnik zmienności 209
Współliniowość zmiennych 205
- Wygasłe prognozy 287
Wykres powierzchniowy funkcji 27
- Z**akresy tematyczne 270
Zarządzanie łańcuchem dostaw 181
Zarządzanie Ryzykiem Korporacyjnym 88
Zbiory metadane 81
Zintegrowane środowisko
programistyczne 17
Zintegrowany system zarządzania
MFG/PR 126