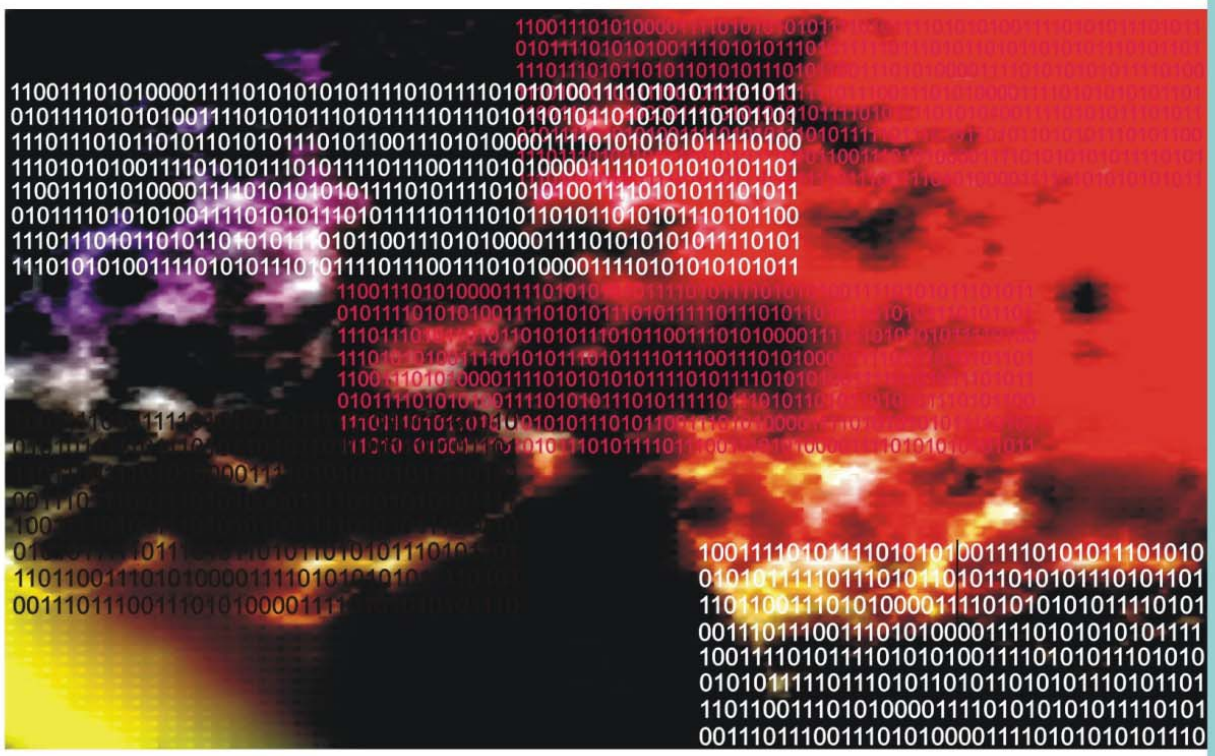
Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025

Raport końcowy

Redaktor naukowy: Andrzej M. J. Skulimowski



INNOWACYJNA GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

www.ict.foresight.pl

UNIA EUROPEJSKA

Scenariusze i Trendy Rozwojowe Wybranych Technologii Społeczeństwa Informacyjnego

Raport końcowy

z realizacji projektu „Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025" (SCETIST) współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej - Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, lata 2007-2013, Priorytet I „Badania i rozwój nowoczesnych technologii", Działanie 1.1 „Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy", Poddziałanie 1.1.1 „Projekty badawcze z wykorzystaniem metody foresight", nr umowy WND-POIG.01.01.01-00-021/09.

Projekt SCETIST został zrealizowany przez zespoły Uniwersytetu Jagiellońskiego, Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN oraz Fundacji Progress & Business w Krakowie. Wyniki projektu zawarte są również w raportach technicznych i publikacjach cytowanych w niniejszej monografii

www.ict.foresight.pl

Scenariusze i Trendy Rozwojowe Wybranych Technologii Społeczeństwa Informacyjnego

RAPORT KOŃCOWY

Praca zbiorowa pod redakcją naukową
Andrzeja M.J. Skulimowskiego

Wydawnictwo Naukowe
Fundacji Progress & Business
Kraków, 2013

Recenzenci:

Prof. dr hab. Maciej Nowak
Prof. dr hab. inż. Henryk Zygmunt

Redaktor techniczny:
mgr Inez Badecka

Projekt okładki: *Alicja Madura*

Opracowanie edytorskie:
Zespół redakcyjny Wydawnictwa Progress and Business

Wydawnictwo Naukowe Fundacji
„Progress and Business" w Krakowie
ul. Juliusza Lea 12B
30-041 Kraków 16
tel.: 126360100, faks: 126368787
e-mail: wydawnictwo@pbf.pl
http://www.pbf.pl

Copyright Fundacja Progress & Business, Kraków 2013

Wydanie pierwsze

Dystrybucja bezpłatna: www.ict.foresight.pl
Nr ISBN eBook: 978-83-912831-4-1

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA: ZAKRES BADAŃ I OMÓWIENIE REZULTATÓW PROJEKTU SCETIST *(Andrzej M.J. Skulimowski)* **..... 11**

1. METODYKA MODELOWANIA SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO *(Andrzej M.J. Skulimowski)* **..... 17**

1.1. WPROWADZENIE DO ZAGADNIENIA MODELOWANIA ZŁOŻONYCH PROCESÓW EKONOMICZNO-SPOŁECZNYCH 18

1.2. NAJWAŻNIEJSZE ZASADY MODELOWANIA SYSTEMÓW ZŁOŻONYCH 21

1.3. NARZĘDZIE GRUPOWEJ KONSTRUKCJI MODELI SOCJOEKONOMETRYCZNYCH 24

1.4. KONSTRUKCJA MODELU ZAWIERAJĄCEGO SYSTEM ZDARZEŃ DYSKRETNYCH 29

1.5. PRZYKŁAD KONSTRUKCJI MODELU W PROJEKCIE SCETIST 31

1.6. UWAGI KOŃCOWE 35

BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 1 37

2. BAZY WIEDZY WSPOMAGAJĄCE PROCES FORESIGHTU TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO (*Antoni Ligęza, Przemysław Pukocz, Andrzej M.J. Skulimowski)* **..... 41**

2.1. ONTOLOGIE I BAZY WIEDZY W SYSTEMACH EKSPERCKICH 42

2.2. ZARYS METODYKI PROJEKTOWANIA ONTOLOGICZNYCH BAZ WIEDZY 43

2.3. LOGIKA OPISOWA JAKO FORMALIZM MATEMATYCZNY ONTOLOGII 46

2.4. ONTOLOGIE WSPOMAGAJĄCE ZARZĄDZANIE WIEDZĄ W FORESIGHCIE TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO 48

2.5. ONTOLOGIE, A BAZY WIEDZY TECHNOLOGICZNEJ, BIBLIOGRAFICZNEJ I PATENTOWEJ 50

2.6. PRZEGLĄD IMPLEMENTACJI REPOZYTORIÓW DLA ONTOLOGII 54

2.7. REPREZENTACJA WIEDZY W FORESIGHCIE TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO 56

2.8. IMPLEMENTACJA BAZY WIEDZY NA POTRZEBY FORESIGHTU TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO 62

2.9. DYSKUSJA 68

BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 2 69

3. ZASTOSOWANIE SIECI ANTYCYPACYJNYCH DO KONSTRUKCJI I FILTRACJI SCENARIUSZY EWOLUCJI TECHNOLOGICZNEJ *(Andrzej M.J. Skulimowski)* **..... 73**

3.1. WPROWADZENIE 74

3.2. PODSTAWOWE ZASADY I WŁAŚCIWOŚCI 77

3.3. CIĄGI OPTYMALIZATORÓW 79

3.4. PRZYKŁAD WYZNACZANIA ROZWIĄZAŃ PROSTEJ SIECI ANTYCYPACYJNEJ 84

3.5. DRZEWA I SIECI 86
3.6. FILTRACJA SCENARIUSZY W MODELACH SIECI HYBRYDOWYCH 89
3.7. ZASTOSOWANIE SIECI ANTYCYPACYJNYCH W FORESIGHCIE . 95
3.8. DYSKUSJA I DALSZE ZASTOSOWANIA SIECI ANTYCYPACYJNYCH 99
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 3 100
4. TRENDY ROZWOJOWE SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI – ANALIZA BIBLIOMETRYCZNA *(Marek Czerni, Przemysław Pukocz, Andrzej M.J. Skulimowski)* **..... 103**
4.1. ZNACZENIE SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI WŚRÓD TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO 104
4.2. TAKSONOMIA SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI 105
4.3. CHARAKTERYSTYKI I TRENDY ROZWOJOWE WYBRANYCH PODKLAS SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI 109
4.4. SWD MODEL-DRIVEN 115
4.5. SWD OPARTE NA WIEDZY (KNOWLEDGE-BASED DSS) 122
4.6. ZASTOSOWANIA SWD KNOWLEDGE-BASED I MODEL DRIVEN 123
4.7. SWD COMMUNICATION-BASED 125
4.8. SWD WEB-BASED 132
4.9. PRZESTRZENNE SWD (SPATIAL DSS) 133
4.10. PODSUMOWANIE 133
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 4 134
5. PERSPEKTYWY ROZWOJU SYSTEMÓW REKOMENDUJĄCYCH *(Marek Czerni, Przemysław Pukocz, Andrzej M.J. Skulimowski, Ewa Szymlak)* **140**
5.1. DEFINICJA SYSTEMU REKOMENDUJĄCEGO 141
5.2. PODSTAWOWE KLASY FUNKCJONALNE I ZADANIA REKOMENDERÓW 144
5.3. PODSTAWOWE ALGORYTMY SYSTEMÓW REKOMENDUJĄCYCH 146
5.4. SCENARIUSZE ZASTOSOWAŃ REKOMENDERÓW 149
5.5. PROGNOZY I TRENDY ROZWOJOWE SYSTEMÓW REKOMENDUJĄCYCH 151
5.6. PODSUMOWANIE 155
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 5 155
DODATEK 5.1. PRZYKŁADY REKOMENDERÓW I ICH PERSPEKTYWY ROZWOJOWE 158
6. PERSPEKTYWY ROZWOJU SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA ZASOBAMI MAŁYCH I ŚREDNICH FIRM – IMPLEMENTACJE OPARTE O CMS OPEN-SOURCE *(Andrzej M.J. Skulimowski, Inez Badecka, Dawid Golonka, Magdalena Krzyszkowska-Pytel)* **..... 163**
6.1. SYSTEMY ZARZĄDZANIA ZASOBAMI PRZEDSIĘBIORSTW, A ZARZĄDZANIE TREŚCIĄ 164
6.2. RODZAJE SYSTEMÓW CMS 165
6.3. KLASY FUNKCJONALNE CMS 166
6.4. PRZEGLĄD NAJBARDZIEJ POPULARNYCH SYSTEMÓW CMS ... 167

6.5. PORÓWNANIE SYSTEMÓW CM 168
6.6. EWOLUCJA TECHNOLOGICZNA SYSTEMÓW CM 176
6.7. PROGNOZA TECHNOLOGICZNA DLA SCENARIUSZA I. 179
6.8. PROGNOZA TECHNOLOGICZNA DLA SCENARIUSZA II 186
6.9. ISTOTNOŚĆ MODELU II 189
6.10. MODEL PROGNOSTYCZNY W SCENARIUSZU II 190
6.11. PORÓWNANIE SCENARIUSZY I I II 192
6.12. DYSKUSJA I KIERUNKI PRZYSZŁYCH BADAŃ 193
6.13. WNIOSKI DLA UŻYTKOWNIKÓW 197
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 6 199
7. TRENDY ROZWOJOWE GLOBALNYCH SYSTEMÓW EKSPERCKICH: WIARYGODNOŚĆ, UNIWERSALNA INTELIGENCJA I KREATYWNOŚĆ *(Andrzej M.J. Skulimowski)* **..... 218**
7.1. WPROWADZENIE 219
7.2. ZARZĄDZANIE ZAUFANIEM I WIARYGODNOŚCIĄ W GSE 222
7.3. SCALANIE INFORMACJI EKSPERCKICH I TRENDÓW ILOŚCIOWYCH W FORESIGHCIE 227
7.4. DYSKUSJA I WNIOSKI 229
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 7 231
8. MODELE EWOLUCJI TECHNOLOGICZNEJ SPECJALISTYCZNYCH SYSTEMÓW NEUROKOGNITYWNYCH I WIZYJNYCH W MEDYCYNIE ORAZ PERSPEKTYWY ICH ROZWOJU DO ROKU 2025. PERSPEKTYWY I SCENARIUSZE ROZWOJU INTERFEJSÓW MÓZG - KOMPUTER (BCI) DO ROKU 2025 *(Andrzej M.J. Skulimowski, Paweł Rotter, Ryszard Tadeusiewicz)* **..... 234**
8.1. WPROWADZENIE 235
8.2. PRZEGLĄD INTERFEJSÓW MÓZG-KOMPUTER 236
8.3. ANALIZA TRENDÓW ROZWOJOWYCH BCI 241
8.4. EWOLUCJA TECHNOLOGICZNA I SCENARIUSZE ROZWOJU SYSTEMÓW BCI DO ROKU 2025 246
8.5. UWAGI KOŃCOWE 252
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 8 253
9. METODY BADAŃ DELFICKICH W FORESIGHCIE TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO *(Andrzej M.J. Skulimowski, Dariusz Kluz)* **..... 256**
9.1. ANKIETY DELFICKIE 257
9.2. METODY BADAŃ DELFICKICH W FORESIGHCIE TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO 258
9.3. ZASADY FORMUŁOWANIA PROBLEMATYKI BADAŃ DELFICKICH I WYBORU EKSPERTÓW DO BADAŃ 260
9.4. IMPLEMENTACJA SYSTEMU WSPOMAGAJĄCEGO BADANIA DELFICKIE 261
9.5. ANALIZA WYNIKÓW ANKIET 269
9.6. METODYKA BADANIA KONSENSUSU W ODPOWIEDZIACH NA PYTANIA ANKIET DELFICKICH 275
9.7. PODSUMOWANIE - METODY POGŁĘBIONEJ ANALIZY DANYCH POCHODZĄCYCH Z BADAŃ DELFICKICH 276

BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 9 277
10. PODSTAWOWE TRENDY ROZWOJOWE SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO *(Marek Czerni, Dariusz Kluz, Ewa Okoń-Horodyńska, Andrzej M.J. Skulimowski, Ryszard Tadeusiewicz)* **..... 280**
10.1. BADANIE TRENDÓW MAKROEKONOMICZNYCH ORAZ GLOBALNYCH TRENDÓW TECHNOLOGICZNYCH 281
10.2. PODSUMOWANIE REZULTATÓW BADANIA DELFICKIEGO W DZIALE I 293
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 10 296
11. REZULTATY BADAŃ DELFICKICH W ZAKRESIE SYSTEMÓW EKSPERCKICH I WSPOMAGANIA DECYZJI ORAZ REKOMENDERÓW *(Marek Czerni, Dariusz Kluz, Antoni Ligęza, Andrzej M.J. Skulimowski, Ewa Szymlak, Ryszard Tadeusiewicz)* **..... 298**
11.1. TEZA 1. NASTĄPI DALSZY ROZWÓJ I ZWIĘKSZENIE ZAKRESU ZASTOSOWAŃ SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI (SWD) 299
11.2. TEZA 2. NASTĄPI ROZWÓJ RYNKU KOMERCYJNEGO OPROGRAMOWANIA SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI 305
11.3. TEZA 3. NASTĄPI ROZWÓJ SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI W POLSCE 318
11.4. TEZA 4. DO ROKU 2025 POWSTANĄ NOWE METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI STOSOWANE W SWD 332
11.5. TEZA 5. POWSTANĄ NOWE MODELE I METODY TEORETYCZNE, KTÓRE BĘDĄ STOSOWANE W PROJEKTOWANIU SWD 334
11.6. TEZA 6. DO ROKU 2025 POWSTANĄ SWD ZAPEWNIAJĄCE LEPSZE DOPASOWANIE ALGORYTMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI DO NEURONALNYCH MECHANIZMÓW DECYZYJNYCH 337
11.7. TEZA 7. POWSTANĄ KOGNITYWNE MODELE PREFERENCJI MODELUJĄCE PROCESY DECYZYJNE W SPOSÓB BARDZIEJ ADEKWATNY 339
11.8. TEZA 8. NASTĄPI ROZWÓJ SYSTEMÓW EKSPERCKICH, ZWŁASZCZA SWD W CHMURZE. 342
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 11 376
12. ANALIZA REZULTATÓW BADAŃ DELFICKICH W ZAKRESIE WYBRANYCH ZAGADNIEŃ SYSTEMÓW NEUROKOGNITYWNYCH I WIZYJNYCH, E-ZDROWIA I KREATYWNOŚCI *(Marek Czerni, Dariusz Kluz, Antoni Ligęza, Paweł Rotter, Andrzej M.J. Skulimowski, Ryszard Tadeusiewicz)* **..... 377**
12.1. TEZA 9. PERSPEKTYWY KONTYNUACJI TRENDÓW ROZWOJOWYCH SYSTEMÓW MHEALTH I MEDYCZNYCH SWD 378
12.2. TEZA 10. NASTĄPI DALSZY ROZWÓJ SWD W FINANSACH 403
12.3. TEZA 11. PERSPEKTYWY INTEGRACJI BAZ WIEDZY, SYSTEMÓW EKSPERCKICH I SWD 420
12.4. TEZA 12. PERSPEKTYWY ROZWOJU SYSTEMÓW REGUŁOWYCH 460
12.5. TEZA. 13 PROBLEMY KREATYWNOŚCI W PROJEKTOWANIU SYSTEMÓW EKSPERCKICH, SWD, I PODEJMOWANIU DECYZJI 467

12.6. TEZA 14. POJAWIĄ SIĘ NOWE TECHNOLOGIE, TRENDY, ZDARZENIA I NOWE ZJAWISKA SPOŁECZNE, KTÓRE BĘDĄ MIEĆ ZNACZĄCY WPŁYW NA TRENDY OPISANE W PYTANIACH SZCZEGÓŁOWYCH POPRZEDNICH TEZ 521
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 12 524
13. OCHRONA PATENTOWA TECHNOLOGII SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO - ANALIZA PORÓWNAWCZA DO ROKU 2025 *(Rafał Wisła)* **..... 525**
13.1. WPROWADZENIE 526
13.2. MATERIALNA BAZA SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO 526
13.3. APLIKACJE PATENTOWE W TRYBIE PATENTU EUROPEJSKIEGO 528
13.4. WYNIKI ANALIZY KONWERGENCJI/DYWERGENCJI 537
13.5. PODSUMOWANIE 539
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 13 540
14. ROADMAPPING TECHNOLOGICZNY JAKO PODSTAWA WDROŻENIA REZULTATÓW FORESIGHTU W PRAKTYCE *(Andrzej M.J. Skulimowski, Przemysław Pukocz)* **..... 542**
14.1. ZNACZENIE ROADMAPPINGU TECHNOLOGICZNEGO 543
14.2. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU TECHNOLOGICZNEGO PLANOWANIA STRATEGICZNEGO 545
14.3. ROADMAPPING JAKO METODA ROZWIĄZYWANIA WIELOKRYTERIALNYCH PROBLEMÓW PLANOWANIA INWESTYCJI W TECHNOLOGIE INFORMACYJNE 548
14.4. ZASTOSOWANIE ROADMAPPINGU DO PROGNOZOWANIA I PLANOWANIA ROZWOJU ZAAWANSOWANYCH TECHNOLOGII INFORMACYJNYCH 550
14.5. PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA ROADMAPPINGU TECHNOLOGII INFORMACYJNYCH: ROZWÓJ TECHNOLOGII KOMPUTERÓW PRZENOŚNYCH 552
14.6. UWAGI KOŃCOWE 555
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 14 557
15. SCENARIUSZE TECHNOLOGICZNE I WSKAŹNIKI ROZWOJU SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO W POLSCE *(Andrzej M.J. Skulimowski, Jerzy Klamka, Ewa Okoń-Horodyńska)* **..... 560**
15.1. ZAKRES PROGNOZ SCENARIUSZOWYCH W PROJEKCIE SCETIST 561
15.2. METODY KONSTRUKCJI SCENARIUSZY 561
15.3. SCENARIUSZE ROZWOJU TECHNOLOGII KONSUMENCKICH ORAZ SPOŁECZNYCH ASPEKTÓW TECHNOLOGII INFORMACYJNYCH 562
15.4. SCENARIUSZE ROZWOJU INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW EKSPERCKICH I WSPOMAGANIA DECYZJI 565
15.5. SCENARIUSZE ROZWOJU NAUKOWO-TECHNOLOGICZNEGO SYSTEMÓW NEUROKOGNITYWNYCH I WIZYJNYCH ORAZ E-ZDROWIA 567

15.6. SCENARIUSZE ROZWOJU I IMPLIKACJI SPOŁECZNYCH SYSTEMÓW AUTONOMICZNYCH ORAZ METOD I ZASTOSOWAŃ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI 568
15.7. SCENARIUSZE ROZWOJU NAUKOWO-TECHNOLOGICZNEGO SYSTEMÓW INFORMATYKI KWANTOWEJ 573
15.8. PODSUMOWANIE ANALIZY SCENARIUSZY 575
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 15 577
16. REKOMENDACJE I WNIOSKI KOŃCOWE *(Andrzej M.J. Skulimowski, Jerzy Klamka, Ewa Okoń-Horodyńska)* **..... 580**
16.1. WPROWADZENIE 581
16.2. WYNIKI BADANIA POTENCJAŁU POLSKICH OŚRODKÓW BADAWCZYCH W DZIEDZINACH TECHNOLOGII I NAUKI WCHODZĄCYCH W ZAKRES BADAŃ PROJEKTU SCETIST 582
16.3. TRENDY ROZWOJOWE INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW EKSPERCKICH I WSPOMAGANIA DECYZJI 599
16.4. REKOMENDACJE DOTYCZĄCE UTWORZENIA ZINTEGROWANEGO SYSTEMU WSPOMAGAJĄCEGO ALOKACJĘ FUNDUSZY NA BADANIA NAUKOWE I WDROŻENIA NOWYCH TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH 605
16.5. REKOMENDACJE DOTYCZĄCE WSPIERANIA UDZIAŁU POLSKICH ZESPOŁÓW BADAWCZYCH W EUROPEJSKICH PROJEKTACH NAUKOWYCH Z DZIEDZIN OBJĘTYCH TEMATYKĄ PROJEKTU 607
16.6. PODSUMOWANIE I UWAGI KOŃCOWE 609
BIBLIOGRAFIA ROZDZIAŁU 16 612
17. WYKAZ SKRÓTÓW 614
18. AFILIACJE AUTORÓW 617
19. EXECUTIVE SUMMARY AND TABLE OF CONTENTS 618

PRZEDMOWA:
Zakres badań i omówienie rezultatów projektu SCETIST

Andrzej M.J. Skulimowski

W odróżnieniu od klasycznego prognozowania, którego poszukiwanym rezultatem jest z reguły jeden, najbardziej prawdopodobny przebieg przyszłych zdarzeń, główną ideą i celem badań foresightowych (z ang. *foresight* – przewidywanie, lecz dosłowne polskie tłumaczenie nie oddaje w pełni zakresu tego pojęcia) jest stworzenie wielowariantowej wizji przyszłości, w której poszczególne scenariusze zależne są od różnorodnych, trudnych do prognozowania zmiennych decyzyjnych, takich jak niespodziewane odkrycia naukowe, nieoczekiwane wynalazki, decyzje społeczne i polityczne podejmowane w wyborach, przy stanowieniu prawa i w aktach wykonawczych, a także istotne decyzje gospodarcze lub społeczne podejmowane w oparciu o indywidualne preferencje kluczowych decydentów, takie jak podjęcie lub zaprzestanie produkcji określonych produktów, rekrutacja lub zwolnienia pracowników itp. Na niepewność związaną z modelowaniem przyszłości wpływają także zdarzenia o charakterze losowym, takie jak odkrycie nowych złóż surowców, nagłe wystąpienie nieprawidłowości w funkcjonowaniu gospodarki czy społeczeństwa, nieoczekiwane dane finansowe, katastrofy naturalne i antropogenne, niespodziewane konflikty polityczne i in.

Obok badań trendów technologicznych, ekonomicznych i społecznych, zadaniem foresightu jest wyłonienie i zbadanie najbardziej prawdopodobnych scenariuszy przyszłości po zajściu hipotetycznych słabo prognozowalnych lub całkowicie nieprognozowalnych zdarzeń i ich różnych kombinacji. Tym samym foresight odpowiada raczej na pytanie: „*Co się może zdarzyć?*", niż na pytanie „*Co się zdarzy?*" Wiedza taka, pomimo jej pozornych ograniczeń w porównaniu z prognozowaniem, jest mimo to często bardziej przydatna w praktyce niż prognoza jednoznaczna, lecz obarczona dużym błędem, gdyż pozwala na przygotowanie się do różnorodnych przyszłych wyzwań, szans i zagrożeń.

Charakterystyczną cechą metodyki foresightu jest szerokie wykorzystanie wiedzy eksperckiej, artykułowanej w postaci strukturyzowanych ankiet, czyli tzw. analiza delficka. W niniejszej monografii przedstawiono m.in. wyniki takiego właśnie badania, przeprowadzonego w ramach projektu „*Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025*" (akronim: SCETIST) współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej - Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG), lata 2007-2013, Priorytet I „Badania

i rozwój nowoczesnych technologii", Działanie 1.1 „Wsparcie badań naukowych dla budowy gospodarki opartej na wiedzy", Poddziałanie 1.1.1 „Projekty badawcze z wykorzystaniem metody foresight", nr umowy WND POIG.01.01.01-00-021/09.

Pierwsza część monografii (Rozdziały 1-3) poświęcona jest metodologii foresightu. Omówiono tam m.in. problematykę grupowej budowy modeli złożonych systemów, jakim jest społeczeństwo informacyjne (Rozdział 1),, zasady projektowania ontologicznych baz wiedzy oraz problemy reprezentacji wiedzy w foresighcie technologii społeczeństwa informacyjnego (Rozdział 2), metody sieci antycypacyjnych i ich zastosowania do filtracji scenariuszy oraz do modelowania i rozwiązywania problemów decyzyjnych (Rozdział 3). Kolejnych kilka rozdziałów (4-8) poświęcone jest analizie trendów technologicznych w zakresie objętym badaniami projektu, m.in. analizowana jest ewolucja technologiczna systemów wspomagania decyzji, tendencje rozwojowe w zakresie systemów rekomendacyjnych, globalnych systemów eksperckich oraz interfejsów neurokognitywnych. W Rozdziale 9 przedstawione zostały metody badań delfickich w nowatorskiej wersji dostosowanej do potrzeb projektu SCETIST i zastosowanej w dwurundowym badaniu typu Delphi online oraz podstawy projektowania takich badań i analizy ich wyników.

Opracowane statystycznie wyniki badań zamieszczone zostały w Rozdziałach 10, 11 i 12. Rozdział 10 zawiera informacje dotyczące rozwoju podstawowych technologii transmisji i przetwarzania danych oraz trendów społeczno-ekonomicznych. Rozdziały 11 i 12 zawierają analizę odpowiedzi na pytania Działu 2 pt. „Systemy eksperckie, wspomagania decyzji, rekomendery oraz wybrane zagadnienia systemów neurokognitywnych i wizyjnych". Rozdział 11 poświęcony jest głównie tezom badania objętych zakresem Zadania 4, a Rozdział 12 zawiera wyniki badań związanych z Zadaniem 5. Wiedza uzyskana od ekspertów, a następnie zweryfikowana i przetworzona statystycznie posłużyła następnie zarówno do uzupełnienia formalnych modeli ilościowych ewolucji technologicznej, jak również została bezpośrednio zastosowana do wyznaczenia trendów i scenariuszy technologicznych. Te ostatnie, oraz wnioski z badań trendów, ankiety delfickiej, bibliometrycznej, patentometrycznej i pozostałe wyniki studiów perspektywicznych mogą być podstawą wdrożenia rezultatów foresightu w innowacyjnych przedsiębiorstwach korzystając z metod roadmappingu technologicznego.

Analizie patentometrycznej poświęcony jest Rozdział 13. Wielokryterialne metody pozycjonowania produktów i technologii informatycznych przy pomocy roadmappingu technologicznego opisane zostały w Rozdziale 14. Kolejny Rozdział 15 poświęcony jest charakterystyce scenariuszy opracowanych w ramach projektu. Natomiast końcowy Rozdział 16 zawiera wnioski i rekomendacje dla decydentów, w tym analizę potencjału naukowego polskich instytucji naukowych w zakresie związanym z tematyką badań projektu SCETIST.

Wieloaspektowe badania przyszłości są ważnym elementem kształtowania polityk Unii Europejskiej (UE) i jej państw członkowskich, zwłaszcza w zakresie badań naukowych i rozwoju nowych technologii. Po akcesji Polski do UE w roku 2004 stały się one również ważnym narzędziem wspomagającym długookresowe planowanie strategiczne w naszym kraju. Pilotażowy Program Foresight (PPF) zainicjowany został w roku 2003. W oparciu o doświadczenia PPF latach 2007-2009 zrealizowany został Narodowy Program Foresight (NPF), który z kolei pozwolił na określenie

strategicznie ważnych dziedzin gospodarki, gdzie konieczne jest przeprowadzenie szczegółowych badań perspektyw rozwojowych. Działania takie realizowane były w latach 2005-2007 w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw (SPO-WKP), Poddziałanie 1.4.5, a następnie, od roku 2008 do roku 2013 w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Poddziałanie 1.1.1.

SCETIST jest jednym z projektów zrealizowanych metodą foresight w ramach tego ostatniego Poddziałania. Realizacja Projektu rozpoczęła się w styczniu 2010, a zakończy w marcu 2013. Projekt realizowany jest przez konsorcjum, w skład, którego wchodziły następujące instytucje:

- Fundacja Progress and Business w Krakowie, Międzynarodowe Centrum Nauk o Decyzji i Prognozowania – Lider Projektu,
- Uniwersytet Jagielloński, Wydział Zarządzania i Komunikacji Społecznej, Instytut Ekonomii i Zarządzania,
- Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej Polskiej Akademii Nauk w Gliwicach.

Kierownikiem projektu jest Prof. dr hab. inż. Andrzej M. Skulimowski, Prezes Fundacji Progress and Business, redaktor i współautor niniejszej monografii, a Członkami Komitetu Sterującego Prof. dr hab. Ewa Okoń-Horodyńska, Kierownik Katedry Ekonomii i Innowacji na Wydziale Zarządzania i Komunikacji Społecznej Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, w latach 2003-2004 Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Nauki i Informatyzacji odpowiedzialna za działania inicjujące pierwszy w Polsce Pilotażowy Program Foresight oraz Prof. dr hab. inż. Jerzy Klamka, członek rzeczywisty PAN, Wicedyrektor Instytutu Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN, również Współautorzy tej monografii. Ekspertami kluczowymi, odpowiedzialnymi za poszczególne dziedziny technologii informacyjnych byli ponadto:

- Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, członek rzeczywisty PAN, Kierownik Katedry Automatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie, w latach 1998-2005 Rektor tej Uczelni oraz Współautor niniejszej monografii,
- Prof. dr hab. inż. Antoni Ligęza, Prodziekan Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie, Współautor niniejszej monografii,
- Prof. Ewaryst Tkacz, Kierownik Katedry Biosensorów i Przetwarzania Sygnałów Biomedycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Przy realizacji projektu wykorzystano wyniki wcześniejszych strategicznych analiz procesów technologicznych, takich jak unijne projekty foresightowe badające rozwój Społeczeństwa Informacyjnego, zwłaszcza realizowany w latach 2004-2006 ramach 5.Programu Ramowego UE projekt FISTERA (*Thematic Network on Foresight on Information Society Technologies in the European Research Area*), którego polskim partnerem była Fundacja Progress and Business. Przy opracowywaniu wyników

badań pod uwagę wzięto także polskie dokumenty strategiczne, takie jak raport „Polska 2030”[1], regionalne dokumenty i strategie, w tym Regionalne Strategie Innowacji (RSI) m.in. Małopolski i Górnego Śląska, branżowe prognozy i projekty foresightowe, analizy bibliometryczne i patentowe, a także rezultaty Narodowego Programu Foresight oraz innych projektów typu foresight o podobnej tematyce zrealizowanych w Polsce.

Zakres badań projektu obejmował m.in.:

- Budowę modelu Społeczeństwa Informacyjnego w Polsce, w tym analizę istotnych trendów, szans i zagrożeń związanych z użytkowaniem Internetu, potrzeb w zakresie infrastruktury informatycznej i wdrożeń e-zdrowia (*e-health*, *m-health*), elektronicznego urzędu (*e-government*) i nauczania z wykorzystaniem Internetu i innych technologii cyfrowych (*e-learning*).
- Analizę trendów rozwojowych w zakresie systemów wspomagania decyzji, rekomenderów i systemów eksperckich oraz scenariusze związane z możliwościami komercyjnych wdrożeń tych systemów w polskich przedsiębiorstwach.
- Analizę trendów rozwojowych w zakresie systemów wizyjnych i neurokognitywnych oraz wykorzystujących ich możliwości systemów autonomicznych, zarówno mobilnych, jak i stacjonarnych. Szczególnie owocne okazały się zastosowania dotyczące systemów robotów antycypacyjnych oraz wirtualnych systemów kreatywnych. Badane były także scenariusze technologiczne i ekonomiczno-społeczne związane z perspektywami ewolucji zakresu zastosowań i rozwoju rynku tych systemów oraz możliwości ich wdrożeń w oparciu o krajowe know-how przez polskie przedsiębiorstwa.
- Trendy rozwojowe obliczeń kwantowych i molekularnych w kontekście wspierania tych polskich ośrodków, które odgrywają w tych dziedzinach wiodącą rolę w Europie, a nawet na świecie. Dalszym celem tych działań było wskazanie najbardziej perspektywicznych kierunków badań naukowych oraz rozwoju technologii kwantowych i molekularnych.

Rezultatami projektu SCETIST są m.in.:

- innowacyjny model społeczeństwa informacyjnego oraz opracowane z jego pomocą perspektywy rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego w Polsce,
- wskazanie na znaczenie tzw. „*Electronic Preference Record*” – pojęcie wprowadzone w projekcie przez analogię do „*Electronic Health Record*” - dla rozwoju mobilnych systemów wspomagania decyzji i rekomenderów stosowanych w elektronicznym handlu,
- wskazanie trendów technologicznych związanych ze wzrostem znaczenia zaawansowanych metod badań operacyjnych i analizy wielokryterialnej

[1] Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności. Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju. Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji, Warszawa, 11 stycznia 2013 r., https://mac.gov.pl/files/wp-content/uploads/2013/02/Strategia-DSRK-PL2030-RM.pdf [dostęp 03’2013]

w implementacjach Systemów Wspomagania Decyzji (SWD) i związaną z tym konieczność zapewnienia odpowiednio wykształconych zasobów kadrowych i współpracy z sektorem nauki przez krajowe firmy informatyczne,

- ilościowy opis trendu technologicznego zapewniającego przejście od *m-health* do „*medical cloud*" i związanych z tym wyzwań organizacyjnych stojących przed krajową służbą zdrowia,
- określenie zakresu perspektywicznych zastosowań systemów autonomicznych z interfejsami neurokognitywnymi, m.in. w urządzeniach monitoringu środowiska dla potrzeb robotyki górniczej, gdzie szczególnie dużą rolę do odegrania mają przedsiębiorstwa z regionów Małopolski i Górnego Śląska, które są głównym obszarem współpracy instytucjonalnych wykonawców projektu z przemysłem,
- oszacowanie potencjału technologicznego innowacyjnych przedsiębiorstw z Polski Południowej w zakresie możliwości implementacji zaawansowanych systemów informatycznych na potrzeby technologii kosmicznych opracowywanych w ramach ESA (*European Space Agency*) po przystąpieniu Polski do tej organizacji.

Dodatkowym efektem projektu jest opracowanie oryginalnej metodologii foresightu, dostosowanej do potrzeb zarówno sektora ICT, jak i całej polskiej gospodarki. Spotkała się ona z dużym zainteresowaniem i uznaniem w skali światowej, przyczyniając się do powstania nowego kierunku badań, tj. systemów wspomagania foresightu (por. Skulimowski, 2012[2], oraz specjalne wydanie czasopisma *Technological Forecasting and Social Change* nt. *Foresight Support Systems*[3]) oraz powstania teorii tzw. sieci antycypacyjnych i systemów superantycypacyjnych, które są uogólnieniem słynnej teorii Rosena z lat 80-tych ubiegłego stulecia[4]. W ramach projektu powstała także nowatorska metodyka ilościowego roadmappingu technologicznego, czyli metod wykorzystania wyników badań foresightowych do planowania strategicznego w firmach i administracji.

Wspomniane wyżej wyniki opublikowane zostały w serii raportów i publikacji w wydawnictwach krajowych i zagranicznych. Do niniejszego raportu włączono te rezultaty projektu, które potencjalnie mogą zainteresować największe grono odbiorców. Specjalistyczne publikacje zawierające pozostałe wyniki badań i informacje na temat Projektu znajdują się na stronie www.ict.foresight.pl.

Plan wdrożenia rezultatów Projektu zakłada współpracę naukową z instytucjami naukowymi specjalizującymi się w prognozowaniu i foresighcie technologii informa-

---

[2]Skulimowski, A.M.J (2012b). A foresight support system to manage knowledge on information society evolution, W: K. Aberer, A. Flache, W. Jager, L. Liu, J. Tang, Ch. Guéret (red.), Social Informatics: 4th International Conference, SocInfo 2012, Lausanne, Switzerland, December 5–7, 2012: Proceedings, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science 7710, s. 246–259

[3] von der Gracht, H.A., Bañuls, V.A., Turoff, M., Skulimowski, A.M.J., Gordon, T.J.: Foresight support systems: The future role of ICT for foresight. Technological Forecasting and Social Change, Special Issue accepted at OM Conference, Beijing, May 2012 (w przygotowaniu)

[4] Rosen, R.: Anticipatory Systems - Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations. Pergamon Press, London, 1985

tycznych oraz współpracę wdrożeniową z użytkownikami końcowymi – głównie z przedsiębiorstwami informatycznymi i innymi stosującymi zaawansowane technologie informacyjne. Ponadto uczelnie, instytuty badawcze, urzędy administracji samorządowej i państwowej oraz przedsiębiorstwa z wszystkich branż planujące realizację badań delfickich mogą skorzystać z bogatego doświadczenia w tym zakresie zdobytego przez Międzynarodowe Centrum Nauk o Decyzji i Prognozowania Fundacji Progress and Business. Ważną częścią tego doświadczenia są metody i rezultaty przedstawione w niniejszej monografii.

Więcej informacji na temat projektu SCETIST, trendy, prognozy, scenariusze oraz pozostałe wyniki badań można znaleźć na wspomnianej wyżej stronie www.ict.foresight.pl. Natomiast podstawowe informacje nt. metod foresightu, zrealizowanych projektów oraz m.in. obszerna bibliografia foresightu zamieszczone są w portalu tematycznym www.foresight.pl.

Metodyka Modelowania Społeczeństwa Informacyjnego

1

Andrzej M.J. Skulimowski

1.1. Wprowadzenie do zagadnienia modelowania złożonych procesów ekonomiczno-społecznych

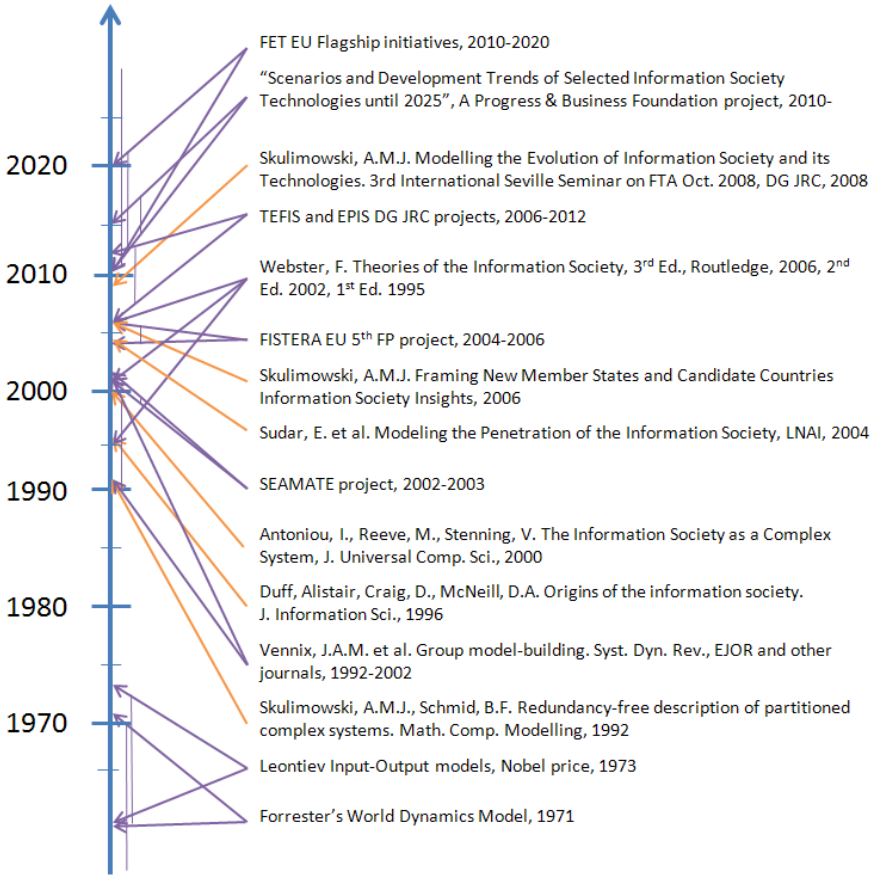
Rozwój idei naukowych był przez wiele stuleci stymulowany przez potrzebę znalezienia opisu nowych zjawisk odkrywanych przez nauki przyrodnicze oraz nowych procesów ekonomicznych. Ten dynamiczny proces był dodatkowo wzmacniany przez nauki społeczne i behawioralne, które dały początek wielu gałęziom nowoczesnej matematyki. Co więcej, jako nieodłączny element metodologii naukowej, modele matematyczne stosowane w różnych dziedzinach są często izomorficzne lub interoperacyjne, zapewniając wydajny transfer idei pomiędzy różnymi gałęziami nauki.

Metody modelowania matematycznego ewoluowały wraz z potrzebą konstruowania komputerowych modeli coraz bardziej rzeczywistych obiektów o wzrastającej złożoności. Dzięki rozwojowi technik sztucznej inteligencji i systemów komputerowych, powstały możliwości modelowania systemów, które jeszcze przed kilku dekadami uznawano za niewykonalne, por. Ackermann i in. (2011), Antoniou i in. (2000), Skulimowski (1991), Vennix i in. (1992) oraz Vennix (1999). Jednym z przykładów nowych możliwości modelowania złożonych systemów jest konstrukcja modeli socjo-ekonomicznych w celu zrozumienia ewolucji nauki, technologii, czy struktur społecznych, por. Forrester (1971), Vennix (1999) oraz Vennix i in. (1992). Na Rys. 1.1 przedstawiono w sposób poglądowy historię badan i dane bibliograficzne oraz informację o wybranych wcześniejszych projektach badawczych finansowanych ze środków unijnych i związanych z zakresem niniejszego projektu.

Poza cytowanym wyżej artykułem (Antoniou i in., 2000), opisującym społeczeństwo informacyjne jako system złożony, lecz nie zawierającego propozycji konkretnych modeli, czy specjalistycznych procedur, dostępne są prace, w których opisano próby konstrukcji takich holistycznych modeli ewolucji społeczeństwa informacyjnego (Desthieux i in., 2010; Horvitz, 2001; Mostashari, 2009; Skulimowski, 2006, 2008). Innowacyjne podejście do problemu modelowania SI zaproponowane zostało w ramach projektu FISTERA (*Foresight of Information Society Technologies in European Research Area*, Skulimowski, 2006) i zastosowane zostało do modelowania ewolucji Społeczeństwa Informacyjnego (SI) w nowych krajach członkowskich UE (Skulimowski, 2006). Technologie informacyjne, które były szczegółowo badane zestawiono w cytowanej wyżej pracy. Były to aplikacje z obszaru SI, m.in.: systemy eksperckie, aplikacje *e-commerce*, *e-health*, *e-learning* i *e-government*. Badania te dowiodły, że przy pomocy hybrydowych modeli zawierających systemy sterowania w czasie dyskretnym oraz zdarzeń dyskretnych możliwe jest skonstruowanie efektywnych modeli ewolucji socjo-technologicznej i socjo-ekonomicznej. Z tego powodu jako podstawę metodologii modelowania SI zastosowanej w projekcie SCETIST jest model zakładający dekompozycję opisu SI na *8* standardowych podsystemów (por. Skulimowski, 2006, 2008).

Warto dodać, że problem konstrukcji modeli układów złożonych, które mogą zostać zastosowane do prognozowania ewolucji technologii informacyjnych w kontekście ekonomiczno-społecznym został uznany za jeden z najistotniejszych współczesnych tematów badawczych. Świadczy o tym fakt, iż został on wybrany jako jeden z sześciu rozwojowych tematów badawczych finansowanych przez Komisję

Europejską w ramach inicjatywy FET Flagship Initiative na lata 2013-2023 (por. Strona internetowa programu FET Flagships, Moving the ICT frontiers[5]).



Rys. 1.1 Przegląd badań w zakresie modelowania systemów złożonych. Ciemnoniebieskie strzałki wskazują opracowane modele, pomarańczowe - opublikowane metody, a linie równoległe do osi czasu - projekty badawcze

W niniejszym rozdziale przedstawione zostanie też specjalistyczne narzędzie informatyczne opracowane w ramach projektu SCETIST, pozwalające konstruować modele złożonych zjawisk socjoekonomicznych, powiązanych z dynamiką ewolucji technologicznej. Jest ono dostosowane do specyfiki i potrzeb foresightu technologii informacyjnych (ICT), w ekonomicznym, politycznym, prawnym i społecznym kontekście Społeczeństwa Informacyjnego (SI). Termin „Społeczeństwo Informacyjne"

[5] http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/fet/flagship/roadmap_en.html

interpretowany jest dalej jako "nowoczesne społeczeństwo oparte na wiedzy", (por. Duff, Craig, McNeill, 1969); w tym rozdziale oznaczać on będzie ogół obiektów, zdarzeń, zjawisk i relacji pomiędzy nimi, związanych z kreacją, wymianą i anihilacją informacji w pewnej predefiniowanej populacji ludzkiej. Do skonstruowania adekwatnego modelu rozwoju wybranych technologiach informacyjnych, będących przedmiotem projektu foresightowego przedstawionego w niniejszej monografii i bazy wiedzy o nich zastosowano zestaw nowoczesnych metod matematycznych teorii sterowania i zarządzania niepewnością oraz złożone środowisko informatyczne.

Podstawowym zagadnieniem związanym z konstrukcją modeli systemów złożonych jest opracowanie odpowiedniej procedury identyfikacji klasy i parametrów modelu. Procedura taka powinna być zdolna do łączenia dużej ilości różnorodnych informacji pochodzących z heterogenicznych źródeł i charakteryzujących się różnymi typami niepewności. Innym problemem jest walidacja i weryfikacja modelu po jego skonstruowaniu. Podczas konstrukcji modelu zespół odpowiedzialny za ten proces powinien być w stanie odpowiednio uwzględnić m.in. niestacjonarność parametrów i niedokładność pomiarów, w tym brak części danych.

W celu rozwiązania powyższych problemów zespół projektu SCETIST opracował procedury interaktywnego, hybrydowego gromadzenia oraz inżynierii danych, łączących opinie eksperckie z obserwacjami danych ilościowych. Charakterystyczną cechą tych procedur jest powiązanie ilościowej i jakościowej fazy gromadzenia danych, skutkujące powstaniem iteracyjnego procesu konstrukcji modelu, scalającego fazę statystycznej identyfikacji i opartą na wiedzy eksperckiej fazę "inteligentnego próbkowania". Tego typu podejście jest uzasadnione koniecznością uwzględnienia od wpływu subiektywności ludzkich osądów i decyzji na jakość informacji pozyskiwanej od ekspertów, którą należy uwzględnić przy konstrukcji złożonych modeli społeczno-gospodarczych. Wzajemna zależność jakościowych i ilościowych elementów modelu w znacznym stopniu przyczyniła się do jego nowatorstwa i przydatności.

Zasady modelowania przedstawione w niniejszym rozdziale opierają się na najnowszych metodach sztucznej inteligencji i "obliczeń miękkich" (*soft computing*), takich, jak ewolucyjna identyfikacja cech i wybór zmiennej, a także wielokryterialna analiza decyzji. Podstawą modelu przedstawionego w dalszej części tego rozdziału jest wspomniany na wstępie 8-elementowy model SI opisany w pracach Skulimowskiego (2006, 2008). Wespół z innymi badaniami przeprowadzonymi w ramach projektu SCETIST, model ten przyczynił się do pogłębionej analizy wybranych praktycznych, zastosowań technologicznych zaproponowanych przez partnerów przemysłowych oraz władze publiczne zaangażowane w foresight technologii społeczeństwa informacyjnego. Zastosowana w niniejszym projekcie (Skulimowski, 2012) technika ekstensywnego modelowania grupowego jest rozwinięciem metod konstrukcji modeli systemów złożonych opisanych m.in. przez Bérarda (2010), Rouwette i in. (2002), Vennix (1999) oraz Vennix i in. (1992). Metoda ta ma na celu dekompozycję interdyscyplinarnego procesu modelowania na zadania koordynowane przez ekspertów kluczowych, odrębnie dla poszczególnych dziedzin tworzących wspomniane wyżej podsystemy SI.

Możliwa dzięki tak zbudowanemu modelowi szczegółowa analiza trendów technologicznych i scenariuszy w takich obszarach, jak systemy eksperckie, systemy wspomagające procesy podejmowania decyzji, systemy rekomendujące dedykowane do

zastosowań e-commerce, rozwój technologii 3D, czy z obszaru *m-health* („*mobilne zdrowie*", jako poddziedzina „*e-zdrowia*") powinna zapewniać specjalistyczną wiedzę, pomocną przy wyborze strategicznych priorytetów technologicznych oraz przy formułowaniu strategii inwestycyjnych w obszarach ICT i B+R. Zagadnieniom tym poświęcony jest podrozdział 1.4. niniejszego rozdziału.

1.2. **Najważniejsze zasady modelowania systemów złożonych**

Przedstawione w poprzednim podrozdziale wyniki badań m.in. projektu FISTERA (Skulimowski, 2006) wskazują, że stosowanie wyłącznie klasycznych metod ekonometrycznych jest niewystarczające do wygenerowania użytecznych prognoz i scenariuszy dla rozwoju SI/ICT. Zasadne zatem było opracowanie i zastosowanie nowych metod analitycznych, łączących informacje jakościowe z ilościowymi w ramach jednego modelu, które zostanie opisane w tym podrozdziale. Powstałe na bazie tej metody inteligentne narzędzie składa się z modułu pozyskiwania i przetwarzania informacji eksperckich, mechanizmów analitycznego przetwarzania danych, prognozowania szeregów czasowych i zarządzania zasobami wiedzy. Opracowany system informatyczny może zostać określony jako system wspomagania decyzji zorientowany na foresight ICT, lub inaczej – jako system wspomagania foresightu (*Foresight Support System*, por. Skulimowski, 2012, Bañuls, Salmeron, 2011, von der Gracht i in., 2012).

Główną zasadą działania narzędzi modelowania złożonych obiektów jest wstępna ekstrakcja cech modelowanego obiektu. Są one filtrowane, przekształcane na zmienne stanu lub stany układu zdarzeń dyskretnych oraz uzupełniane przez zbiór zasad i relacji, które mogą opisywać badany system złożony, jakim jest Społeczeństwo Informacyjne, czy też pewien zestaw kluczowych technologii informacyjnych. Do innych istotnych informacji dostępnych na wstępnym etapie modelowania zaliczyć należy przede wszystkim scenariusze ewentualnego praktycznego wykorzystania budowanego modelu w przyszłości. Powyższe informacje pozwalają rozłożyć procedurę konstrukcji modelu SI/ICT na następujące etapy:

Procedura 1.1 (sformułowanie problemu oraz inne czynności wstępne).

- **Krok 1.** Zdefiniowanie klasy modeli odpowiednich dla modelowanego rzeczywistego obiektu.
- **Krok 2.** Określenie ram czasowych dla procesu modelowania oraz wymaganej dokładności wyników uzyskanych w ramach badanego modelu (np. błędu prognozowania *ex-ante*, w określonych momentach w przyszłości).
- **Krok 3.** Ustalenie ograniczeń do uwzględnienia w modelu: czasu, funduszy i innych zasobów dostępnych przy konstruowaniu modelu oraz górnego limitu wymiarowości wektora stanu i wektorów sterujących.
- **Krok 4.** Sprawdzenie stopnia dostępności danych oraz określenie ich źródła i strategii ich pozyskiwania.

Krok 5. Opracowanie strategii modelowania: podział procesu konstrukcji modelu na etapy, zależnie od tego, jakiego rodzaju wyniki analizy zebranych informacji są potrzebne interesariuszom.

Krok 6. Weryfikacja zakresu wyników, które mają być uzyskane w procesie modelowania, pod kątem zgodności z celami postawionymi przed modelem. Określenie sposobu prezentacji wyników modelowania zainteresowanym stronom. ■

Powyższa procedura opisuje najistotniejsze aspekty procesu konstrukcji modelu. W kontekście modelowania grupowego, ma ona na celu włączenie w proces modelowania ekspertów oraz pozostałych uczestników zainteresowanych wynikami badań. Procedura ta wymaga efektywnego zarządzania zasobami eksperckimi prowadzonego w oparciu o następującą klasyfikację:

A. Administratorzy.

Administratorzy są podzbiorem Grupy Ekspertów Kluczowych. Ich zadanie polega na wyborze matematycznych i komputerowych narzędzi modelowania, a także na przydziale specjalistów do grup eksperckich. W projekcie SCETIST do grupy tej należeli członkowie Komitetu Sterującego.

EK. Eksperci Kluczowi.

Eksperci Kluczowi są odpowiedzialni za sformułowanie założeń i skonstruowanie modelu w taki sposób, aby był jak najlepiej dopasowany do realizacji wyznaczonych celów. Może to być model określonego obiektu lub grupy obiektów o wspólnych właściwościach. Forum Ekspertów Kluczowych definiuje zmienne modelu, przypisuje im odpowiednie elementy rzeczywistego układu, wybiera pierwszą grupę zmiennych do wstępnego kroku w procesie modelowania, a także monitoruje cały proces modelowania. Grono Ekspertów Kluczowych podzielone jest na podgrupy $C_1,...,C_N$, na podstawie ich indywidualnych kompetencji. Każda podgrupa powinna mieć przyporządkowany tylko jeden podsystem badanego systemu. Jej członkowie są uprawnieni do moderowania i aktualizowania danych wprowadzonych przez przedstawicieli szerokiej społeczności ekspertów, oceniania ich wiarygodności oraz do aktualizowania parametrów narzędzi do automatycznego zbierania danych. W badaniach foresightu, podgrupy Grupy Ekspertów Kluczowych powołane w celu budowy modelu są nazywane *panelami tematycznymi*, podczas lub Forum Ekspertów Kluczowych, w skład którego mogą dodatkowo wejść przedstawiciele każdej z podgrup, tworzy *Panel Główny*.

W projekcie SCETIST panele, w tym panel główny, utworzone do celów budowy modelu SI, ankiet delfickich i dyskusji panelowych w znacznej mierze się pokrywały.

E. Społeczność Ekspertów.

Eksperci, którzy biorą udział w konstruowaniu modelu rejestrują się przy pomocy *Narzędzia Rejestracyjnego*. W procesie rejestracji eksperci podają opisy własnych doświadczeń zawodowych i kompetencji. Na podstawie tych danych poszczególnym ekspertom przypisywane są początkowe wektory kompetencji i wiarygodności. Szczegółowe informacje na temat zarządzania grupami ekspertów tego rodzaju można znaleźć w Rozdz. 10 niniejszej monografii oraz np. w (Skulimowski, 2013). Dane te

powinny być sukcesywnie aktualizowane na podstawie wyników działań poszczególnych ekspertów (Skulimowski, 2013; oraz Rozdz.7 i Rozdz.9 niniejszej monografii). Alternatywnie, ekspert, który brał udział w innych badaniach o zbliżonej tematyce (np. brał wcześniej udział w konstruowaniu innego podobnego modelu) może przejąć wcześniej uzyskane parametry kompetencji i wiarygodności w tych obszarach, które są przedmiotem zainteresowania także dla modelu SI.

SO. Użytkownicy i interesariusze.

Do tej grupy zaliczają się zainteresowane strony (partnerzy) i klienci (odbiorcy badań), którzy nie muszą być ekspertami w którymkolwiek z obszarów kompetencji, ale mogą uczestniczyć w definiowaniu celów modelowania, jak również mogą wziąć udział w procesie weryfikacji i oceny wyników modelowania.

Prototypowy model obejmujący wyłącznie grupę ekspertów kluczowych testowano w wybranych krajach UE (Skulimowski, 2006) dla niewielkiego zbioru technologii z obszaru SI. W projekcie SCETIST zestaw ten był istotnie większy, a najważniejszym bezpośrednim celem badań było dostarczenie wiarygodnych szacunków trendów i konstrukcja scenariuszy dla wybranych technologii do 2025 roku. Celem pośrednim było dostarczenie wsparcia decyzyjnego dla zakładów przemysłowych, instytucji badawczych i ciał kierowniczych przy rozwiązywaniu problemów dotyczących działalności B+R związanej z technologiami ICT, zarządzaniem i inwestycjami. Ponadto wyniki badań powinny być użyteczne dla władz ustawodawczych podczas pracy nad odpowiednimi regulacjami prawnymi.

Przy wyborze odpowiedniej klasy modeli, szczególną uwagę zwrócono na te, które w największym zakresie eksplorowały zagadnienia związane z gospodarką cyfrową, a także zapewniały pełne wykorzystanie dostępnych szeregów czasowych, wiedzy technologicznej i naukowej oraz opinii eksperckich. Oszacowano, że liczba niezależnych zmiennych ilościowych, rozważanych w modelu, powinna być większa od *80* (ale z kolei nie większa niż *100*) i podzielona na bloki składające się z *8* zmiennych, aby umożliwić sprawną interakcję z użytkownikami podczas wykonywania badań symulacyjnych. Wstępna ocena dostępnych informacji, przy uwzględnieniu długości szeregów czasowych dla wskaźników ICT i danych rynkowych rzadko przekraczających *20* (indeksy giełdowe spółek z sektora ICT są tu wyjątkiem), pokazuje, że dostępne dane mogą być niewystarczające do statystycznie istotnego oszacowania współczynników nieliniowego modelu. Jako odpowiedni uznany został niestacjonarny model liniowy. Rezultatem badania charakteru zmiennych modelujących poszczególne czynniki SI/ICT i ich interakcji było sformułowanie następującej procedury, która włączona została następnie do strategii budowy modelu SI:

Procedura 1.2.

- **Krok 1.** Zebranie opinii eksperckich na temat jakościowych relacji zachodzących pomiędzy obiektami modelowanego układu.
- **Krok 2.** Identyfikacja zmiennych ilościowych, które zostaną włączone do modelu.
- **Krok 3.** Wskazanie przez ekspertów zmiennych sterujących; zmienne te odpowiadają zmiennym decyzyjnym, które mogą być kształtowane przez użytkownika modelu, partnerów oraz inne zainteresowane podmioty.

Krok 4. Identyfikacja macierzy strukturalnej układu sterowania z czasem dyskretnym.

Krok 5. Identyfikacja zewnętrznych i losowych zdarzeń, które mogą wpływać na ewolucję systemu oraz reguł zmiany stanów w systemie zdarzeń dyskretnych (ang. *discrete-event systems* - DES) wraz z parametrami numerycznymi oraz jakościowymi.

Krok 6. Rozpoznanie wpływu działania DES na parametry kontrolne systemu.

Krok 7. Dobór parametrów wektora autoregresji i filtracji Kalmana (Chui, Chen, 1989), w celu otrzymania ilościowej prognozy zmiennych wyjściowych i połączenia jej z symulacją DES.

Krok 8. Weryfikacja wyników modelowania, porównanie ich z informacjami *ex-post*, o ile są dostępne oraz z oczekiwaniami partnerów. Korekta definicji strategii modelowania, o ile jest konieczna. ■

Dodatkowe aplikacje, które mogą przyczynić się do osiągnięcia ostatecznego celu przez narzędzie do modelowania, powinny zawierać m. in. bibliotekę zewnętrznych modeli globalnego środowiska gospodarczego i politycznego, która uwzględnia np. ceny usług telekomunikacyjnych, modele dyfuzji innowacji, przepisy prawne dotyczące obszaru e-commerce, bezpieczeństwa cybernetycznego, itd.

1.3. **Narzędzie grupowej konstrukcji modeli socjoekonometrycznych**

W poprzednim podrozdziale stwierdziliśmy, że remedium na wysoki poziom złożoności badanego systemu jest jego dekompozycja na kilka (w opisywanym tu przypadku *8*), których wzajemne relacje mogą być punktem wyjścia dla zdefiniowania szczegółowych zmiennych i relacji pomiędzy nimi w celu pogłębionych badań. Dla klasy modeli SI/ICT (Skulimowski, 1991, 2008, Skulimowski i in., 2011) wybrano osiem głównych elementów SI, tj.:

- wykorzystanie ICT dla celów osobistych i komercyjnych,
- działalność sektora B+R,
- system prawny i polityka SI,
- system edukacji w branży ICT,
- rozwój gospodarczy (PKB),
- globalne trendy ekonomiczne i technologiczne,
- demografia (liczba ludności i jej struktura),
- infrastruktura ICT,

które mają wpływ na rozwój technologiczny (por. Rys. 1.2). Elementy te odpowiadają podsystemom każdego SI i są związane z trendami rozwojowymi SI/ICT obserwowanymi w przeszłości, które powinny efektywnie charakteryzować jego ewolucję.

Krok 1 Procedury 1.2. opisanej w podrozdziale 1.2, zawiera operację budowy grafu przyczynowego przedstawionego na Rys. 1.2. Jego struktura wynika z analizy jakościowych opinii ekspertów. Opinie te zbierane są podczas interaktywnych sesji z małymi grupami ekspertów, a następnie są one omawiane i dyskutowane

niezależnie w innym terminie w panelu ekspertów kluczowych. Graf przyczynowy, który powstaje w wyniku tej procedury jest podstawą dla dalszych kroków analizy. Ewolucja systemu może być modelowana poprzez iterowanie relacji przyczynowych zawartych w modelu jednokrotnego przejścia systemu od *t* do *t+1*.

Dominujące typy danych, zebrane podczas fazy rozproszonej modelowania, wskazują na procedury i modele, które powinny być zastosowane. Charakterystyki informacji niezbędnych do skonstruowania modelu ewolucji SI/ICT, wraz ze źródłami danych, wymienione zostały niżej:

A. Metadane modelu: wyspecjalizowana ontologia zawierająca elementy, podsystemy, zmienne, klasy zdarzeń i ich wzajemne relacje: przypisanie zmiennych i zdarzeń do podsystemów, macierze incydencji.
B. Ilościowe zmienne układu kontroli w czasie dyskretnym: szeregi czasowe otrzymane z baz danych Eurostatu, narodowych instytucji statystycznych, izb handlowych oraz innych agencji prywatnych.
C. Pozostałe trendy ilościowe traktowane jako zmienne (dane) zewnętrzne: finansowe szeregi czasowe (notowania cen giełdowych, wartości wskaźników, kursów walut, cen wybranych surowców, itp.) dostępne w raportach giełdowych lub uzyskane od komercyjnych dostawców informacji biznesowej.
D. Historia zdarzeń: jakościowe i ilościowe charakterystyki minionych zdarzeń wraz z odpowiednimi stanami układu i odnośnikami do źródeł danych.
E. Ocena jakościowa i charakterystyka ilościowa relacji pomiędzy zmiennymi podsystemów i całego systemu opisującego SI, zebrana od ekspertów w ramach badań delfickich.
F. Trendy opracowane na podstawie zbiorów źródłowych (bibliografii, patentów, informacji prywatnych, projektów badawczych, instytucji badawczych, firm ICT oraz innych baz danych).

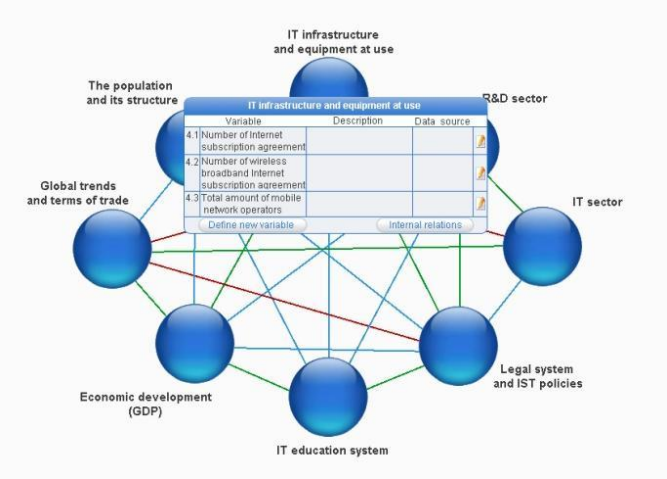
Powyższe informacje pobierane są od ekspertów w ramach Kroków 2-5 opisanej wyżej Procedury 1.2 za pomocą interaktywnego narzędzia działającego w trybie on-line. Przykładowe zrzuty ekranu ilustrujące te fazy konstruowania modelu przedstawione zostały na Rys. 1.2 i Rys. 1.3. Narzędzie dostępne jest on-line dla zarejestrowanych ekspertów. Mogą oni definiować zmienne dla każdego podsystemu niezależnie, a także mają możliwość:

- zaznaczyć zmienne traktowane jako (wewnętrzne lub zewnętrzne) zmienne sterujące,
- zdefiniować zewnętrzne trendy traktowane jako dane wejściowe do modelu ewolucji,
- zdefiniować syntetyczne wskaźniki agregujące zmienne każdego podsystemu

oraz

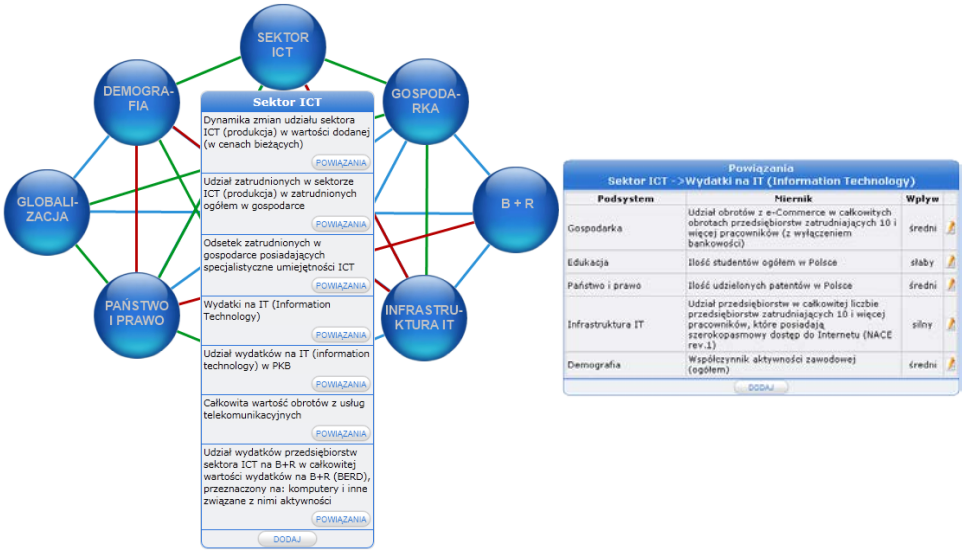
- zdefiniować relacje zachodzące między zmiennymi tego samego podsystemu.

Definiowanie nowych zmiennych polega na kliknięciu na odpowiedni podsystem na diagramie, który jest wynikiem wstępnej analizy danych, tak jak to pokazano na Rys. 1.2. W otwartym oknie dialogowym można wpisać parametry zmiennej i przypisać do niej wartości szeregu czasowego.

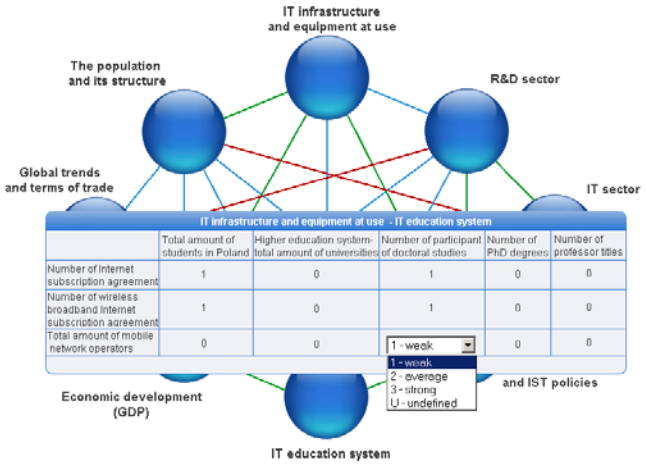


Rys. 1.2. Przykładowy zrzut ekranu prezentujący fazę interaktywnego definiowania zmiennych podczas konstruowania modelu SI/ICT. Zmienne mogą być wybierane spośród 337 predefiniowanych zmiennych zestawionych na liście wyboru lub definiowane na bieżąco przez ekspertów

Definiowanie relacji zachodzących pomiędzy zmiennymi różnych podsystemów jest możliwe w podobny sposób, co definiowanie pojedynczych zmiennych, tj. po kliknięciu krawędzi łączącej wybrane podsystemy. Otwiera się wówczas okno dialogowe, w którym można zdefiniować charakter powiązania pomiędzy zmiennymi obu podsystemów (por. Rys. 1.3, Rys. 1.4).



Rys. 1.3. Przykład interaktywnego procesu definiowania powiązań pomiędzy zmiennymi z różnych podsystemów (polska wersja językowa)



Rys. 1.4. Przykładowy zrzut ekranu przedstawiający interaktywny proces definiowania relacji zachodzących pomiędzy zmiennymi z różnych podsystemów (wersja językowa angielska). Eksperci mogą dokonać wyboru pomiędzy definicjami relacji ilościowymi lub jakościowymi

Definiowanie powiązań pomiędzy zmiennymi tego samego podsystemu następuje po kliknięciu na symbol tego podsystemu.

W wyniku wstępnej analizy może okazać się, że niektóre podsystemy nie są powiązane lub ich związek jest z punktu widzenia modelu nieistotny. W takim przypadku w grafie systemu nie występują krawędzie odpowiadające tym powiązaniom.

Obydwie wymienione wyżej fazy modelowania wykorzystują cechę zbiorowej inteligencji (*collective intelligence*), jaką posiada prezentowane narzędzie do modelowania: eksperci zaangażowani w proces konstruowania modelu w pierwszej kolejności definiują swoje obszary kompetencji, a następnie tworzą odpowiednie elementy modelu, podczas gdy wewnętrzny mechanizm przetwarzania danych kontroluje i weryfikuje wprowadzone dane i w razie potrzeby łączy komplementarne partie informacji. Cały ten proces jest realizowany według schematu przedstawionego w Tab. 1.1.

Tab. 1.1. Reguły automatycznego przetwarzania danych w modelu SI

Numer reguły	**Opis reguły**	**Dane w pamięci podręcznej**	**Dane od ekspertów**	**Uzyskane dane lub wykonana operacja**
1.	Agregacja ocen ilościowych	Szeregi czasowe	Szeregi czasowe lub pojedyncze dane	Szeregi czasowe
2.	Agregacja ocen jakościowych	Stopniowane relacje przyczynowe, komentarze	Stopniowane relacje przyczynowe, komentarze	Stopniowane relacje przyczynowe
3.	Aktualizacja oceny	Stopniowane relacje	Szeregi czasowe	Uaktualnione

	jakościowej na podstawie nowej oceny ilościowej	przyczynowe	lub pojedyncze dane	współczynniki strukturalne
4.	Aktualizacja oceny ilościowej na podstawie nowej oceny jakościowej	Szeregi czasowe lub macierze strukturalne	Stopniowane relacje przyczynowe	Uaktualnione współczynniki strukturalne
5.	Weryfikacja nowych zmiennych (w podsystemie)	Lista zmiennych zdefiniowanych wcześniej	Nowe zmienne	Usuwanie duplikatów lub łączenie danych
6.	Weryfikacja typów zmiennych	Lista zmiennych zdefiniowanych wcześniej	Aktualizacja typu lub potwierdzenie	Reguły nadrzędne zastosowane do typów danych
7.	Agregacja charakterystyk opisowych zmiennych i relacji	Charakterystyka opisowa	Charakterystyka opisowa	Łączenie po zatwierdzeniu
8.	Agragacja formuł łączących zmienne stanu, sterujące i wyjściowe	Formuła iteracyjna	Nowa formuła	Aktualizacja, jeśli zmiany są wprowadzone przez eksperta z danej dziedziny
9.	Identyfikacja luk w modelu	Wszystkie informacje zostały zebrane	Naciśnięty klawisz weryfikacji	Wskazanie błędnych współczynników
10.	Komunikat o błędzie w przypadku jego wystąpienia	Wszystkie informacje zostały zebrane	Wszelkie nowowprowadzone dane	Sprawdzanie spójności danych

Mechanizm przetwarzania danych przedstawiony w Tab. 1.1, uruchamiany jest pod nadzorem kluczowego eksperta, który interweniuje, w przypadku wygenerowania przez narzędzie do modelowania sygnału o powstałym błędzie. Może się to zdarzyć, gdy wszyscy eksperci zakończyli pracę, a w modelu nadal pozostają luki, lub gdy niespójności występujące w podsystemach wykraczają poza pewien wcześniej wyspecyfikowany poziom.

Po zweryfikowaniu problemu, agregacji i normalizacji danych wprowadzonych przez ekspertów zaangażowanych w proces konstruowania modelu (Tab. 1.1.), ewolucja systemu oparta na szeregach czasowych otrzymanych w wyniku wcześniejszych obserwacji kluczowych technologii, czy trendów społeczno-ekonomicznych, może zostać opisana ilościowo, jako układ dynamiczny z czasem dyskretnym:

$$x_{t+1}=f(x_t,\ldots x_{t-k},u_{t,1},\ldots,u_{t,m},v_{t,1},\ldots,v_{t,n},\eta_{t,1},\ldots,\eta_{t,p}). \tag{1.1}$$

W równaniu (1.1) dla okresu modelowania $t=1,...,T$ przyjęto oznaczenia:

$x_{t-k},...,x_t,x_{t+1}$ - zmienne stanu, $x_t:=(x_{t1},\ldots,x_{tN})\in IR^N$,
$(u_{t,1},\ldots,u_{t,m})\in IR^m$ - zmienne sterujące,
$(v_{t,1},\ldots,v_{t,n})\in IR^n$ - zmienne decyzyjne pochodzące od czynników zewnętrznych,
$\eta_{t,1},\ldots,\eta_{t,p}$ - zakłócenia zewnętrzne (zmienne losowe).

W analizowanym modelu f jest zawsze funkcją liniową, niestacjonarną względem zmiennej x, a stacjonarną względem zmiennych u, v i η. Wynik modelowania przy pomocy układu równań (1.2) dany jest w postaci:

$$y_{t+1}=g(x_t,\ldots x_{t-k},u_{t,1},\ldots,u_{t,m},\ v_{t,1},\ldots,v_{t,n},\eta_1,\ldots,\eta_n), \tag{1.2}$$

gdzie $y_t:=(y_{t1},\ldots y_{tK})\in \mathbb{R}^K$, dla $t=k+1,\ldots,T$, są wektorami wyjściowymi otrzymanymi jako wynik obliczeń modelu, g jest funkcją liniową, a $x_t,\ldots x_{t-k}$, $u_1,\ldots,u_m$, $v_{t,1},\ldots,v_{t,n}$, i $\eta_1,\ldots,\eta_n$ są identyczne, jak w równaniu (1.1).

Niektóre ze zmiennych wyjściowych y_t mogą być traktowane jako kryteria określające optymalność procesu opisywanego przez równanie (1.1), przy ustalonej wartości $t:=T$, lub też jako kryteria w problemie optymalizacji trajektorii (Skulimowski, 1996, 2013). Dodatkowe kryteria mogą być zdefiniowane w postaci

$$F(x_t(u),\ldots,x_1(u),\ u)\rightarrow opt, \tag{1.3}$$

gdzie: $F=(F_1,\ldots,F_M)$, $u:=(u_{t,1},\ldots,u_{t,m},u_{t-1,1},\ldots,u_{t-1,m},\ldots,u_{1,1},\ldots u_{1,m})$, a jako wartość optymalną przyjmuje się zwykle minimum Pareto z dodatkowymi warunkami zdefiniowanymi przez odbiorców modelu (np. partnerów Projektu). F jest na ogół funkcją liniową lub liniowo-kwadratową względem zmiennych lub kombinacji zmiennych x i u.

1.4. **Konstrukcja modelu zawierającego system zdarzeń dyskretnych**

W badaniach foresightowych korzystających z metod analizy systemowej stosowany jest na ogół model dynamiki w postaci niestacjonarnych wersji systemów opisanymi układem równań (1.1)-(1.2). Poszczególne zmienne wyjściowe traktowane są jako trendy ilościowe, które są dalej badane metodami analizy oddziaływania trendów (*trend impact*) oraz efektów krzyżowych (*cross impact*). Szczegółowa dyskusja typu modeli wraz z omówieniem przypadków, w których mogą być stosowane zawarta jest w pracy Skulimowskiego (2011). W niniejszym Podrozdziale wprowadzimy dodatkowy element całościowego modelu dynamiki, którym jest system zdarzeń dyskretnych (Ramadge, Wohnam, 1987, Skulimowski, 1991).

$$P=(Q,V,\delta,Q_0,S,Q_f) \tag{1.4}$$

System ten modeluje wpływ zdarzeń zewnętrznych wobec modelu (1.1)-(1.2) na jego parametry.

W powyższym równaniu (1.4) przyjęto oznaczenia:

- Q - zbiór wszystkich możliwych stanów elementów modelowanego systemu zdarzeń dyskretnych,
- V - zbiór wszystkich dopuszczalnych operacji na zbiorze stanów Q,
- δ: $V\times Q \supset W \rightarrow Q$ jest funkcją przejścia definiującą wynik działania operacji na stanach; jest ona przechowywana jako zestaw reguł, zdefiniowanych wyłącznie dla pewnych par elementów: $v\in V$ i $q\in Q$,
- $Q_0\subset Q$, $Q_0\neq\phi$ jest zbiorem stanów początkowych elementów modelu zdarzeń,

- $S: V \times Q \rightarrow IR^s \cup \{\infty\}$ jest funkcją kosztów przejścia (wielokryterialną); jej wartości są nieskończone wtedy i tylko wtedy, gdy dane przejście jest niedozwolone,
- $Q_f \subset Q$, $Q_f \cap Q_0 = \phi$, jest zbiorem stanów odniesienia (lub końcowych) dla elementów modelu zdarzeń odpowiadającym komunikatom o błędach lub pośrednim punktom kontroli wyników dla procesu modelowania.

Powiązane przyczynowo pary stanów $e:=(q_1,q_2)$ dla równania (1.4) takie, że $q_2=\delta(v,q_1)$ są nazywane *zdarzeniem.* Zbiór *W* może być uważany za zbiór wszystkich zdarzeń.

Parametry równania (1.4) definiowane są przez ekspertów zaangażowanych w proces konstrukcji modelu. Opisowa i ilościowa charakterystyka stanów Q, Q_0 i Q_f przechowywana jest w bazie danych. Możliwość wystąpienia oraz czas trwania zdarzeń zakodowane są w postaci zmiennej boolowskiej, zmiennej ciągłej przyjmującej wartości z przedziału $[0,1]$, lub zmiennej rozmytej określonej na przedziale czasu $[t_0,T]$. Wybór opisu jest uzależniony od występowania możliwości częściowego zachodzenia zdarzeń lub częściowego osiągania wybranego stanu, oraz możliwości natychmiastowego przejścia. Jeżeli przejścia są losowe, albo zachodzą w przypadkowych momentach, to zmienne są skonstruowane w formie skumulowanych rozkładów prawdopodobieństwa zdarzeń zachodzących w tym samym przedziale czasu. Uwzględnienie w modelu możliwości niepełnego zajścia pewnych zdarzeń, gdy funkcja przynależności stanu docelowego do pewnego określonego stanu jest rozmyta, w przypadku zdarzenia losowego może prowadzić do konieczności zastosowania dwuwymiarowego rozkładu skumulowanego prawdopodobieństwa zdarzenia. Koszty *S* zajścia zdarzeń są przechowywane w analogicznej strukturze grafowej, co zbiór zdarzeń.

Dodatkową zaletą opisanego tutaj inteligentnego narzędzia modelowania SI jest możliwość automatycznego definiowania zmiennych opisujących prawdopodobieństwo lub stopień zajścia poszczególnych zdarzeń w oparciu o odpowiedzi na prosty kwestionariusz, który jest wyświetlany przy określaniu stanów *Q* i dopuszczalnych na nich operacji *V*. Po zakończeniu opisu zdarzeń, kwestionariusz wyświetla *wektor oddziaływania*, który opisuje potencjalne zmiany zmiennych (1.1)-(1.2) będące efektem oddziaływania zdarzeń na te zmienne. Eksperci mogą korzystać ze zdefiniowanego wcześniej katalogu potencjalnych oddziaływań.

System zdarzeń dyskretnych (1.4) pozwala uwzględnić w modelu wpływ procesów legislacyjnych, a także np. wpływ rozwoju nowych technologii, oczekiwanych nowych wyników badań w obszarze B+R, decyzji politycznych oraz innych zdarzeń o podobnym charakterze. Reguły związane z daną dziedziną lub aspektem modelu SI są definiowane przez Ekspertów Kluczowych reprezentujących odpowiadające im dziedziny, stąd wartości liczbowe charakterystyk oddziaływań mogą być obliczane automatycznie, natychmiast po wprowadzeniu odpowiednich reguł przez ekspertów. Katalog zdarzeń z obszaru B+R, czy technologii oraz ich oddziaływań pochodzi z regularnych przeglądów baz danych bibliograficznych, patentowych i innych, wykonywanych przez autonomiczne roboty wyszukujące (tzw. *webcrawlery* lub *boty*).

Rzeczywiste układy złożone mogą być modelowane za pomocą równań (1.1)-(1.4), przy czym stany systemu (1.4) mogą bezpośrednio wpływać na układ (1.1)-(1.3), powodując zmiany jego parametrów. Tym samym, niestacjonarność układu (1.1)-(1.3) może być wyjaśniona przez ewolucję równania (1.4). Scenariusze, pojawiają się

tutaj jako wynik grupowania trendów i sekwencji zdarzeń dla różnych wariantów zmiennych decyzyjnych lub jako wynik działania czynników przypadkowych i zewnętrznych. W szczególności, system (1.1)-(1.4) generuje trajektorie, które mogą być utożsamiane ze *scenariuszami elementarnymi* rozwoju modelowanego SI, tj. trajektoriami cząstkowymi systemu (1.1)-(1.2) pomiędzy poszczególnymi zdarzeniami generowanymi przez system (1.4). Każda *j*-ta trajektoria cząstkowa jest trajektorią systemu (1.1) - (1.2) dla przedziału czasu $[t_{j-1},t_j]$ określonego przez chwile wystąpienia zdarzeń o indeksach *j-1* i *j*. Zdarzenia te mogą w określony sposób wpływać na wartości współczynników systemu (1.1)-(1.2), stąd też, dla ustalonego systemu (1.1) - (1.2) i (1.4), scenariusz elementarny może być identyfikowany z ciągiem decyzji podejmowanych w systemach (1.1) (sterowania u_t i zewnętrzne decyzje v_t), z decyzjami ze zbioru dopuszczalnych operacji *V* generujących zdarzenia w systemie (1.4) oraz – dodatkowo – z ciągami potencjalnych losowych przyczyn zdarzeń w systemie *Q*.

Ilość wygenerowanych w ten sposób scenariuszy elementarnych jest z reguły bardzo duża, dlatego też w celu budowy kilku scenariuszy głównych muszą być one filtrowane (por. Rozdz.3) i klasteryzowane. Filtracja opisana w Rozdz.3 polega na wyodrębnienie tych scenariuszy, którym odpowiadają ciągi decyzji racjonalnych i biorących pod uwagę ich oddziaływanie na warunki podejmowania decyzji w przyszłych problemach. Scenariusze elementarne mogą być także łączone ze scenariuszami otrzymywanymi w wyniku klasteryzacji odpowiedzi ekspertów w badaniu delfickim (por. Rozdz. 11-13 i 15), a także z prognozami rozwoju poszczególnych technologii i ich obszarów zastosowań, które są wynikami badań bibliometrycznych, patentometrycznych i webometrycznych.

1.5. **Przykład konstrukcji modelu w projekcie SCETIST**

Inteligentne narzędzie do modelowania rozproszonego, przedstawione w niniejszym rozdziale, ma służyć do opracowywania odpowiednich opisów złożonych systemów społeczno-ekonomicznych i technologicznych. Obecna wersja została zastosowana w ramach opisywanego tu projektu badawczego do budowy pilotażowego modelu rozwoju społeczeństwa informacyjnego w Polsce, z uwzględnieniem w celach benchmarkingowych danych dotyczących innych krajów UE (Skulimowski i in., 2011). Proces modelowania przebiegał zgodnie z opisanymi w tym Rozdziale Procedurami 1.1 i 1.2, a mianowicie:

Przykład 1.1.

Zakres i przebieg procesu modelowania zostały wyspecyfikowane na podstawie celów projektu badawczego zgodnie ze Studium Wykonalności projektu oraz opracowaniami Okoń-Horodyńska i in. (2011), Sierotowicz i in. (2011). Do studiów pilotażowych wybrano obszar komercyjnego DSS, wchodzący w zakres Zadania 4 niniejszego projektu (Skulimowski, 2011a). Perspektywy rynkowe i technologiczne dodatkowych technologii z obszaru sztucznej inteligencji (AI) mogą być badane na wyższym poziomie szczegółowości w oparciu o analizę polskiego rynku oprogramowania. Zgodnie z Procedurą 1.1, rozmiar modelu i zakres prac były zdeterminowane

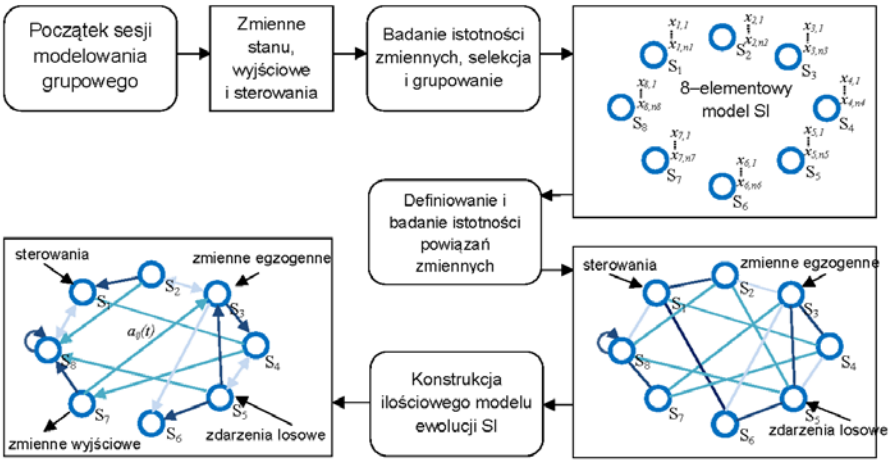
przez zdolność modelu do osiągnięcia postawionych celów badawczych, wielkość budżetu i określone z góry ramy czasowe (18 miesięcy) oraz przez dostęp do baz danych i czas niezbędny do obliczeń. Te ostatnie informacje posłużyły do specyfikacji predefiniowanych zmiennych modelu. W trakcie trzech sesji, zespół ekspertów projektu z dziedziny ekonomii i socjologii ustalił listę *337* zmiennych, podanych w opracowaniu Okoń-Horodyńska i in. (2011), z których *92* zostały wytypowane, jako pierwszy, początkowy zespół zmiennych modelu. Przyporządkowywano je do elementów rzeczywistego systemu, gdzie stanowiły dane wejściowe dla inteligentnego narzędzia modelowania. Pozostałe zmienne (*245*) były cały czas dostępne na liście zmiennych i mogły być aktualizowane lub proponowane przez ekspertów do włączenia do kolejnego wariantu modelu.

W kolejnym kroku narzędzie modelowania grupowego zostało wykorzystane do przetestowania wybranych zmiennych początkowych jako zmiennych stanu, w celu powiązania ich z danymi i zdefiniowania pomiędzy nimi odpowiednich powiązań. Stwierdzono, że niektóre zmienne bardziej nadają się do włączenia do zbioru zmiennych wyjściowych, będących wynikami modelowania, gdyż są zdefiniowane jako złożone wskaźniki lub rankingi (np. wskaźnik gotowości e-administracji, ang. *E-government Readiness Index*), podczas gdy inne wykazywały duży stopień korelacji. Początkowy zbiór zmiennych był wystarczający do przeprowadzenia eksperymentów obliczeniowych. Proces wygładzania modelu przeprowadzony za pomocą inteligentnego narzędzia modelującego, doprowadził do redukcji *11* zmiennych, a na to miejsce zdefiniowano *14* nowych zmiennych, które uzyskały akceptację panelu ekspertów kluczowych. Ostatecznie do obliczeń wyselekcjonowano *95* ilościowych zmiennych pogrupowanych w *8* głównych podsystemów tożsamych z elementami modelu społeczeństwa informacyjnego w Polsce. Ilustrują to Tab. 1.2. oraz Rys. 1.5 poniżej.

Tab. 1.2. Wyniki konstrukcji modelu SI/ICT – ilościowe zmienne wytypowane w drugiej rundzie projektowania

Nr	Elementy modelu	Liczba zmiennych	Liczba obserwacji	Przykład charakterystycznej zmiennej podsystemu
1.	Sektor IT	11	6 - 15	Roczna wartość sprzedaży oprogramowania
2.	Gospodarka narodowa	9	6 - 20	Roczna wartość sprzedaży przez internet (e-commerce)
3.	Sektor B+R	16	7 - 15	Roczna wartość transferu IT
4.	Infrastruktura ICT	11	6 - 15	Całkowity transfer danych poprzez łącza główne
5.	Edukacja ICT	15	6 - 17	Liczba studentów ICT
6.	System prawny i bezpieczeństwo SI/ICT	11	6 - 15	Liczba przestępstw komputerowych wykrywana w ciągu roku
7.	Globalne trendy i *terms of trade*	12	14 - 20	Całkowity roczny import ICT
8.	Struktura demograficzna	10	15-20	Odsetek obywateli mieszkających w aglomeracjach miejskich

Ponadto niektóre zmienne zostały potraktowane jako zmienne sterujące, np. roczna wartość bezpośredniej pomocy państwa dla innowacyjnych przedsiębiorstw, przekazywanej przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP) i inne agencje, przepisy bezpieczeństwa cybernetycznego, przepisy związane z ochroną praw własności intelektualnej itp.



Rys. 1.5. Schemat przebiegu konstrukcji ilościowego modelu ewolucji SI

Ilościowe zmienne wyjściowe modelu (1.2) były zdefiniowane jako:

a) roczna wielkości rynku SWD w Polsce,
b) sprzedaż systemów klasy SWD wyprodukowanych przez polskie firmy (rynek wewnętrzny i eksport),
c) wielkość wpływów generowanych przez SWD on-line,
d) liczba użytkowników komercyjnych usług medycznych SWD,
e) udział w transakcji na polskich rynkach finansowych dokonywanych przez systemy automatycznego handlu.

Obliczenia kolejnych iteracji modelu typu (1.1)-(1.2) mogą być zdekomponowane na obliczenia wykonywane w poszczególnych blokach, możliwa jest też agregacja niektórych zmiennych w celu zmniejszenia pracochłonności obliczeń. Długość większości szeregów czasowych, które mogły być stosowane jako dane obserwacyjne i wykorzystywane do określenia związków przyczynowych (Tab. 1.2), jest poważnie ograniczona w związku ze zmianami strukturalnymi w polskiej gospodarce i prawodawstwie, które miały miejsce w okresie po 1989 r. i po przystąpieniu Polski do UE w 2004 roku. Dane statystyczne sprzed roku 2000 podawane były często wg innej metodologii, zmianom uległy także definicje mierzonych wielkości. Są to główne powody, dla których zarówno moc ekstrapolacyjna szeregów czasowych jak i możliwość wykorzystania algorytmów przyczynowości Grangera i innych testów

statystycznych były mocno ograniczone. Zamiast tych metod, szeroko wykorzystywano sieci antycypacyjne (Skulimowski, 2012), reguły wnioskowania rozmyto - probabilistycznego (por. Podrozdz. 1.3) oraz moderowane przez ekspertów bezpośrednie wskazówki i uwagi (por. Rys. 1.3, Rys. 1.4). Z tego również względu obliczenia wykonywane były najczęściej na podzbiorach zmiennych o wymiarze z przedziału 15-20. Wszystkie zmienne, współczynniki i związane z nimi dane były pobierane i zapisywane w bazie wiedzy modelu.

Wartości wszystkich zmiennych odnoszą się do jednego roku, w zakresie od pierwszego roku obserwacji (z reguły był to rok 2004) do roku 2025. Analiza ilościowa zmiennych przedstawiona jest w opracowaniu Okoń-Horodyńska i in. (2011). Zmienne, których prognoz nie można było obliczyć przy pomocy modelu iteracyjnego z powodu braku danych lub zbyt wysokiego poziomu niepewności współczynników modelu były kandydatami do badań delfickich.

Po wyznaczeniu prognozy wygasłej wskaźników wyjściowych przy pomocy równań (1.1)-(1.2) i (1.4) parametry modelu, stany i obliczone zmienne wyjściowe mogą zostać porównane z danymi rzeczywistymi i wyznaczone ponownie. Procedurę tę można powtarzać iteracyjnie, także dla prognoz aktualnych, po zajściu prognozowanych zdarzeń lub po pojawieniu się nowych wartości prognozowanych zmiennych. Podobnie jak dla przypadku, w którym osiągnięcie przez niektóre zmienne określonych wartości może być równoważne z zajściem pewnych zdarzeń, takie sprzężenie zwrotne można zastosować również do modelu zdarzeń dyskretnych. Dla systemu przedstawionego wyżej, wystarczające okazywały się trzy iteracje obliczeń. ■

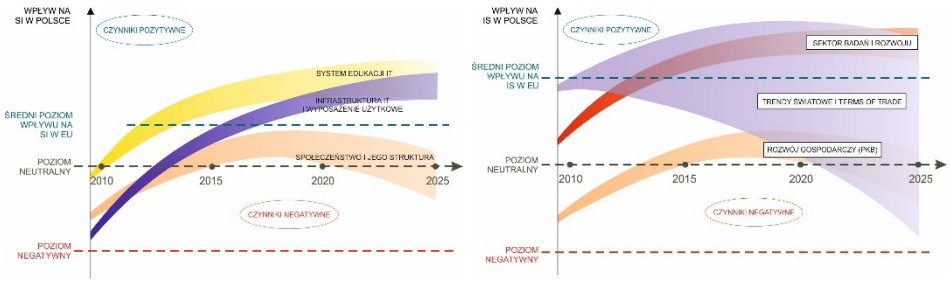
Dodatkowo, opisany w tym rozdziale model może działać zgodnie z zasadą obliczeń ciągłych (*anytime computing*, Horvitz, 2001) w miarę jak nowe ilościowe informacje, dane bibliograficzne, patentowe, czy inne są dostarczane przez autonomiczne roboty wyszukujące (*webcrawlery*), por. Skulimowski (2012ab). Również eksperci mogą dostarczać nowych danych lub aktualizować dane pozyskane wcześniej. aktualizując w ten sposób cały model.

W ramach realizacji Zadania 3 projektu przeprowadzono również pilotażowe badanie delfickie (Okoń-Horodyńska i in., 2011; Skulimowski, 2011), Głównym jego celem było określenie wpływu zdarzeń zawartych w (1.4) na stan lub zmienne wyjściowe układu (1.1)-(1.2). Na podstawie odpowiedzi ankiety eksperci projektu ocenili stopień dodatkowego zwiększenia lub zmniejszenia współczynników macierzy strukturalnej (1.1), datę i warunki zajścia zdarzenia oraz typ oddziaływania (natychmiastowy – odłożony w czasie). Badania Delphi dotyczyły także kwestii związanych z technologicznymi, ekonomicznymi i społecznymi przesłankami powiązania trendów i zdarzeń. Wszystkie zebrane dane i wyniki obliczeń umożliwiły porównanie warunków funkcjonowania i rozwoju społeczeństw informacyjnych w Polsce i w krajach UE.

Przykład 1.2.

Ilościowe prognozy otrzymywane jako wyniki modelu obarczone były stosunkowo dużymi błędami *ex-ante*, związanymi zarówno z niewielką ilością danych, które mogły służyć do ekstrapolacji, jak i powielaniem błędu w kolejnych iteracjach modelu wielorównaniowego z czasem dyskretnym i krokiem iteracji wynoszącym 1 rok. Problem ten omawialiśmy we wcześniejszym przykładzie i wynika on ze zmienio-

nych wymagań i standardów raportowania statystycznego w związku z akcesją Polski do UE. Pomimo tych niedogodności, holistyczne podejście do modelowania społeczeństwa informacyjnego może być zastosowane z sukcesem do analiz benchmarkingowych obejmujących najważniejsze elementy społeczeństwa informacyjnego w Polsce w odniesieniu do krajów UE-15 (kraje UE przed akcesją m.in. Polski w roku 2004). Dane do analizy benchmarkingowej zostały zebrane w ramach Zadania 3 (Okoń-Horodyńska i in., 2011), wykorzystano także metody analizy benchmarkingowej wykonanej w ramach projektu FISTERA (Skulimowski, 2006,2008) oraz rezultaty analizy delfickiej i dyskusji panelowych. Porównywano w sposób jakościowy (5 stopniowa skala Likerta) względny wpływ poszczególnych czynników, które były modelowane w ramach Zadania 3, na procesy społeczno-ekonomiczno-technologiczne związane ze społeczeństwem informacyjnym w Polsce i w krajach UE-15. Wyniki jakościowej analizy benchmarkingowej przedstawione są na Rys. 1.6.



Rys. 1.6. Wyniki analizy benchmarkingowej wpływu czynników uwzględnionych w modelu społeczeństwa informacyjnego na procesy społeczno-ekonomiczno-technologiczne w Polsce i w krajach UE-15

1.6. **Uwagi końcowe**

Pierwsze wyniki badań pilotażowych związane z zastosowaniem rekomendowanego przez nas narzędzia modelowania wspierającego proces podejmowania decyzji (ang. DSS) i rekomendowanego dla zastosowań w obszarze e-commerce, zostały przedstawione w pracach Skulimowski (2011), (Skulimowski i in., 2011). Kolejny etap badań (Skulimowski, 2011a) obejmował systemy wizyjne (*computer vision systems*) i neurokognitywne (BCI).

Przykład 1.1 pokazuje, że głównym celem modeli zbudowanych za pomocą narzędzia przedstawionego w podrozdziale 1.3. jest znajdowanie odpowiedzi na pytania postawione przez użytkowników (klientów) i wspierania ich przy podejmowaniu ważnych decyzji. Dodatkowe funkcje mogą być dodawane jako oddzielne moduły modelu, np. wspieranie konceptualizacji rozwoju regionalnego (Desthieux i in., 2010), czy też samodzielne aplikacje do konstrukcji innych modeli grupowych wspomagających projekty foresightu (Ackermann i in., 2011). Przedstawiony tu model może być również pomocny do sporządzania rankingów projektów technologicznych oraz do iden-

tyfikacji rynków i produktów o najwyższym potencjale. Mimo, iż głównym przeznaczeniem modelu jest generowanie trendów i scenariuszy dla foresightu polskiego SI, to może on również być wykorzystany do lepszego zrozumienia globalnych trendów rozwoju Technologii Społeczeństwa Informacyjnego (IST), a także do badań zjawisk związanych bezpieczeństwem systemów informatycznych. Podsumowując, przedstawiona tutaj metoda grupowego przetwarzania informacji, wykorzystana do identyfikacji trendów i pomocna do opracowania scenariuszy SI, może stanowić punkt wyjścia dla dalszych badań zaawansowanych technologii informatycznych, zorientowanych zarówno na najbliższą, jak i na bardziej odległą przyszłość.

Dobra zgodność prognoz wynikających z zastosowania podobnego, lecz dużo mniej zaawansowanego modelu (Skulimowski, 2008), wykazana przez ich weryfikację *ex-post* w ramach niniejszego projektu, potwierdza poprawność metod modelowania zastosowanych w niniejszym Rozdziale. Oznacza to, że wiarygodne trendy, scenariusze i rankingi dotyczące rozwoju technologii informatycznych w ciągu następnych 12-15 lat mogą być uzyskane przy pomocy modeli opisanych w tym rozdziale. Wyniki te mogą mieć szerokie zastosowanie np. w planowaniu strategicznym firm z sektora ICT. W szczególności, badania wybranych obszarów technologicznych związanych z systemami wspomagania decyzji i rekomenderami w ramach niniejszego projektu foresightu ICT (Skulimowski, 2011a, Rozdz.4 i 5 niniejszej monografii) mogą dostarczyć konstruktywnych zaleceń firmom zainteresowanym rozwojem aplikacji *e-health*, *e-commerce* i *e-learning*. Ponadto ogólny model ewolucji SI/ICT przedstawiony w podrozdziałach 1.2 i 1.3 może być przydatny do globalnej analizy rozwoju ICT oraz trendów społeczno-ekonomicznych, które mają wpływ na rozwój gospodarki cyfrowej w poszczególnych regionach oraz w skali całego kraju.

Część modelu związana z systemem zdarzeń dyskretnych (1.4) może okazać się przydatna przy opisie przyszłych procesów legislacyjnych, takich jak np. prace nad ustawą umożliwiającą patentowanie w Polsce algorytmów i oprogramowania, czy pojawianie się na rynku nowych technologii, np. czujników monitorujących stan zdrowia sprzężonych z odpowiednią infrastrukturą telekomunikacyjną i systemem publicznej opieki zdrowotnej. W przypadku procesów legislacyjnych, początkowe stany Q_0 powinny być utożsamiane ze stanem obecnym, natomiast stany końcowe Q_f były interpretowane jako dopuszczone zgodnie z międzynarodowymi konwencjami i traktatami UE regulacje, które będą miały miejsce w 2025 roku. Dla procesów technologicznych i badawczych stany końcowe Q_f nie były definiowane. Funkcja kosztów dla przejścia pomiędzy stanami S oszacowana została przez ekspertów na podstawie wyników badania delfickiego lub podczas paneli ekspertów. Funkcja przejścia δ może być oszacowana na podstawie danych bibliograficznych i analizy trendów, stosując odwrotną analizę funkcji kosztów S, o ile S była traktowana jako ilościowa zmienna w (1.2), a jej wartości były poddane testom wiarygodności lub były uzyskane bezpośrednio od ekspertów Delphi. Większość zdarzeń może zostać opisana poprzez zmienne przyjmujące wartości z przedziału *[0,1]* (por. podrozdz. 1.3), przy uwzględnieniu możliwości (ograniczonej) migracji zmiennych i zdarzeń pomiędzy poszczególnymi podsystemami (1.1)-(1.2) i (1.4) ogólnego modelu podczas interaktywnego procesu modelowania grupowego. Pomimo, że dotychczasowe doświadczenia dotyczące wykorzystania przedstawionego w tym rozdziale narzędzia

modelowania związane są głównie z obszarem ICT, na podstawie ogólnych zasad konstrukcji modelu można stwierdzić, że opracowane przez zespól projektu SCETIST podejście jest uniwersalne i bez przeszkód może być stosowane w różnych obszarach działalności, technologii i na różnych rynkach.

W szczególności, na podstawie zainteresowania przedsiębiorstw i wstępnych doświadczeń wdrożeniowych trendów i scenariuszy dotyczących zagadnień uwzględnionych w modelu opisanym w podrozdziałach 1.2 i 1.3, oczekujemy, że na podstawie modelu opracowanego w ramach projektu SCETIST w krótkim czasie mogą powstać specjalistyczne aplikacje do modelowania przyszłego rozwoju e-zdrowia, biotechnologii oraz technologii medycznych, a także ich rynków.

Na podstawie dotychczasowych badań i doświadczeń eksperci projektu rekomendują opisany tu system do dalszego rozwoju. W szczególności, schemat uczenia się, zapożyczony z sieci neuronowych, oparty na weryfikacji *ex-post* hipotez i sugestii ekspertów mógłby w przyszłości zostać zintegrowany ze strumieniami danych dotyczących SI w Polsce, online lub regularnie aktualizowanych, co zapewniłoby stałą aktualizację modelu i generowanych przez niego prognoz. Takie rozszerzenie modelu opracowanego w ramach projektu SCETIST stanowi propozycje przyszłych badań, które pozwoliłyby na powstanie nowoczesnego i konkurencyjnego w skali światowej narzędzia do modelowania procesów gospodarczo-społecznych i technologicznych.

Bibliografia Rozdziału 1

1. Ackermann, F.; Andersen, D.F.; Eden, C.; Richardson, G.P. (2011). Scripts Map: A tool for designing multi-method policy-making workshops. Omega 39, 427-434.
2. Antoniou, I.; Reeve, M.; Stenning, V. (2000). The Information Society as a Complex System. Journal of Universal Computer Science 6, No. 3, 272-288.
3. Bérard, C. (2010). Group Model Building Using System Dynamics: An Analysis of Methodological Frameworks. The Electronic Journal of Business Research Methods 8(1), 35-45, http://www.ejbrm.com/volume8/issue1 [dostęp 11.2011].
4. Chen, Hl.; Chui, CK.; Micchelli, CA. (1989). Asymptotically Optimal Sampling Schemes for Periodic – Functions. 2 the Multivariate Case. International Series of Numerical Mathematics, Vol. 90, 73-86.
5. Desthieux, G.; Joerin, F.; Lebreton, M. (2010). Ulysse: a qualitative tool for eliciting mental models of complex systems. Methodological approach and application to regional development in Atlantic Canada. Syst. Dyn. Rev. 26(2), 163-192.
6. Duff, A.; Craig, D.; McNeill, D.A. (1969). A note on the origins of the information society. Journal of Information Science 22(2), 117-122.
7. Stona internetowa programu FET Flagships: http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/fet/flagship/home_en.html [dostęp: 03.2013].
8. Strona internetowa projektu FISTERA: http://fistera.jrc.ec.europa.eu [dostęp: 10.2011].
9. Forrester, J.W. (1971). World Dynamics. Wright-Allen Press, Cambridge, MA.
10. Górecki, H.; Skulimowski, AM.J. (1986). A Joint Consideration of Multiple Reference Points in Multicriteria Decision Making. Found. Control Engrg. 11, Nr. 2, 81--94.
11. Horvitz, E. (2001). Principles and Applications of Continual Computation. Artificial Intelligence 126, 159--196.

12. Lane, D.; Pumain, D.; Leeuw van der, SE.; West, G. (Red.) (2009). Complexity Perspectives in Innovation and Social Change. Springer Science+Business Media B.V.
13. Mostashari, A.; Sussman, J. (2009). A Framework for Analysis, Design and Management of Complex Large-Scale Sociotechnological Systems, Int. J. for Decisions Support Systems and Technologies. Special Issue on Systems Modeling Approach 1(2), 53-68.
14. Moving the ICT frontiers. A strategy for research on future and emerging technologies in Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.Commission of the European Communities, Information Society and Media Directorate-General, The Publications Office of the European Union, Brussels, p.16, doi 10.2759/14490 (2009).
15. Olivera, N.L.; Proto, A.N.; Ausloos, M. (2009). Modeling the Information Society as a Complex System, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/research_methodology/documents/s13p2_modelling_the_information_society_olivera_et_al.pdf [dostęp 09'2011].
16. Okoń-Horodyńska, E. i in. (opracowanie zbiorowe, 2011). Model Ewolucji Społeczeństwa Informacyjnego. Raport końcowy Zadania 3 Projektu SCETIST, Uniwersytet Jagielloński, Katedra Ekonomii, Fundacja Progress & Business, Kraków.
17. Okoń-Horodyńska, E.; Wisła, R.; Sierotowicz, T. (2011). Evaluation of the Development Potential of the Information Society in European Union Countries on the Basis of Patent Activity in the ICT Sector. Transformations in Business and Economics, 10(2A), art. 23A.
18. Ramadge, P.J.; Wohnam, W.M. (1987). Supervisory control of a class of discrete event processes. SIAM J. Control, 25, No.1, 206-230.
19. Rouwette, E.A.J.A.; Vennix**,** J.A.M.; Mullekom van, T. (2002). Group model building effectiveness: a review of assessment studies. Syst. Dyn. Rev. 18(1), 5-45.
20. Salo, A.; Mild, P.; Pentikäinen, T. (2006). Exploring causal relationships in an innovation program with Robust Portfolio Modeling. Tech. Forecasting Soc. Change, 73, 1028-1044.
21. Skulimowski, A.M.J. (1991). Optimal Control of a Class of Asynchronous Discrete-Event Systems. W: Automatic Control in the Service of Mankind. Proceedings of the 11th IFAC World Congress. Tallinn (Estonia), 1990, Pergamon Press, London, Vol.3, s. 489-495.
22. Skulimowski, A.M.J. (2006). Framing New Member States and Candidate Countries Information Society Insights. W: Compaño R., Pascu C. (Red.) Prospects For a Knowledge-Based Society in the New Members States and Candidate Countries, Publishing House of the Romanian Academy, s. 9-51.
23. Skulimowski, A.M.J. (2008). Modelling the Evolution of Information Society and its Technologies: the Case of the EU New Member States. 3rd International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis: Impacts and implications for policy and decision-making – Seville 16-17 Oct. 2008. European Communities, Luxembourg, s. 33-34.
24. Skulimowski, A.M.J. (2011a). Future Trends of Intelligent Decision Support Systems and Models. Futuretech 2011, Part I, CCIS, Vol. 184, Springer, 11-20.
25. Skulimowski, A.M.J. (2011b). Freedom of Choice and Creativity in Multicriteria Decision Making.W: Theeramunkong, T.; Kunifuji, S.; Nattee, Ch.; Sornlertlamvanich, V. (Red.) (2011). Knowledge, Information, and Creativity Support Systems: KICSS2010 Revised Selected Papers, Springer, LNAI 6746, 190-203.
26. Skulimowski, A.M.J. (2012a). Discovering Complex System Dynamics with Intelligent Data Retrieval Tools. W: Zhang, Y. et al. (red.): Sino-foreign-interchange workshop on Intelligent Science and Intelligent Data Engineering IScIDE 2011, Xi'an, China, Oct. 23-26, 2011, Lecture Notes in Computer Science 7202, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 614-626
27. Skulimowski, A.M.J (2012b). A foresight support system to manage knowledge on information society evolution, W: K. Aberer, A. Flache, W. Jager, L. Liu, J. Tang, Ch. Guéret (red.), Social Informatics: 4th International Conference, SocInfo 2012, Lausanne, Switzerland, December 5–7, 2012: Proceedings, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science 7710, s. 246–259

28. Skulimowski A.M.J. (2012c). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Processes. Int. J. Systems Sci. (online 4.4.2012, przydział do t.45, iFirst:.
29. Skulimowski, A.M.J.; Schmid, B.F. (1992). Redundancy-free description of partitioned complex systems. Mathematical and Computer Modelling 16(10), 71-92.
30. Sudar, E.; Petö, D.; Gabor, A. (2004). Modeling the Penetration of the Information Society Paradigm. W: Wimmer, MA. (Red.) KM Gov 2004, LNAI 3035, Springer, 201--209.
31. Vennix, J.A.M. (1999). Group model-building: tackling messy problems. Syst. Dyn. Rev. 15, 379-401.
32. Vennix, J.A.M.; Andersen, D.F.; Richardson, G.P.; Rohrbaugh, J. (1992). Model-building for group decision support: Issues and alternatives in knowledge elicitation. European J. Oper. Res. 59 (1), 28-41.
33. Webster, F. (2006). Theories of the Information Society, 3rd Ed. London, Routledge.
34. Wisła, R.; Sierotowicz, T. (2011). Model socjoeknometryczny Społeczeństwa Informacyjnego według opracowanych założeń z uwzględnieniem siły wpływu pomiędzy poszczególnymi podsystemami – Cz. I i II. Raport Techniczny Projektu SCETIST, Katedra Ekonomii UJ, Kraków. W: Okoń-Horodyńska, E. i in. (opracowanie zbiorowe zespołu UJ i FPB, 2011). Model Ewolucji Społeczeństwa Informacyjnego. Raport Końcowy Zadania 3 Projektu SCETIST, Uniwersytet Jagielloński, Katedra Ekonomii, Fundacja Progress & Business, Kraków, 2011.

Streszczenie. W rozdziale przedstawiono podstawy konstrukcji modelu społeczeństwa informacyjnego oraz implementację inteligentnego narzędzia działającego w trybie on-line, służącego do przetwarzania i modelowania heterogenicznych informacji związanych ze złożonymi układami techniczno-ekonomicznymi. Narzędzie to służy do wykrywania reguł i zasad rządzących procesem rozwoju technologii społeczeństwa informacyjnego i związanych z nimi rynków. Informacje te mogą następnie zostać wykorzystane dla celów foresightu oraz przy sporządzaniu prognoz dotyczących tego rozwoju. W celu utworzenia modelu wyodrębnione zostały najistotniejsze podsystemy społeczeństwa informacyjnego, pozwalające opisać zarówno trendy różnego typu (m. in. demograficzne, edukacyjne, czy globalne trendy ekonomiczne), jak i czynniki rynkowe, determinujące poziom popytu na poszczególne usługi sektora ICT. Te podsystemy mogą być podzielone na mniejsze grupy zmiennych, by efektywnie wykorzystać technikę modelowania grupowego, która polega na przydziale zadań modelowania części składowych systemu ekspertom o kompetencjach najbliżej związanych z odpowiednim elementem modelu. W celu implementacji techniki modelowania grupowego w ramach projektu SCETIST powstało narzędzie informatyczne pozwalające na konstrukcję modeli przez współdziałających, lecz niezależnych od siebie ekspertów oraz na automatyczną i inteligentną weryfikację wprowadzanych przez nich danych, typu "model wiki". Na podstawie informacji uzyskanych od ekspertów oraz zebranych w internetowych bazach danych, powstał model ewolucji technologicznej w postaci układu sterowania z czasem dyskretnym, sprzężonego z systemem zdarzeń dyskretnych. Zadaniem tego ostatniego jest przetwarzanie informacji jakościowych w celu modelowania wpływu zdarzeń zewnętrznych i trendów na parametry systemu sterowania. W modelu zastosowano różne techniki zarządzania niepewnością, konieczne do przetwarzania i łączenia różnych typów informacji, pochodzących m. in. z jakościowych i ilościowych ocen powiązań pomiędzy zmiennymi modelu, z badań i prognoz delfickich itp. Informacje ilościowe mogą być automatycznie aktualizowane przez boty internetowe. Otrzymany model został zastosowany do symulacji długoterminowych trendów i scenariuszy dla celów prognozowania rozwoju (technologii, czy zdarzeń) w przyszłości oraz w analizie benchmarkingowej społeczeństwa informacyjnego w Polsce. Ostatecznym celem modelu jest dostarczenie optymalnych rekomendacji dla decydentów, np. przy wyborze strategii inwestycyjnej w obszarze ICT w innowacyjnym przedsiębiorstwie.

Słowa kluczowe. Społeczeństwo informacyjne, Foresight, Systemy złożone, Narzędzia modelowania grupowego, Układy sterowania z czasem dyskretnym, Modele hybrydowe

Bazy wiedzy wspomagające proces foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego

2

Antoni Ligęza,
Przemysław Pukocz,
Andrzej M.J. Skulimowski

2.1. **Ontologie i bazy wiedzy w systemach eksperckich**

Istotnym elementem procesu foresightu technologicznego jest gromadzenie, a następnie przetwarzanie wiedzy o technologiach i powiązanych z nimi produktach oraz ich rynku, wytwórcach i użytkownikach. Wiedza ta jest podstawą do tworzenia i wykorzystania specjalistycznych systemów eksperckich, tzw. systemów wspomagania foresightu (Skulimowski, 2012; von der Gracht i in., 2012). W niniejszym rozdziale omówimy podstawy tworzenia i funkcjonowania baz wiedzy dostosowanych do potrzeb projektu SCETIST. Bazy te były tworzone i aktualizowane podczas całego okresu dotychczasowej realizacji projektu, i będą aktualizowane także w okresie jego trwałości.

Bazy wiedzy stanowią wynik procesu ewolucji klasycznych baz danych i jednocześnie efekt dyskusji naukowych dotyczących sposobów efektywnego pozyskiwania, gromadzenia i wykorzystania wiedzy, które zintensyfikowały się od lat 60-tych ubiegłego wieku wraz z rozwojem technologii informacyjnych i gwałtownym wzrostem ilości zgromadzonej wiedzy, por. Rozdz.7 niniejszej monografii. Poszukiwania sposobów eksploatacji zakumulowanej wiedzy w organizacjach, które odpowiadałyby wzrastającemu zaawansowaniu systemów informacyjnych zaowocowały realizacją wielu projektów z zakresu inżynierii wiedzy (*knowledge engineering)* i sztucznej inteligencji, a także projektów interdyscyplinarnych, łączących informatykę z obszarami jej zastosowań: teorią zarządzania i naukami kognitywnymi. Powstały pojęcia takie jak „organizacja oparta na wiedzy", por. np. Hislop (2013), Koskinen (2012), „społeczeństwo oparte o wiedzę" („*knowledge-based society*") – jako rozszerzenie pojęcia społeczeństwa informacyjnego, jak również nowa dziedzina badań, zwaną *zarządzaniem wiedzą* (*knowledge management*, w skrócie *KM*), por. np. monografie Borghoffa i Pareschi (red.,1998), Fuller (2002).

Z heterogeniczności informacji niezbędnej do konstrukcji trendów i scenariuszy w procesach foresightu wynika, że budowa inteligentnej infrastruktury przechowywania i zarządzania wiedzą na potrzeby foresightu, w tym zwłaszcza foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego, wymaga wykorzystania zaawansowanych narzędzi i technik pozyskiwania informacji i zarządzania wiedzą, w tym technik eksploracji danych (*data mining*) i metod opartych na aktywnym wykorzystaniu ontologii.

Metody przechowywania danych ewoluowały począwszy od baz plikowych wykorzystywanych intensywnie od lat 60tych poprzedniego wieku, poprzez relacyjne bazy danych, bazy regułowe, obiektowe, graficzne i multimedialne, zintegrowane z technologiami sieciowymi i współcześnie dostępne powszechnie poprzez przeglądarki internetowe. Równolegle nastąpił rozwój hurtowni danych wykorzystywanych głownie komercyjnie, por. np. Cody i in. (2002). Zastosowania związane z foresightem wymagają opracowania nowego podejścia do projektowania baz wiedzy, umożliwiającego nie tylko integrację różnych strumieni danych, informacji i wiedzy, lecz także nowych metod zastosowania zebranej wiedzy do generowania trendów, prognoz, scenariuszy i rekomendacji.

Przyjęcie ontologii za podstawę konstrukcji baz wiedzy na potrzeby foresightu, które opisane jest w dalszej części niniejszego rozdziału, pozwala w wielu przypadkach na bardziej adekwatne modelowanie rzeczywistości, niż klasyczne

podejście relacyjne lub obiektowe stosowane w bazach danych. Wynika to chociażby z większej możliwości ekspresji i elastyczności wyrażania za pomocą ontologii faktów i relacji miedzy różnymi konceptami identyfikowanymi w realnym świecie. Budowanie infrastruktury wiedzy wykorzystywanej w zagadnieniach związanych z foresightem technologicznym i jego dalszych zastosowaniach w planowaniu rozwoju i transferu technologii umożliwi powstawanie bardziej adekwatnych modeli reprezentacji wiedzy dziedzinowej dla złożonych systemów innowacyjnych i ich otoczenia. Wnioskowanie oparte na założeniu świata otwartego (*OWA - Open World Assumption)*, por. Lutz, Seylan, Wolter (2012), pozwoliło stworzyć systemy elastyczne pod względem dostosowania się do nowych sytuacji oraz inteligentnie rozwiązujące problemy niewystarczającej ilości danych, uniemożliwiającej zastosowanie klasycznych metod statystyki opisowej.

Przygotowanie bazy wiedzy pozwalającej na stworzenie i funkcjonowanie systemów eksperckich jest trudnym zadaniem, por. Cristani i in. (2006). Konieczne jest odwołanie się do interdyscyplinarnych badań łączących informatykę i modelowaną dziedzinę wiedzy, czego rezultatem są niestandardowe rozwiązania architektoniczne dziedzinowej bazy wiedzy. Podobna sytuacja dotyczy także projektowania bazy wiedzy na potrzeby foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego. Odpowiedni dobór technologii do implementacji bazy musi gwarantować łatwość modyfikowania i ewolucji wiedzy (żywotność), elastyczność komunikacji z użytkownikami, efektywną wymianę i współdzielenie wiedzy. W kontekście foresightu technologicznego i późniejszego wdrożenia jego wyników m.in. poprzez transfer wiedzy i technologii (TT) należy mówić nie o systemach (*Knowledge Based Systems, KBS*), lecz o całej infrastrukturze zarządzania wiedzą (KMI – *Knowledge Management Infrastructure*) powstałej na potrzeby zarządzania, przechowywania, przetwarzania oraz komunikowania. KMI powinien stać się jednym z najważniejszych elementów infrastruktury informatycznej foresightu, gdzie ważna rolę odgrywa współpraca wirtualnych paneli eksperckich tworzonych w celu analizy szczegółowych zagadnień, identyfikacji trendów, scenariuszy i opracowywania rekomendacji, por. Maznewski i Athanassiou (2003).

2.2. **Zarys metodyki projektowania ontologicznych baz wiedzy**

Ontologie są przedmiotem intensywnych badań w wielu dziedzinach informatyki, zwłaszcza związanych z systemami eksperckimi, takimi jak zarządzanie wiedzą, rozpoznawanie obrazów, rozpoznawanie języka naturalnego, integracja systemów informacyjnych i wiele innych. Termin „*Ontologia*" zapożyczony został z filozofii, a w informatyce stosowany jest od ponad pięćdziesięciu lat (Staab, Studer; 2009). Zbieżność pojęcia ontologii w naukach technicznych i w filozofii jest nieprzypadkowa, gdyż – pomimo pozornych różnic – podobne są przedmiot i sposób jego badania. Odwołując się do filozoficznej etymologii słowa „ontologia" (greckie: *ontos, logos*; (Lacey, 1999), słowo to oznacza: „to, co jest" lub „nauka o wszystkim". Problematyka ta była przedmiotem zainteresowania już od starożytności, lecz została nazwana terminem „ontologia" dopiero w literaturze XVII wieku (Goclenius, 1613; Wolff,

1730). W podobnym duchu, wywodzącym się z metafizyki, starano się zmierzyć z zagadnieniem postrzegania świata w ówczesnej metodologii nauk ścisłych.

Idea ontologii stała się bardzo szybko popularna w inżynierii wiedzy z uwagi na obietnicę stworzenia wzajemnie współdzielonej struktury powiązanej ze sobą relacjami, która pozwala na jednolitą reprezentację i określonej dziedziny w sieciowym środowisku komunikacyjnym. Elementami takiego środowiska są wszyscy uczestnicy systemu informacyjnego: użytkownicy, aplikacje, systemy informatyczne itp.

Guarino i in. (1995) rozróżnili kilka interpretacji terminu „ontologia" w literaturze informatycznej. Przez wykorzystanie ontologii posiadamy możliwość jednolitego komunikowania się w jednym i zrozumiałym języku abstrakcji opisującym obiekty i relacje realnego świata, co pozwala na wykorzystania komputerów dla celów komunikacyjnych maszyna-człowiek, maszyna-maszyna, człowiek-człowiek. Wytworzenie zunifikowanego języka komunikacyjnego odzwierciedlającego konceptualizm modelowanej domeny zainteresowania pozwala na efektywne współdziałanie pomiędzy wieloma reprezentacjami analizowanej rzeczywistości zapisanymi w środowisku informatycznym, a ludzkimi użytkownikami systemu informacyjnego zawierającego ontologiczną bazę wiedzy. W odniesieniu do zastosowań ontologii do projektowania i badania własności systemów informacyjnych na potrzeby foresightu podkreślić należy ich znaczenie przy systematyzacji i identyfikacji elementów konceptualnych i ich właściwości oraz relacji pomiędzy nimi. Ontologie są obszarem aktywnych prac rozwojowo-badawczych wielu zespołów w renomowanych ośrodkach akademickich, np. Stanford (por. np. protege.stanford.edu). Projekt ten zawiera katalog wielu ontologii, które mogą służyć jako podstawę do dalszego rozwiania własnej aplikacji, np. Protégé Library (2009). Dodatkowo istnieje szerokie wsparcie inicjatyw i standaryzacji ontologii w oparciu o sieć web zapewnione przez W3C (www.w3c.org).

W niniejszym rozdziale przez *ontologię* Ω rozumiemy układ złożony z systemu pojęć A rozbity na (niekoniecznie rozłączne) podzbiory $A_1,\ldots A_N$ oraz ze zbioru relacji pomiędzy nimi R_t, sparametryzowanych przez czas $t \in T$. Zwróćmy uwagę na kilka ważnych aspektów ontologii:

- Pierwotnie ontologie były ukierunkowane na budowę modeli odzwierciedlających „prawdziwe" struktury analizowanej dziedziny, które są niezależne od subiektywnego osądu oraz kontekstu.
- Inny pogląd formułuje Fensel (2001), zwracając uwagę na brak możliwości tworzenia takich struktur. Autor wspomina, że możliwe jest jedynie tworzenie konsensualnych modeli, gdzie główny rdzeń ontologii stanowi współdzielony ludzki osąd.
- Większość badaczy stosuje logikę formalną jako sposób ekspresji znaczenia semantycznego ontologii.
- Ograniczenie ontologii tylko do formalnych i logicznych elementów prowadzi często do utraty dodatkowego kontekstu opisującego przedmiot modelowania (domeny ontologii).
- Ontologie można traktować jako specyfikację systemów pojęć (konceptualizacja).

- Ontologia może być także traktowana jako przybliżona specyfikacja w pewnym formalizmie, np. OWL.

W dalszej części tego Rozdziału będziemy odwoływać się do pojęcia ontologii w kontekście zbieżnym z jej interpretacją matematyczną, którą można oprzeć na teorii kategorii (Healy, 2010). Ontologią będziemy zatem nazywać wzajemnie powiązane hierarchiczne struktury obiektów i relacji, dla jasno zdefiniowanej i ograniczonej dziedziny modelowania, w opisywanym tu przypadku – dla wybranych technologii informatycznych i ich powiązań z zagadnieniami ekonomiczno-społecznymi.

Ontologia to równocześnie model postrzegania i sposób opisu rzeczywistości, który w interpretacji informatycznej występuje jako jednolity, jednoznacznie interpretowany i współdzielony język, znany wszystkim użytkownikom z kręgu określonego zasięgiem ontologii. Często by wyspecyfikować ontologie wykorzystuje się techniki i metody nieformalnej projekcji reprezentacyjnej, takich jak:

- diagramy UML,
- sieci semantyczne,
- diagramy klas,
- inne modele relacyjne,
- metody reprezentacji i przetwarzania języka naturalnego.

Hepp i in. (2008) twierdzą, że ontologie to nie tylko formalna reprezentacja pewnej dziedziny wiedzy, lecz również realizacja kolektywnych umów pomiędzy użytkownikami odnośnie tej reprezentacji. Mowa tu o ontologiach w znaczeniu szerszego procesu, który jest dynamiczny i społeczny, gdzie uczestnicy są w stanie w czasie rzeczywistym wpływać na formę ontologii. Z takim właśnie procesem mamy do czynienia podczas realizacji projektów foresightowych. Z punktu widzenia podstaw teorii reprezentacji wiedzy dyskusja ta wskazuje na dużą rolę kontekstu i konsensusu dotyczącego tworzenia i stosowania ontologii.

Z kolei z punktu widzenia użytkownika wykorzystującego ontologie w procesie foresightu, ontologia jest postrzegana jako formalizm pozwalający na bardziej efektywne i jednocześnie autonomiczne przetwarzanie wiedzy, zwłaszcza pochodzącej z rozproszonych i heterogenicznych źródeł. Cennymi własnościami z punktu widzenia modelowania różnorodnych zjawisk jest modularność oraz hierarchiczność procesu tworzenia ontologii. Umożliwia to dekompozycję złożonego systemu na mniejsze składowe celem przeprowadzenia odpowiednich procesów modelowania ontologicznego. Następnie możliwe jest dokonanie połączenia różnych ontologii w jedną spójną logicznie całość (*ontology merging)*, por. np. algorytm automatycznego łączenia ontologii w Amrouch, Mostefai (2012).

Pomimo wskazanych wyżej zalet, należy zwrócić uwagę, że ontologiczne bazy wiedzy (OBW) są trudniejsze do implementacji np. od zestawu relacyjnych baz danych z uwagi na niszowość rozwiązań KMI, KM czy KBS. Ważne jest także zapewnienie bezpieczeństwa informatycznego OBW. Dalszymi zagadnieniami, na które należy zwrócić uwagę są także niezawodność proponowanych rozwiązań informatycznych i wygoda użytkownika.

Projektowanie OBW umożliwiają specjalistyczne języki, takie jak OWL (*Ontology Web Language*), RDF-S (*RDF-Schema*), WSML (*Web Service Modeling Language,*

http://www.wsmo.org/TR/d16/d16.1/v0.3/) i in. RDF-S wykorzystuje schematy RDF (*Resource Description Framework*), por. np. Lassila, Swick (1999) do zapisu metainformacji o znacznikach. Ontologie zapewniają powstanie słowników, które są wykorzystywane do opisu baz wiedzy oraz zawierają formalną specyfikację ewolucji tego słownictwa. Zastosowanie ontologii umożliwia także współpracę wielu baz wiedzy w formie jednolitego środowiska wiedzy. Do najważniejszych problemów przy konstrukcji ontologii należy tworzenie języków i ich rozszerzeń pozwalających na adekwatny opis modelowanej dziedziny i na wnioskowanie na podstawie baz wiedzy. Ontologie mają swój okres życia i wymagają stałej aktualizacji. Konstrukcja i aktualizacja ontologii może być bardziej kapitało- i/lub czasochłonna, niż budowanie z nich baz wiedzy.

2.3. **Logika opisowa jako formalizm matematyczny ontologii**

Podstawą praktycznej użyteczności ontologii jest utworzenie jednorodnego i jednocześnie elastycznego koncepcyjnie narzędzia umożliwiającego przetwarzanie oraz zapis wiedzy odnoszącej się do dowolnego zjawiska lub otoczenia. Istnieje wiele dojrzałych metod i formalizmów pozwalających na wykorzystanie idei ontologii jako nośnika wiedzy. Można utworzyć taksonomię języków reprezentacji ontologii wyszczególniając dwie ich klasy:

- języki reprezentacji graficznej,

oraz

- języki oparte o logikę matematyczną.

Do pierwszej kategorii można zaliczyć sieci semantyczne, *topic maps*, UML, *conceptual graph* i in. Do drugiej kategorii można zaliczyć m.in. logikę deskrypcyjną, reguły logiczne (Prolog, RuleML), logikę pierwszego rzędu, *frame logic*, logiki niemonotoniczne.

Jedną z metod reprezentacji wiedzy jest Logika Opisowa (*Description Logic*, w skrócie $\mathcal{DL}$), która stanowi całą rodzinę formalizmów predefiniowanych reprezentacji wiedzy. Była również nazywana systemem terminologicznym oraz językiem koncepcyjnym. Można zdefiniować ten język jako podzbiór logiki pierwszego rzędu, ze względu na wykorzystanie tylko kilku elementów. Istotnymi z tego punktu widzenia są takie własności jak: rozstrzygalność, wydajność oraz ekspresywność. W świetle tej metody budowę ontologii osadza się w pewnej domenie aplikacyjnej określanej mianem środowiska, świata, lub po prostu domeną. Subiektywnie dla tych ram przeprowadzona zostaje definicja istotnych konceptów (zwanych terminologią), a na tej podstawie indukcyjne specyfikowanie własności obiektów oraz aksjomatów predefiniowanych w przedmiotowej domenie.

Podstawy $\mathcal{DL}$ zostały podane w pracy Brachmana (1977), gdzie zaproponował podejście do reprezentacji wiedzy oparte o wykorzystanie strukturyzowanych sieci dziedziczenia (*structured inheritance network*). Pomysł ten był z sukcesem stosowany w sieciach semantycznych oraz w tzw. ramkach Minsky'ego (Minsky, 1975; Bednarek, 2005), należy też wspomnieć o praktycznej realizacji systemu KL-ONE

(Brachman i in., 1985). Podstawą sukcesu tych badań była formalizacja sieci semantycznych oraz tzw. ramek. *Sieć semantyczną* można uznać jako graficzną reprezentację powiązań wzorców wiedzy w formie grafu skierowanego, gdzie wzorce wiedzy reprezentowane są przez wierzchołki grafu. W tej samej sieci obiekty mogą być powiązane ze sobą wieloma różnorodnymi relacjami. *Koncepty* są definiowane jako zbiory wystąpień obiektów posiadających wspólne cechy, a relacje między nimi są wyprowadzane na podstawie relacji pomiędzy obiektami, obiektami, a konceptami, lub pomiędzy innymi konceptami.

Istotne z punktu aplikacyjnego jest zdefiniowanie wzorców pozwalających na wykorzystanie $\mathcal{DL}$ jako narzędzia budowy baz wiedzy. Specyfika języka $\mathcal{DL}$ pozwala na wykorzystanie go do reprezentacji wiedzy oraz zapewnia predefiniowany charakter wnioskowania na podstawie zgromadzonej wiedzy. Wybór ostatecznej specyfikacji $\mathcal{DL}$ to przede wszystkim kompromis pomiędzy potrzebami reprezentacji wiedzy, a złożonością obliczeniową procesów wnioskowania.

Opis na wyższym poziomie może być realizowany wyłącznie przez wykorzystanie predefiniowanych tzw. atomowych konceptów i ról oraz przez użycie konstruktorów konceptów (poz. Baade i in. (2003). W niniejszym Rozdziale opiszemy ich zastosowania do konstrukcji bazy wiedzy $\mathcal{K}$ traktowanej jako system dwukomponentowy, składający się z elementów ABox $\mathcal{A}$ - opis świata (tzw. asercji) i TBox $\mathcal{T}$,

$$\mathcal{K} = (\mathcal{T}, \mathcal{A}). \tag{2.1}$$

gdzie $\mathcal{T}$ jest tzw. operacją interpretacji. Uprzednio $\mathcal{DL}$ została określona jako rodzina języków, budowanych na podstawie konstruktorów semantycznych. Do rodziny języków klasy $\mathcal{DL}$ zalicza się język $\mathcal{AL}$ oraz jego pochodne $\mathcal{ALE}$, $\mathcal{ALC}$, $\mathcal{ALN}$, $\mathcal{ALCN}$, itd. $\mathcal{AL}$ jako język atrybutowy został wprowadzony w pracy (Schmidt-Schaußand, Smolka; 1991). Język ten umożliwia efektywny minimalistyczny opis rzeczywistości, por. Tab. 2.1.

Tab. 2.1. Konstruktory w języku $\mathcal{AL}$ z przykładami z zakresu foresightu

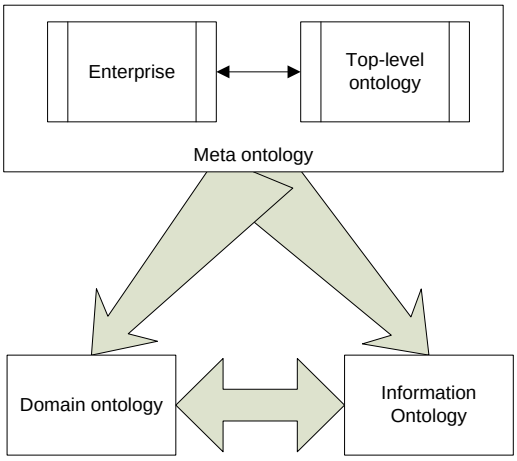
Nazwa	**Syntaktyka**	**Semantyka**	**Przykłady**
Koncept atomowy (*atomic concept*)	A	$A^{\mathfrak{I}} = \top^{\mathfrak{I}} \subseteq \Delta^{\mathfrak{I}}$	*Produkt, Innowacja*
Uniwersalny koncept (*universal concept*)	$\top$	$\Delta^{\mathfrak{I}}$	*Foresight*
BoFTAom koncept (*boFTAom concept*)	$\bot$	$\emptyset$	---
Negacja atomowa (*atomic negation*)	$\neg A$	$\Delta^{\mathfrak{I}} \backslash A^{\mathfrak{I}}$	$\neg Innowacja$
Łączenie konceptów (*intersection*)	$C \sqcap D$	$C^{\mathfrak{I}} \cap D^{\mathfrak{I}}$	$Produkt \sqcap Inn$
Ograniczona egzystencjalna restrykcja (*value restriction*)	$\exists R.\top$	$\{a \in \Delta^{\mathfrak{I}} : \exists b\ (a, b) \in R^{\mathfrak{I}}\}$	$Innowacja \sqcap \exists$
Restrykcja uniwersalna (*limited existential quantification*)	$\forall R.C$	$\{a \in \Delta^{\mathfrak{I}} : \forall b\ (a, b) \in R^{\mathfrak{I}} \rightarrow C^{\mathfrak{I}}\}$	$Innowacja \sqcap \forall$

Źródło: przykład opracowany na podstawie Baade i in, 2003, s. 48

Podstawą semantyki języka $\mathcal{AL}$ jest ustanowienie domeny interpretacji zdefiniowanej jako niepusty zbiór $\Delta^{\mathfrak{I}}$, a wraz z nią samej operacji interpretacji $\mathfrak{I}$ jako funkcji interpretacji, który przyjmuje postać następującą dla atomowych konceptów: $A^{\mathfrak{I}} \subseteq \Delta^{\mathfrak{I}}$ oraz dla każdej atomowej roli R zdefiniowanej jako relacja binarna $R^{\mathfrak{I}} \rightarrow \Delta^{\mathfrak{I}} \times \Delta^{\mathfrak{I}}$. Implikuje to istnienie w tym kontekście dwóch niepustych zbiorów: atomowych konceptów $C = \{\mathrm{A}, \mathrm{B}, \mathrm{C}, \ldots\}$ oraz atomowych ról $R = \{\mathrm{A}', \mathrm{B}', \mathrm{C}', \ldots\}$. Dodatkowo konieczne jest też określenie równości konceptów A, B w postaci $\mathrm{A} \equiv \mathrm{B}$, które są równe wtedy i tylko wtedy gdy $A^{\mathfrak{I}} = B^{\mathfrak{I}}$.

2.4. Ontologie wspomagające zarządzanie wiedzą w foresighcie technologii społeczeństwa informacyjnego

Rozważymy obecnie zagadnienie budowy ontologii dla systemów wspomagających foresight technologiczny, które mogą być również stosowane w zarządzaniu wiedzą na potrzeby transferu technologii. Istnieje wiele mechanizmów pozwalających na sprawne posługiwanie się wiedzą organizacji, w sensie zarządzania, ewolucji i użytkowania. By móc osiągnąć te cele konieczne jest zdefiniowanie kilku poziomów ontologii realizujących różne funkcje w uniwersalnym modelu organizacji. Wiedza jest aktywem krytycznym w procesie foresightu, pozwalającym na realizację celów projektu w sposób wydajny, z lepszym zrozumieniem otrzymanych wyników umożliwiającym formułowanie trafniejszych rekomendacji dla decydentów.



Rys. 2.1. Schemat wykorzystania ontologii w technologicznych systemach informacyjnych

W celu zastosowania KMI w foresighcie i FTA (*Future Technology Analysis*), w tym także w zagadnieniach transferu technologii, konieczne jest stworzenie rozległej i inteligentnej infrastruktury wiedzy. Systemy wspomagania decyzji (DSS) w FTA

powinny posiadać dostęp do wielu źródeł informacji zewnętrznej, do których można zaliczyć repozytoria bibliograficzne, bazy patentowe, serwisy urzędów statystycznych, a także dane o rozwoju analizowanej branży, wartość sprzedaży i parametry technologiczne produktów. Pozyskanie z tego obszaru informacji powinno stanowić podstawę funkcjonowania baz wiedzy na potrzeby FTA. Istniejące rozwiązania informatyczne nie gwarantują pełnego, nieprzerwanego i niezawodnego dostępu do wiarygodnych informacji rynkowych i technologicznych. W związku z tym budowa KMI powinna być komplementarnym rozwiązaniem dla całej gamy istniejących rozwiązań informatycznych dedykowanych przetwarzaniu i zarządzaniu wiedzą w ramach projektu badawczego. Wymusza utworzenie, bądź wykorzystanie istniejącej rozległej ontologii dziedzinowej zawierający opis operacyjny i funkcjonalny projektu i prowadzącej go organizacji. Ontologia dziedzinowa powinna być na tyle wysokim poziomie abstrakcji, by mogła zintegrować wszystkie elementy wiedzy wykorzystywane w organizacji na potrzeby FTA. Dodatkowo wykorzystywane techniki powinny zagwarantować możliwość ekspansji i ewolucji wiedzy.

Systemy wspomagania decyzji (dalej: DSS) w FTA wymagają również wykorzystywania wiedzy formalnej i nieformalnej pozyskiwanej na zewnątrz organizacji. Możliwe jest wykorzystywanie takich źródeł informacji jak eksperci, sieć internetowa, raporty organizacji zewnętrznych.

Tworzenie ontologii jest procesem kosztownym czasowo i finansowo, więc konieczne jest stosowanie metod tworzenia półautomatycznego i automatycznego zarządzania wiedzą przez tworzenie, modyfikowanie, łączenie. Automatyzacja nie zawsze jest możliwa, co wymusza stosowanie czynnika ludzkiego do wykonywania tych zadań i stworzenia odpowiednich narzędzi do zarządzania tym procesem.

Wykorzystanie ontologii w bazach wiedzy zostało podsumowane w artykule Gruninger (2002), gdzie wyróżniono szereg profili użytkowania:

- Dla komunikacji
  - pomiędzy zaimplementowanymi systemami informatycznymi,
  - pomiędzy ekspertami,
  - pomiędzy ekspertami i systemami informatycznymi.
- Dla wnioskowania komputerowego, w tym
  - dla wewnętrznej reprezentacji i zarządzania systemem oraz planowania informacyjnego,
  - do analizowania wewnętrznych struktur, algorytmów, wejść i wyjść zaimplementowanych w systemie w ujęciu teoretycznym i konceptualnym.
- Powtórne wykorzystywanie (i organizacja) wiedzy
  - w celu budowy struktury i organizowania bibliotek lub repozytoriów planów oraz planowania wykorzystania informacji.

Reasumując, ontologie należy traktować jako zespół narzędzi ułatwiających wzajemną interakcję wielu uczestników systemu informacyjnego, np. ludzi, systemów informatycznych, innych urządzeń elektronicznych. Obecnie dysponujemy kilkoma profesjonalnymi (komercyjnymi lub udostępnionymi nieodpłatnie) wdrożeniami ontologii, takimi jak np.:

- katalog produktów UNDP: unscdp.org,
- usługi katalogowe Yahoo, Google (Denny, 2004),
- katalog produktów Amazon.com.

Głównym celem inżynierii ontologii jest wytworzenie użytecznych, pełnych, aktualnych, zgodnych i współpracujących ze sobą ontologii.

Głównym argumentem przemawiającym za wykorzystywaniem ontologii w FTA jest stworzenie infrastruktury KMI pozwalającej przede wszystkim na rozwiązanie problemów w następujących obszarach:

- powtórne użytkowanie (*reuse*),
- współdzielenie wiedzy (*share*),
- integracja (*integration*)

oraz

- ewolucja systemu.

2.5. **Ontologie, a bazy wiedzy technologicznej, bibliograficznej i patentowej**

Z punktu widzenia aplikacji wspomagającej proces foresightu technologicznego przez gromadzenie i przetwarzanie wiedzy, ontologie są narzędziem umożliwiającym podjęcie następujących wyzwań:

1. Konieczność zgodnej interakcji i dostosowania GUI do percepcji użytkowników systemu, zarówno w ujęciu wizualizacyjnym, por. np. (Jarrar i in. 2003), jak i współdziałania z językiem naturalnym (De Moor i in., 2006; Buitelaar i in., 2005).
2. Możliwość pozyskania i wykorzystania wiedzy z istniejących baz i repozytoriów wiedzy technologicznej.

   Wiele organizacji posiada repozytoria wiedzy przechowywanej w tradycyjnych systemach, lecz w sposób standaryzowany i uporządkowany. Dzięki odpowiednio zdefiniowanym ontologiom i narzędziom OBW możliwe staje się współdziałanie z tymi źródłami, co prowadzi do zwiększenia elastyczności, braku lub zmniejszenia nakładów na ponowne wytworzenie wiedzy, lepszego wykorzystania istniejących danych; przykłady znaleźć można m.in. w (Hepp, 2006; Hepp i in., 2007; Giunchiglia i in., 2006).
3. Zarządzenie dynamicznymi powiązaniami sieciowymi.

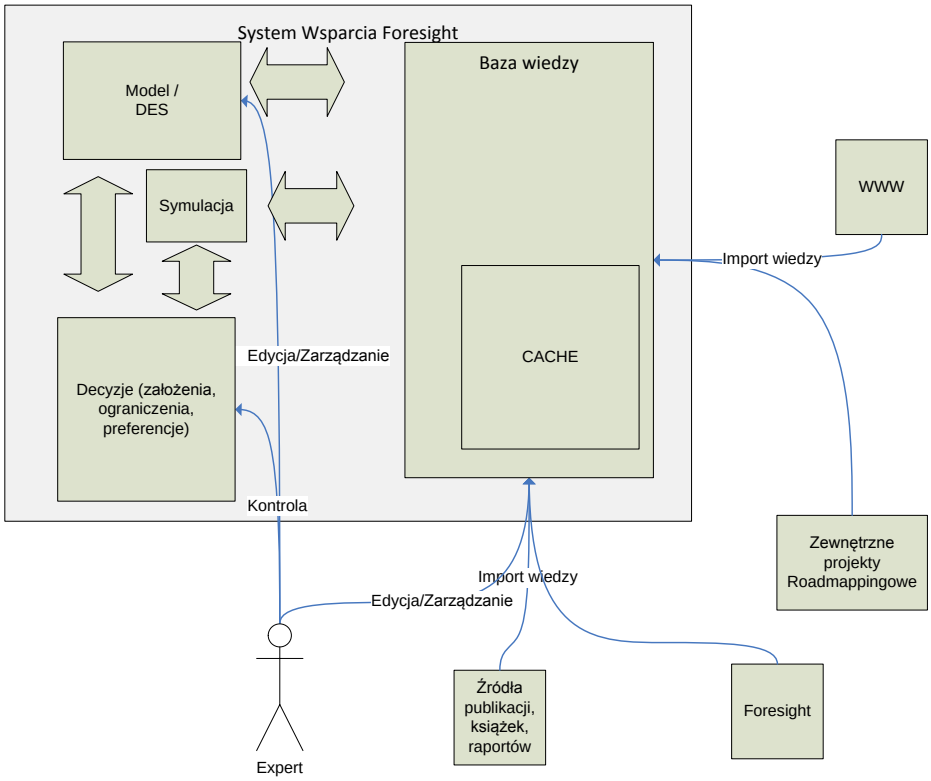
   Ontologie nie są statycznymi i hermetycznymi obiektami agregującymi zewnętrzne i lokalne informacje oraz elementy systemu zarządzania wiedzą. Należy na nie patrzeć jako na dynamiczny system współdziałający z równie dynamicznym środowiskiem i wymagający odpowiedniej integracji.
4. Skalowalność.

   Problem skalowalności wynika z konieczności przechowywania i przetwarzania dużych systemów ontologicznych. Obecnie jedyną dojrzałą i wydajną platformą wydają się być systemy relacyjnych baz danych, które mogą

zostać włączone do obsługi ontologii. Innym podejściem jest skorzystanie ze standardów obsługujących ontologie, takich jak np. OWL DL.

5. Uwzględnienie ograniczeń ekonomicznych i prawnych.
   Ontologia rozległa, taka jak wymagają tego potrzeby foresightu technologicznego, powinna być tworzona przy jasno zdefiniowanych ograniczeniach dotyczących najważniejszych obszarów aplikacyjnych: ochrona danych osobowych ekspertów biorących udział w analizie delfickiej i panelach, prawa własności intelektualnej itp.

Na potrzeby systemu wspomagania procesów foresightu IT, w tym modelu Społeczeństwa Informacyjnego (Skulimowski, 2010, 2011, 2012) wykorzystano następującą architekturę ontologicznej bazy wiedzy wraz z systemem analitycznym:



Rys. 2.2. Schemat ontologicznej bazy wiedzy w foresighcie technologicznym

W prezentowanej powyżej architekturze ontologia foresightu jest rdzeniem całego systemu. Najważniejszymi funkcjami z punktu widzenia systemu jest zarządzanie wiedzą pochodzącą z zewnętrznych, otwartych źródeł, w szczególności:

- Sterowanie procesami pozyskiwania wiedzy z baz bibliograficznych, patentowych, źródeł informacji statystycznej, agencji prasowych oraz z otwartej sieci www,
- Buforowanie i wstępna weryfikacja informacji pochodzącej z zewnętrznych źródeł,
- Gromadzenie wiedzy na potrzeby budowy modeli społeczeństwa informacyjnego i ewolucji technologii
- Gromadzenie wiedzy na potrzeby symulacji systemów zdarzeń dyskretnych
- Gromadzenie wiedzy na potrzeby systemu tworzenia rekomendacji i wspomagania podejmowania decyzji

Rozróżnimy dwa główne strumienie wiedzy:

- Wiedza wewnętrzna budowana przy pomocy wewnętrznych komponentów i procedur systemu,
- Wiedza zewnętrzna (typ: *reuse*) oparta o standaryzowane ontologie zewnętrzne nabyte przez organizację celem integracji z wewnętrznymi.

Głównym zadaniem systemu zaprojektowanego na potrzeby projektu SCETIST pozostaje zarządzanie wiedzą pozyskiwaną ze źródeł zewnętrznych oraz wewnętrznych, odpowiednie wykorzystywaniem jej w procesie foresightu i tworzenia rekomendacji dla decydentów. Są to proste czynności typu gromadź (*collect*), składuj (*store*), wykorzystaj (*reuse*). Takie podejście jest zgodne ze współczesną filozofią zarządzania wiedzą. Steels (1993) wskazuje cele zarządzania wiedzą w organizacji. Podstawą osiągnięcia tych celów jest powołanie do życia pamięci korporacyjnej, dostosowanej do potrzeb danej organizacji. Pamięć korporacyjna definiowana jest (van Heijst i in., 1996) jako trwała forma reprezentacji wiedzy i informacji w organizacji lub (Nagendra i in., 1996) jako zespół zasobów danych i wiedzy zgromadzonej przez organizacje, włączając to doświadczenia z przeprowadzonych projektów i ekspertyz i innych działań. Oznacza to odpowiednie wykorzystanie istniejących baz danych, dokumentów, również elektronicznych, raportów, wymagań produkcyjnych, itd. Zbliżony pogląd prezentowany jest w publikacji (Dieng-Kuntz i in., 2001), gdzie stwierdza się, że pamięć korporacyjną można zbudować z wielu różnych elementów i technik, mianowicie:

- pamięć bazującą na dokumentach (*document-based*), w tym na zapisach księgowych (*accounting-based*),
- wiedzę opartą na studiach przypadku (*case-based*),
- wiedzę weryfikowaną i ulepszaną dzięki grupowemu dzieleniu się wiedzą uprzednio nabytą (*group-based*),
- bazujących na wiedzy o zasobach ludzkich (*HR-knowledge-based*),
- wiedzy o przepływie i dystrybucji informacji w organizacji, w tym podczas realizacji projektu badawczego metodą foresight (*workflow-based*).

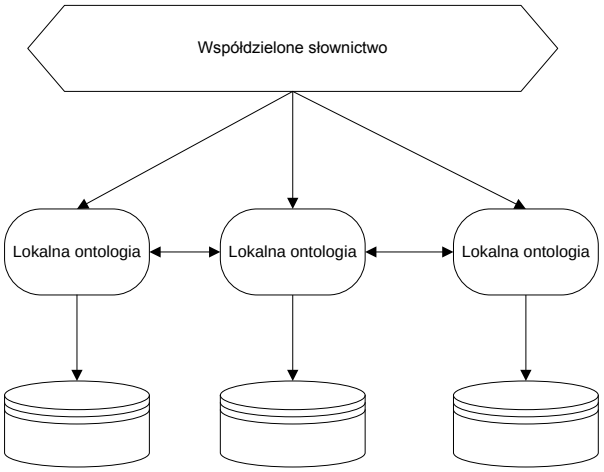
Na potrzeby niniejszego projektu wykaz ten został uzupełniony jeszcze o:

- informacje o zdarzeniach i strumieniach zdarzeń (*event-* and *episode-based*).

Proces kapitalizacji wiedzy jest dosyć specyficznym działaniem, z uwagi na konieczność wykorzystania istniejących źródeł i baz wiedzy, w odpowiedni sposób do wykonywania nowych zadań. Do powyższych technik również można techniki bazujące na ontologiach. Abecker i in. (1998) rozróżniają trzy typy Ontologii Zarządzania Wiedzą:

- Ontologie informacyjne – opisujące różne rodzaje źródeł informacji, ich struktur, innych informacji. W naszym przypadku to ontologie
- Ontologie dziedzinowe – modelują kontekst źródeł informacyjnych, np. ontologie technologiczne, matematyczna, ekonometryczna, wiedza o projektach badawczych UE, ontologie modeli socjoekonometrycznych społeczeństwa informacyjnego i zdarzeń dyskretnych (DES, por. Skulimowski, 1991, 2006, 2010) itd.
- Ontologie organizacji (przedsiębiorstwa) – modelują kontekst organizacji, np. ontologia opisująca ekspertów oraz ich powiązania społecznościowe (prowadzone projekty, kto współpracował z danym ekspertem itp.).

Reasumując, ontologia wykorzystana na potrzeby budowy systemu wspomagającego foresight technologii informacyjnych składała się z różnych, wzajemnie ze sobą połączonych ontologii. Podejście takie, nazywane podejściem „*multiple ontology*" przedstawione jest na Rys. 2.3. (por. Wache i in., 2001)).

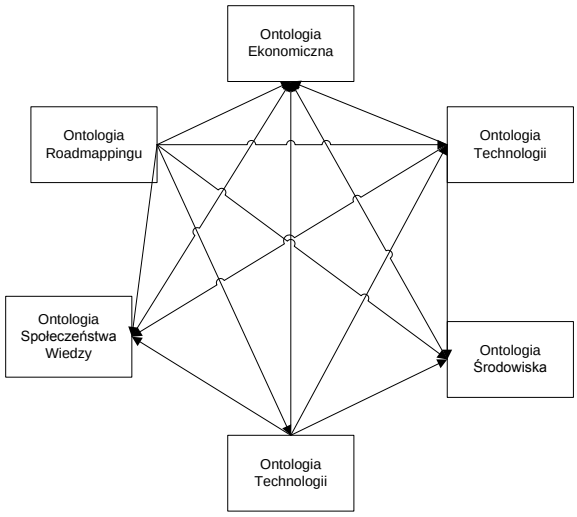


Rys. 2.3. Schemat wykorzystania wielu ontologii w systemach informacyjnych

W procesie projektowania bazy wiedzy należy określić z jakich potencjalnych źródeł pierwotnych może być zbudowana pamięć organizacyjna użyta jako źródło wiedzy dla naszego systemu. Poszukiwanie wartościowych źródeł pozyskiwania wiedzy może tworzyć zasadniczą trudność z uwagi na koszt, czasochłonność oraz konieczność weryfikacji adekwatności i jakości wiedzy. Do podstawowych źródeł wiedzy w niniejszym projekcie foresightu technologicznego należą m.in.:

- Dane oraz modele statystyczne, finansowe i ekonometryczne.
- Dorobek wcześniejszych projektów foresightu IT.
- Dane z raportów przedsiębiorstw, w tym np. Monitor Polski B oraz raporty spółek giełdowych w serwisach EBI/ESPI.
- Doświadczenia roadmappingu technologicznego w przedsiębiorstwach.
- Bazy bibliograficzne i patentowe.
- Bazy legislacji krajowej i unijnej.
- Wiedza ekspertów pozyskiwana w badaniach delfickich oraz w dyskusjach panelowych i indywidualnych ekspertyzach.
- Heterogeniczne źródła wiedzy dostępne w Internecie, przeszukiwane za pomocą inteligentnych agentów.

Na Rys. 2.4. przedstawiliśmy schemat współdziałania wielu ontologii w systemie wspomagania foresightu IT. Schemat ten powiązany jest z dekompozycją na podsystemy złożonego systemu opisującego Społeczeństwo Informacyjne, który przedstawiliśmy w Rozdz. 1.



Rys. 2.4. Schemat współdziałania wielu ontologii w bazie wiedzy foresightu ICT

2.6. **Przegląd implementacji repozytoriów dla ontologii**

Jednymi z najpopularniejszych repozytoriów RDF (*Resource Description Framework*) są Jena i Sesame.

- *Sesame* to repozytorium *open source* dla przechowywania i zapytywania informacji przechowywanych w RDF oraz RDF-S. System ten zezwala na połączenia do popularnych relacyjnych baz danych oraz wydajny własny

zestaw procedur do zapisu w pamięci dyskowej, tzw. silnik *(engine)*. Silnik taki jest „natywny", tzn. dedykowany danej platformie sprzętowo-programowej, co pozwala mu pracować efektywnej bez pośrednictwa dodatkowych sterowników. Sesame oferuje również wnioskowanie RDFS oraz dostarcza metod zapytań poprzez RQL (http://dundalek.com/rql), SeRQL (https://www.w3.org/2001/sw/wiki/SeRQL), RDQL (https://www.w3.org/Submission/RDQL) oraz SPARQ. Komunikacja z modułami Sesame odbywa się na poziomie API lub bezpośrednio z serwera Sesame.

- *Jena* (https://jena.apache.org) jest zbudowana przy pomocy Java Framework (http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk7) w celu tworzenia aplikacji typu *Web Semantic* oraz *Linked Data*. Linked Data to tworzenie w sieci powiązań pomiędzy danymi pochodzącymi z różnych źródeł. Jena oferuje moduły do implementacji bazy wiedzy przechowującej dane RDF. Wiedza może być przechowywana plikowo w formacie RDF lub w relacyjnych bazach danych. Jako języki zapytań wykorzystuje RDQL oraz SPARQL (https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query).

Przegląd literaturowy i klasyfikację ontologii przedstawiono w monografii Gómez-Pérez i in. (2004, s. 47-107), gdzie wyróżniono m.in.:

- Ontologie reprezentacji wiedzy – gromadzą elementarne struktury modelowania wykorzystywane do formalizacji wiedzy w modelu:
  - Frame Ontology i ontologie OKBC (http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/enterprise/ontology-code/frame-ontology),
  - RDF i RDF-S - ontologie wiedzy (https://www.w3.org/RDF/), (https://www.w3.org/TR/rdf-schema)
  - OIL - ontologie reprezentacji wiedzy (http://xml.coverpages.org/oil.html, http://www.ontoknowledge.org/oil/misc.shtml#rel)
  - DAML+OIL ontologie reprezentacji wiedzy (http://www.daml.org),
  - OWL ontologie reprezentacji wiedzy (https://www.w3.org/OWL).

- Ontologie *top-level*, czyli:
  - General top-level ontologies, np. General Formal Ontology (GFO) (http://www.onto-med.de/ontologies/gfo), Basic Formal Ontology (BFO) (http://ifomis.uni-saarland.de/bfo/users,
  - Sowa's top-level ontology (http://www.jfsowa.com/ontology/toplevel.htm),
  - Cyc's upper ontology (https://cycorp.eu),
  - The Standard Upper Ontology (http://suo.ieee.org).

- ontologie lingwistyczne:
  - WordNet (http://wordnet-rdf.princeton.edu/ontology),
  - EuroWordNet (http://www.illc.uva.nl/EuroWordNet/corebcs/topont.html),

  - The Generalized Upper Model (http://www.ontospace.uni-bremen.de/ontology/gum.html),
  - The Mikrokosmos ontology (dedykowana do tłumaczenia maszynowego języka naturalnego, por. Beale i in., 1995, http://crl.nmsu.edu/Research/Projects/mikro),
  - SENSUS (http://www.isi.edu/natural-language/projects/ONTOLOGIES.html).

- Ontologie dziedzinowe:
  - E-commerce ontologies,
  - Medical ontologies,
  - Engineering ontologies,
  - Enterprise ontologies,
  - Financial ontologies,
  - Knowledge management ontologies.

Do ontologii dziedzinowych zaliczyć należy także klasę, do której należy ontologia zastosowana w projekcie SCETIST, a mianowicie:

  - Future studies ontology

z podklasą

  - Foresight ontology.

Ze względu na obszerną tematykę badań wszystkie wymienione wyżej kategorie i konkretne ontologie mogły być potencjalnie użyteczne przy definiowaniu ontologii z klasy *Foresight ontology*. W następnym podrozdziale podamy przykłady ontologii bazy wiedzy foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego. Przy tworzeniu tej bazy wykorzystano najlepsze praktyki z wybranych dostępnych w sieci ontologii.

2.7. **Reprezentacja wiedzy w foresighcie technologii społeczeństwa informacyjnego**

Wybór i zastosowanie adekwatnych metod reprezentacji wiedzy jest niezbędny przy projektowaniu i implementacji inteligentnych aplikacji zarządzania wiedzą. Wymagane są metody pozwalające na budowę modeli reprezentacji wiedzy dla zdefiniowanego uniwersum pojęć oraz pozwalające na wnioskowanie na podstawie zgromadzonej wiedzy. Metody te powinny operować na wszystkich poziomach opisu świata koniecznych w danej aplikacji, a przy tym powinny być zrozumiałe nie tylko dla użytkowników, lecz także dla komunikujących się z aplikacją innych maszyn. W celu efektywnego operowania na wiedzy, jej zapisu i wizualizacji oraz budowy dalszych własnych aplikacji użytkownika powinny być zapewnione odpowiednie interfejsy.

Jak już wspomnieliśmy w podrozdziale 2.2, modularność ontologii pozwala na dekompozycję modelu złożonego uniwersum na elementy składowe, które z kolei mogą posłużyć do budowania z gotowych dynamicznych komponentów nowych struktur wiedzy. Współdzielenie tych dynamicznych struktur wiedzy w heterogenicznym

i rozproszonym środowisku jest ważnym wyzwaniem umożliwiającym efektywną współpracę ekspertów projektu przy pomocy aplikacji sieciowych. Budowa rozproszonego środowiska bazującego na wiedzy, w sensie tworzenia i zdobywania wiedzy, jest także podstawą do implementacji inteligentnych i samouczących się aplikacji. Tak zaprojektowana baza wiedzy umożliwia wykorzystanie metod automatycznego tworzenia opisu struktury modelowanych systemów w postaci zmiennych stanu (Skulimowski, Schmid; 1992).

W dalszej części niniejszego podrozdziału przedstawimy przykłady wykorzystania w projekcie SCETIST metod opartych na ontologiach do reprezentacji wiedzy bibliograficznej i patentowej.

2.7.1. Reprezentacja wiedzy bibliograficznej - bibTeX for OWL

Analiza trendów technologicznych i badawczych metodami bibliometrycznymi wymaga przetwarzania dużych i szybko powiększających się zbiorów danych bibliograficznych gromadzonych w różnych repozytoriach. Konieczna staje się efektywna systematyzacja zbiorów niespójnych informacji bibliograficznych pochodzących z różnych źródeł, która jest kluczowa dla wydajności obliczeń trendów bibliograficznych, które – podobnie jak analiza patentometryczna - stanowią jedną z ważnych metod foresightu o dużym znaczeniu praktycznym. Cel ten został osiągnięty dzięki opracowaniu formalnej definicji modelu ontologicznego zapisanego w języku Ontology Web Language (OWL) dla potrzeb tworzenia baz wiedzy z dziedzin objętych tematyką i zakresem badań projektu SCETIST. Podstawą dla tego modelu jest dobrze znana specyfikacją bibTeX, stosowana do opisu danych bibliograficznych w dokumentach składanych i przetwarzanych przy pomocy LaTeXa. Celem tworzenia obszernych repozytoriów danych bibliograficznych w foresighcie technologicznym jest nie tylko perspektywa wykorzystania ich w analizie trendów bibliometrycznych. Można wymienić dalsze praktyczne zastosowania w foresighcie i transferze technologii, takie jak: przechowywanie bibliografii poszczególnych autorów lub instytucji naukowych, współpraca z silnikami wyszukiwarek publikacji naukowych online i in.

W dalszym ciągu przedstawimy opis ontologii bibTeX(OWL), która została wykorzystana nie tylko w systemie wspomagania foresightu utworzonym na potrzeby projektu SCETIST, lecz także może być przydatna w innych zastosowaniach praktycznych wymagających przechowywania i przetwarzania wiedzy bibliograficznej.

Format bibTeX jest prostym znacznikowym standardem przechowywania adnotacji bibliograficznych w popularnym języku przetwarzania dokumentów naukowych LaTeX. Mimo swojej prostoty bibTeX jest bardzo użytecznym narzędziem. Przykładowy zapis w formacie bibTeX przedstawia się następująco:

```
@Book{Meyer97,
 author =  {Bertrand Meyer},
 title =     {Object-oriented software construction},
 edition =    {second edition},
 publisher =                {Prentice Hall},
 year =     {1997} }
```

Istnieją również inne implementacje formatu bibTeX i sposoby jego konwersji do formy ontologicznej. Należą do nich m.in:

- bibTeX Definition in Web Ontology Language (OWL), http://zeitkunst.org/bibtex/0.1/
- usc bibtex - USC Information Sciences Institute (DAML, http://www.daml.org/ontologies/115).

Namespace i Prefix

Przestrzenią adresową dla tej ontologii jest:
http:// www.ict.foresight.pl/ontologies/2010/bibtex/bibtex.owl.

Pod wskazanym adresem powinien znajdować się dokument OWL zawierający zawsze aktualną wersję ontologii. Prefixem dla tej ontologii jest bibtex, co jest widoczne w nagłówku:

<xmlns:bibtex="http://www.ict.foresight.pl/ontologies/2010/bibtex/bibtex.owl">.

Klasy i Własności

Wszystkie klasy i własności pochodzą bezpośrednio ze specyfikacji dokumentów bibTeX. Takie podejście do projektowanej ontologii wymusiło zachowanie wsteczne kompatybilności z formatem bibTeX. Diagram klas ontologicznych został przedstawiony na Rys. 2.5 i Rys. 2.6 niżej.

Rys. 2.5. Diagram klas bibTeX wraz z klasami zależnymi (*SCETIST*, *Opracowanie własne*)

Rys. 2.6. Diagram klas bibTeX (*Opracowanie własne*)

Przykładowy wpis bibTeX dokonany w języku OWL wygląda następująco:

```
<owl:Thing rdf:about="#a7787862-c9b2-4d30-b6a0-58b99dd8dssr">
  <rdf:type rdf:resource="#Book"/>
  <HasABookYear>1997</HasABookYear>
  <HasABookTitle
    >Object-oriented software construction</HasABookTitle>
  <HasABookEdition>second edition</HasABookEdition>
</owl:Thing>
```

2.7.2. Przykład wykorzystania standardu bibTex do tworzenia ontologicznych baz wiedzy patentowej - Standard Patent for OWL

Istnieje wiele repozytoriów danych patentowych i cieszą się one duża popularnością wśród użytkowników na całym świecie. Informacja z urzędów patentowych jest dostępna nieodpłatnie, w tym także dane z największych repozytoriów: europejskich patentów i zgłoszeń patentowych w European Patent Office (EPO) oraz dane Urzędu Patentowego Stanów Zjednoczonych (USPTO). System espacenet.eu obejmuje swoim zasięgiem patenty zgłaszane w krajach członkowskich EU i w EPO. Analiza danych patentowych pozwala na uzyskanie użytecznych informacji o trendach rozwojowych zaawansowanych technologii, które mogą być wykorzystane przy wyznaczaniu złożonych trendów technologicznych agregujących trendy patentowe, bibliograficzne

i produktowe – pozyskane bezpośrednio z sieci. W przypadku trendów dotyczących ICT miarodajne dla opisu globalnego rozwoju technologicznego są trendy patentowe w USA, które badano na podstawie danych z bazy USPTO. Wynika to z faktu, że wszyscy znaczący dostawcy technologii informatycznych oraz wynalazcy – niezależnie od kraju pochodzenia – starają się o uzyskanie ochrony patentowej dla swoich innowacji w USA. Zjawisko to w coraz większym stopniu dotyczy także firm i wynalazców polskich. Dla celów realizacji projektu wykorzystywana była – chociaż w mniejszym zakresie ze względu na ograniczenia w patentowaniu w Polsce oprogramowania, także baza patentowa Urzędu Patentowego RP.

Pomimo dużego zainteresowania informacjami patentowymi, brakuje nadal powszechnie dostępnych narzędzi informatycznych pomocnych w przechowywaniu i przetwarzaniu informacji ilościowej i jakościowej wiedzy patentowej. W związku z tym konieczne było stworzenie takich narzędzi we własnym zakresie.

W tym podrozdziale przedstawiamy opis ontologii Patent (OWL), która może zostać wykorzystana w dalszych zastosowaniach praktycznych wymagających przeszukiwania zasobów patentowych.

Namespace i Prefix

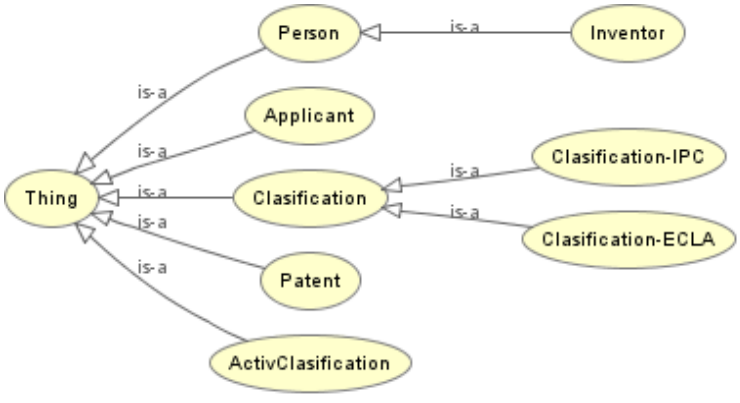
Przestrzenią adresową dla tej ontologii jest:
http:// www.ict.foresight.pl/ontologies/2010/patent/patent.owl.

Pod wskazanym adresem umieszczony został dokument OWL zawierający zawsze aktualną wersję ontologii. Prefixem dla tej ontologii jest patent, co jest widoczne w nagłówku:

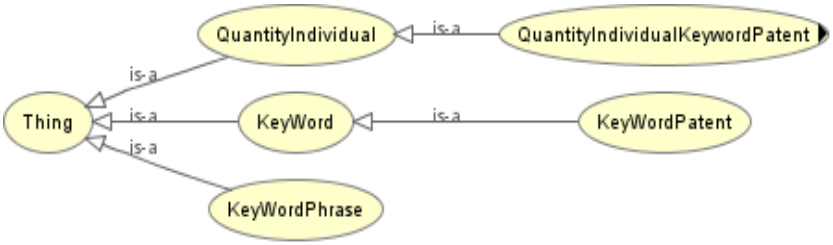
<xmlns:decision="http://www.ict.foresight.pl/ontologies/2010/patent/patent.owl">

Klasy i Własności

Wszystkie klasy i własności pochodzą bezpośrednio ze specyfikacji dokumentów w Europejskim Urzędzie Patentowym (EPO). Wynika to z potrzeby zachowania kompatybilności z formatem przechowywania patentów w EPO. Diagram klas ontologicznych został przedstawiony na Rys. 2.7 i Rys. 2.8:



Rys. 2.7. Diagram klas Phrases Patent OWL



Rys. 2.8. Diagram klas *PhrasesPatent OWL*

Patent's Quantity Pattern for OWL ver. 0.5

Obecnie przedstawimy opis innej ontologii patentowej, a mianowicie *Patent's Quantity Pattern* (OWL), która może zostać wykorzystana w różnych zastosowaniach praktycznych wymagających przeszukiwania zasobów patentowych celem uzyskania wiedzy ilościowej związanej z określonymi wzorcami lingwistycznymi obecnymi w informacji patentowej.

Namespace i Prefix

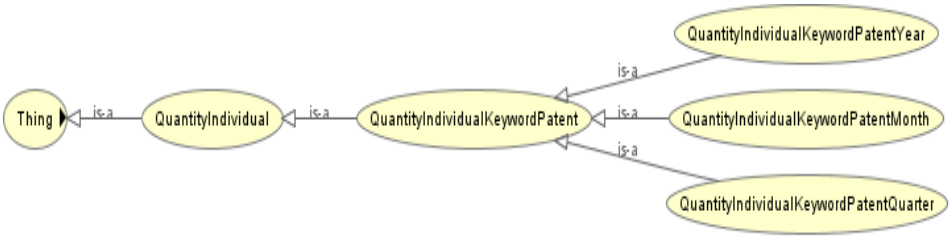
Przestrzenią adresową dla tej ontologii jest:
http:// www.ict.foresight.pl/ontologies/2010/pattern/patternpatent.owl.

Pod tym adresem umieszczono dokument OWL zawierający aktualną wersję ontologii. Prefixem dla tej ontologii jest pattern, co jest widoczne w nagłówku:
<xmlns:decision="http://www.ict.foresight.pl/ontologies/2010/pattern/patternpatent.owl">.

Klasy i Własności

W przypadku tej ontologii z tych samych powodów, co w przypadku ontologii *Standard Patent for OWL* klasy i własności powstały również w oparciu o specyfikację dokumentów EPO.

Diagram klas ontologicznych został przedstawiony na Rys. 2.9:



Rys. 2.9. Diagram klas *PhrasesPatent OWL*

2.8. Implementacja bazy wiedzy na potrzeby foresightu technologii Społeczeństwa Informacyjnego

Przy poszukiwaniu rozwiązań projektowych baz wiedzy spełniających wymagania KBS oraz KMI kierowano się koniecznością zapewnienia projektowanej bazie wyznaczonych uprzednio funkcjonalności, a w szczególności wsparcia w zdobywaniu tworzeniu i współdzieleniu wiedzy w rozproszonym środowisku heterogenicznym. Na podstawie przeglądu wielu potencjalnych architektur i języków opisu formalnego ontologii, jako język opisu ontologii spełniający najlepiej wszystkie oczekiwania formalne i praktyczne wybrano OWL (*Web Ontology Language*) w wersji OWL 2 (formalna specyfikacja: https://www.w3.org/TR/owl-features). OWL pozwala na opis ontologii ukierunkowany na współdzielenie ontologii w środowisku internetowym. OWL w intuicyjny i stosunkowo prosty sposób umożliwia interakcje i ewolucje ontologii w środowisku internetowym, tworzenie ontologii rozproszonych w heterogenicznym środowisku, ich integrację oraz budowę łatwo rozszerzalnych ontologii z możliwością ich scalania.

Obok możliwości przechowywania metadanych oraz modelu ontologicznego, OWL może służyć jako zasób przechowywania i wymiany danych. Podstawę formatu OWL stanowi niezwykle popularny język XML, co przekłada się na uniwersalizm tego rozwiązania z punktu widzenia interoperacyjności, zwłaszcza kooperacji z innymi systemami informatycznymi na poziomie wiedzy. Dodatkowymi atutem przemawiającym za wykorzystaniem OWL jest darmowy dostęp do środowisk i interfejsów programistycznych pozwalających na integracje ontologii z własnymi aplikacjami (np. OWL API, JENA API) oraz aplikacji przygotowanych dla użytkowników końcowych (Protégé – http://protege.stanford.edu/ - aplikacja służąca do tworzenia, edycji i zasilania wiedzą ontologii). Język ten stał się ponadto standardem promowanym przez konsorcjum W3C (www.w3.org).

OWL jest zatem odpowiednim narzędziem do implementacji KMI integrującej KBS w środowisku rozproszonym, tworząc spójną platformę reprezentacji wiedzy dotyczącej foresightu technologicznego oraz jej przetwarzania przez użytkowników i inne aplikacje. Ponadto istnieje rozwiązanie komercyjne dostarczane z odpowiednim wsparciem technicznym, np. TopBraid Composer OWL.

Istotnym elementem związanym z wdrożeniem ontologii jest wykorzystywanie narzędzi do szczegółowej analizy ontologii. W przypadku OWL mowa jest o tzw. klasyfikatorach, do których należą np.:

- Pellet, (https://www.w3.org/2001/sw/wiki/Pellet, https://github.com/stardog-union/pellet),
- FaCT++ (http://owl.man.ac.uk/factplusplus/),
- HermiT (http://www.hermit-reasoner.com/),
- RacerPro (http://franz.com/agraph/racer/).

Pozwalają one na badanie założeń logicznych ontologii, celem poszukiwania potencjalnych niespójności, błędów lub anomalii w definicji pojęć lub ich hierarchii, próby przyporządkowania faktów do zdefiniowanych klas w ontologii, wyznaczenie ścieżek wnioskowania itp. Informacje uzyskane w procesie wnioskowania stają się

jedną z części składowych modelu, co pozwala na wykorzystywania tak zdobytej wiedzy do dalszego wnioskowania.

Implementacja bazy zastosowana w projekcie SCETIST wiedzy zawiera dwa zasadnicze komponenty:

- baza wiedzy usług katalogowych (ontologia)

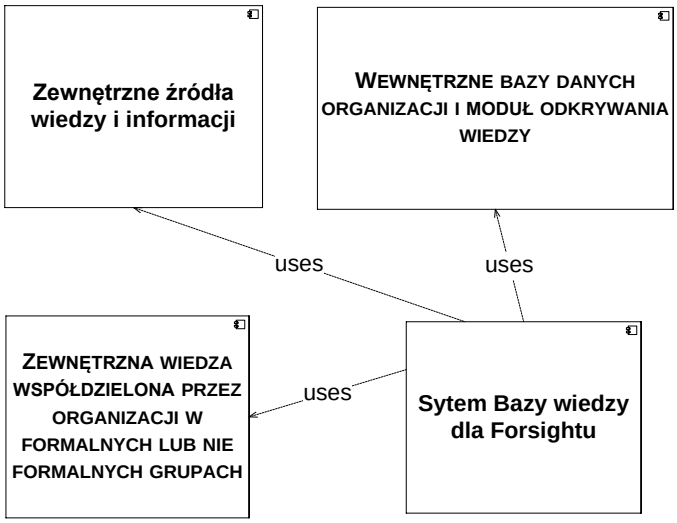
oraz

- właściwa baza wiedzy przechowująca ontologie.

Podział funkcjonalny na dwa oddzielne komponenty pozwolił na udostępnienie dwóch serwisów: operacyjnego (*Model Ontology*) oraz katalogującego (*Objects and Ontologies Catalog*).

Zadaniem *Model Ontology* jest przechowywanie wszystkich ontologii w ich źródłowym formacie. Baza wiedzy udostępnia możliwości wersjonowania ontologii lokalnych oraz swobodnego operowania na aktualnie wykorzystywanych ontologiach.

Zadaniem serwisu katalogującego *Objects and Ontologies Catalog Services* jest katalogowanie obiektów i ontologii posiadających wartość użytkową celem wykorzystania ich w obecnych i późniejszych projektach. Istotną część bazy wiedzy stanowią elementy współdzielone w środowisku internetowym lub rozproszonym, np. *Top-Ontology*. Na kolejnym etapie następuje uzupełnienie bazy wiedzy o kolejne elementy kategoryzowane niżej w hierarchii ontologii tej bazy. Finalnie uzupełniamy bazę o nowe elementy, informacje, lub aktualizujemy już istniejące.



Rys. 2.10. Ogólny diagram komponentów bazy wiedzy (*Component Diagram Knowledge*) dla celów foresightu technologicznego i *Future Technology Assessment* (FTA)

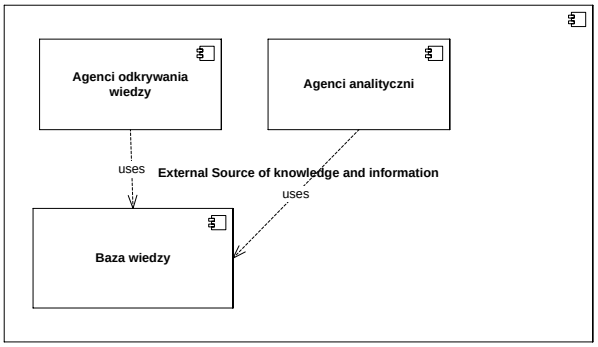
W ramach prac projektowych wyszczególniono *Foresight Ontology Top-Ontology* (KB FO), która stanowi wspólny element baz wiedzy związanych z foresightem. W tej strukturze nadrzędnej umieszcza się szczegółowe składniki wiedzy, takie jak

specyfikacja procedur analizy bibliometrycznej lub patentometrycznej, współdzielone dane makroekonomiczne, modele statystyczne i symulacyjne, itd., co zapewnia interoperacyjność bazy. Diagram prezentujący interakcje pomiędzy elementami składowymi katalogu został przedstawiony na Rys. 2.10 powyżej.

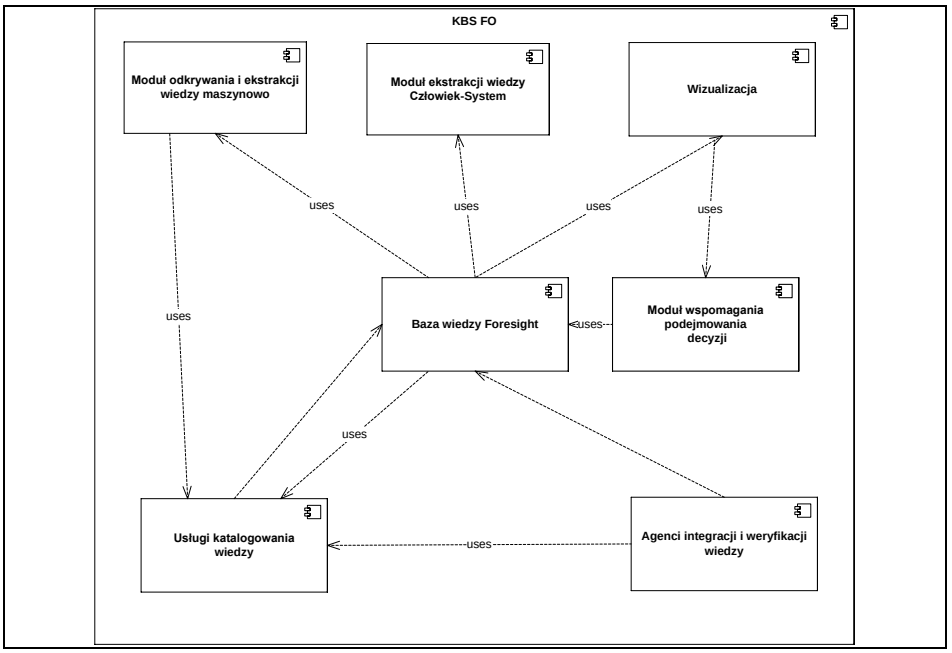
Powyższy diagram zawiera cztery komponenty KMI wykorzystywanego dla foresightu i technologicznych studiów perspektywicznych (*FTA*):

- Właściwy system KBS – system dedykowany do właściwego tworzenia, integrowania i przetwarzania wiedzy z różnych źródeł. Wizualizacja zgromadzonej wiedzy może mieć postać częściowych (pojedyncze warstwy) lub pełnych diagramów roadmappingowych (Skulimowski, Pukocz, 2012 oraz Rozdz. 14 niniejszej monografii). W kolejnej fazie analizy wiedzy systemy decyzyjne przetworzą wiedzę zgromadzoną w systemie i na tej podstawie wyznaczą optymalne decyzje dostosowane do potrzeb użytkowników i biorące pod uwagę uwarunkowania otoczenia.
- Zewnętrzne zasoby wiedzy udostępnione przez partnerów projektu – wiedza ta jest z reguły sformalizowana i przechowywana w bazach danych partnerów. Jako przykład mogą tu służyć np. zestawienia bibliograficzne udostępniane przez partnerów projektu w celu realizacji wspólnych zadań.
- Architektura agentowa przewidziana do eksploracji wiedzy zewnętrznej w przypadku, gdy wiedza ta nie jest, lub jest tylko częściowo sformalizowana. Konieczne jest wtedy utworzenie ontologii z dostępem lokalnym dla automatycznych agentów zapewniających aktualizację repozytoriów wiedzy dla rozwiązywanego problemu.
- Architektura agentowa przeznaczona do eksploracji wiedzy wewnętrznej na temat technologii społeczeństwa informacyjnego – zebranej wcześniej lub w sposób niesformalizowany przez ekspertów projektu i zgromadzonej w wewnętrznych zasobach wiedzy Lidera Projektu.

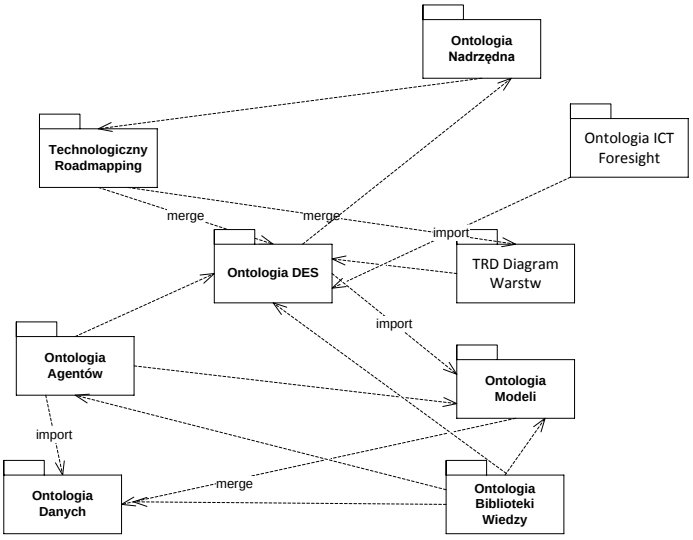
Komponenty te i ich wzajemne relacje przedstawione są graficznie na Rys. 2.11 - Rys. 2.13.



Rys. 2.11. Architektura komponentu pozyskiwania wiedzy zewnętrznej dla ontologii foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego. Architektura komponentu zarządzającego wiedzą wewnętrzną jest analogiczna

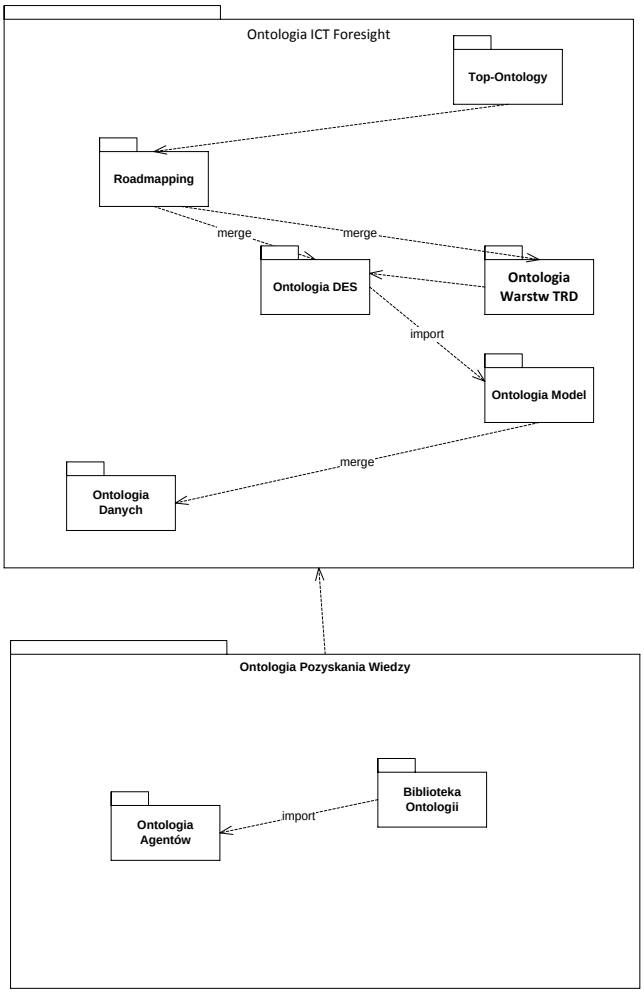


Rys. 2.12. Architektura modułów bazy ontologicznej wiedzy foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego wg *Component Diagram Knowledge* dla celów foresightu i FTA



Rys. 2.13. Diagram relacji pomiędzy komponentami bazy wiedzy foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego

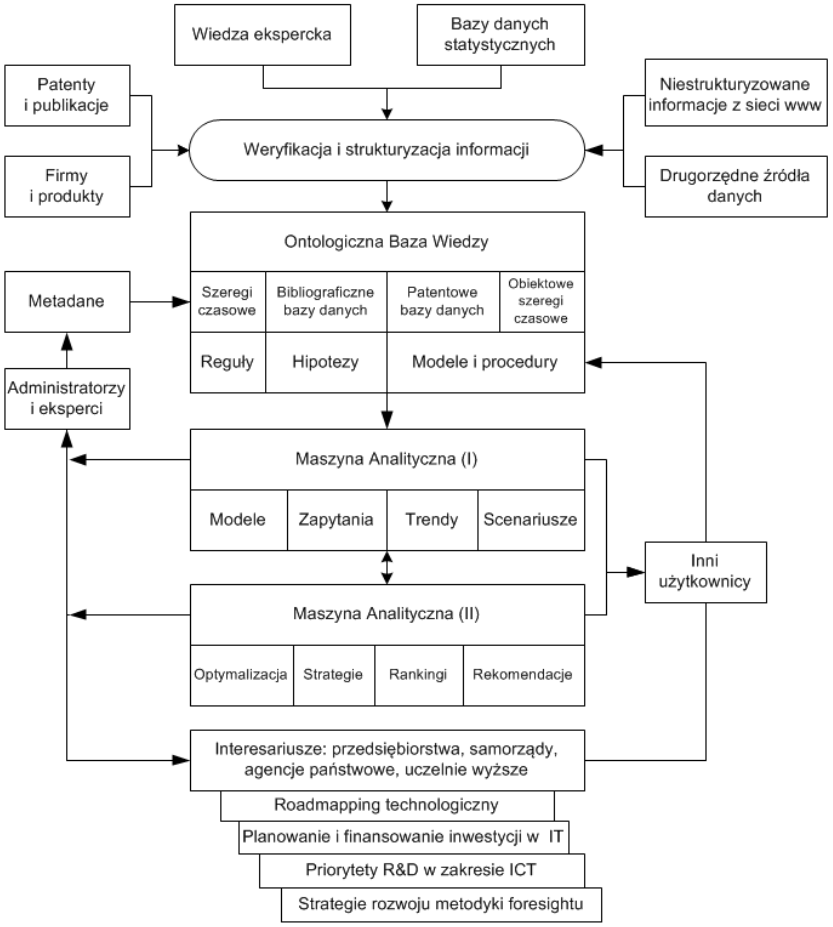
KMI w projektach foresightu technologicznego funkcjonuje celem zbierania i przetwarzania wiedzy potrzebnej do przeprowadzenia procesu foresightu, a następnie roadmappingu lub innych procedur decyzyjnych związanych z implementacją rezultatów foresightu. Dobór treści i zarazem ontologii przechowywanych w lokalnych zasobach KBS został ograniczony do treści przydatnych w procesie modelowania środowiska analitycznego foresightu. Iteracje ukazujące rozwój poszczególnych pakietów zawierających zagregowane klasy ontologiczne skategoryzowane dziedzinowo przedstawiono na diagramie pakietów (por. Rys. 2.14 niżej). Zestawienie to zawiera powiązania funkcjonalne ontologii stworzonej dla celów foresightu i roadmappingu technologicznego (por. Rozdz. 14) oraz ontologii katalogującej.



Rys. 2.14. Diagram komponentów ontologii foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego

W przypadku foresightu lub FTA, KMI ma zawsze charakter ekspansywny, związany z nabywaniem nowej wiedzy (por. Simon, 1996) oraz z możliwością dynamicznej eksploracji danych i tworzenia wiedzy z wykorzystaniem inteligentnych agentów, w szczególności:

- botów bibliograficznych, poszukujących metadanych bibliograficznych w repozytoriach wydawniczych,
- botów patentowych,
- webcrawlerów znajdujących w otwartej sieci informacje o firmach, produktach i technologiach związanych z zakresem foresightu,
- botów pobierających automatycznie informacje z baz statystycznych, takich jak GUS, Eurostat.



Rys. 2.15. Schemat zastosowania ontologicznej bazy wiedzy w foresighcie technologii społeczeństwa informacyjnego (wg Skulimowski 2010,2011,2012).

Schemat funkcjonowania ontologicznej bazy wiedzy projektu SCETIST w otoczeniu wskazanych wyżej aplikacji przedstawiony jest na Rys. 2.15 wyżej. Zasoby wiedzy zebranej i zgromadzonej w bazie mogą być dalej przetwarzane przez aplikacje stowarzyszone z bazą, wśród których wyróżnić należy zwłaszcza:

- pakiety statystyczne, służące do tworzenia prognoz i statystycznej analizy trendów,
- aplikacje charakterystyczne dla foresightu, których celem jest głównie konstrukcja scenariuszy oraz analiza danych jakościowych,
- aplikacje i procedury wspomagania decyzji, które generują rankingi i rekomendacje dla decydentów
- aplikacje inteligentnego interfejsu, służące do wizualizacji i eksportu zebranych danych.

2.9. **Dyskusja**

Dzięki zastosowanej elastycznej technologii akwizycji i reprezentacji wiedzy możliwe było nie tylko jednorazowe zastosowanie utworzonej bazy wiedzy, lecz także dalsza ewolucja ontologii foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego umożliwiająca zapewnienie trwałości rezultatów projektu. Ewolucja ta jest warunkowana przez następujące czynniki:

- zdobywanie nowej wiedzy, eksploracja wiedzy, agenci, webcrawlery, eksperci,
- uczenie maszynowe,
- potrzeby dotyczące zarządzania ontologiami: *merging ontologies, supervised and unsupervised ontology merging.*

Na podstawie wskazanych wyżej możliwości potencjalnej ewolucji ontologii można zbudować pojęcie ontologii samoewoluującej (*self-evolving*). Pojęcie to można bliżej określić jako „*nienadzorowane zdobywanie wiedzy przez system*", za pomocą ogólnie znanych metod uczenia się maszynowego zaimplementowanych w postaci inteligentnych agentów.

Dzięki zastosowaniu ontologicznych baz wiedzy, zasoby informacji zgromadzone i wykorzystywane w informatycznym systemie wspomagania foresightu zyskują ścisłą, niezależną od platformy i łatwo rozszerzalną reprezentację. Reguły ewolucji całego systemu są zapisane w osobnym modelu za pomocą aksjomatów, definicji i reguł logicznych, w sposób rozłączny od samej aplikacji przetwarzania wiedzy. Oznacza to, że reguły te nie muszą być powiązane z kodem aplikacji obsługującej bazę wiedzy, a rozszerzanie bazy nie musi oznaczać zmian tej aplikacji.

Baza wiedzy oparta na zasadzie przyjazności dla użytkownika, wymaga, by wprowadzanie zmian w określonym zakresie nie wymagało interwencji programistycznej. Reguły i sklasyfikowane fakty będące częścią bazy mogą być analizowane ponownie, a baza może być łatwo rozszerzona przez nie-informatyków o nowe zasoby (np. za pomocą edytorów OWL). Standardy i reguły procesów stosowanych do obsługi bazy procesów walidacji, weryfikacji i integracji danych są przechowywane w sposób

dostępny dla nowo dołączonych aplikacji – w osobnej bazie, a nie w kodzie aplikacji - przez co każdy zbiór reguł może być indywidualnie rozszerzany, a w szczególności można tworzyć modele danych będące rozszerzeniami już istniejących modeli. Dzięki temu możliwe jest wzbogacenie systemu wspomagania foresightu o możliwości przetwarzania dodatkowych rodzajów informacji technologicznych lub biznesowych, a także o aplikacje generujące nowe zagregowane wskaźniki oraz rozszerzające sposoby prezentacji i filtracji danych. W efekcie uzyskujemy możliwość ciągłej ewolucji systemu, zapewniając wprowadzanie w sposób ciągły ułatwień dla użytkowników, poprawę jakości istniejących procesów i zgromadzonej w systemie informacji oraz integrację różnorodnych informacji w logicznie spójne strukturyzowane pakiety.

Bibliografia Rozdziału 2

1. Abecker, A.; Bernardi, A.; Hinkelmann, K.; Kühn, O.; Sintek, M. (1998). Toward a Technology for Organizational Memories. IEEE Intelligent Systems 3(13), 40-48.
2. Amrouch, S.; Mostefai, S. (2012). Syntactico-semantic algorithm for automatic ontology merging. 2012 IEEE International Conference on Information Technology and e-Services, Sousse, Tunisia, 24-26 March, 2012 s.1-5
3. Baade, F.; Calvanese, D.; McGuinness, D.; Nardi, D.; Patel-Schneider, P. (2003). The Description Logic Handbook. Cambridge, Cambridge University Press.
4. Beale, S.; Nirenburg, S.; Mahesh, K. (1995). Semantic analysis in the Mikrokosmos machine translation project. W: Proc. Symposium on NLP, Kaset Sart University, Bangkok, Thailand, 1995.
5. Bednarek, M. (2005). Frames revisited: the coherence-inducing function of frames. Journal of Pragmatics 37, 685-705.
6. Borghoff, U.M.; Pareschi, R. (red., 1998). Information technology for knowledge management, Springer Science & Business Media, Berlin
7. Brachman, R.J. (1977). A structural paradigm for representing knowledge. PhD thesis.
8. Brachman, R.J.; Schmolze, J.G. (1985). An overview of the KL-ONE Knowledge Representation System. Cognitive Science 9, 171-216.
9. Buitelaar, P.; Cimiano, P.; Magnini, B. (Red.) (2005). Ontology Learning from Text: Methods, Evaluation and Applications. Amsterdam: IOS Press.
10. Cody, W.F.; Kreulen, J.T.; Krishna, V.; Spangler, W.S. (2002). The integration of business intelligence and knowledge management. IBM Systems Journal 41(4), 697-713.
11. Cristani, M.; Cuel, R. (2006). A Survey on Ontology Creation Methodologies. Int. Journal on Semantic Web and Information Systems, 1(2), 48-68.
12. de Moor, A.; de Leenheer, P.; Meersman, R. (2006). A meaning evolution support system for interorganizational ontology engineering. Proceedings of the 14th International Conference on Conceptual Structures, ICCS'2006, Aalborg, Denmark, Lecture Notes in Computer Science 4068, Springer, Berlin Heidelberg, s. 189–203.
13. Denny, M. (2004). Ontology Tools Survey, Revisited. Retrieved from XML.com: http://www.xml.com/pub/a/2004/07/14/onto.html [11'2011]
14. Dieng-Kuntz, R.; Corby, O.; Gandon, F.; Giboin, A.; Golebiewska, J.; Matta, N.; Ribiere, M. (2001). Méthodes et outils pour la gestion des connaissances: une approche

pluridisciplinaire du knowledge management (2 ed.), s.372. Paris, France, Dunod, Informatiques - Série Systèmes d'information.
15. Fensel, D. (2001). Ontologies: Dynamic networks of formally represented meaning. The first Semantic Web Working Symposium. Stanford, California, Stanford University.
16. Fuller, S. (2002). Knowledge management foundations, KMCI Press, Butterworth-Heinemann, Boston, Vermont.
17. Giunchiglia, F.; Marchese, M.; Zaihrayeu, I. (2006). Encoding Classifications into Lightweight Ontologies. 3rd European Semantic Web Conference, Budva, Montenegro, s. 80-94.
18. Goclenius, R. (1613). Lexicon philosophicum quo tamquam clavae philosophiae fors aperiuntur. Frankfurt.
19. Gómez-Pérez, A.; Corcho, O. (2002). Ontology Languages for the Semantic Web. Intelligent Systems & their Applications, 1(17), 54–60.
20. Gómez-Pérez, A.; Fernández-López, M.; Corcho, O. (2004). Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. Springer-Verlag London.
21. Gruninger, M.; Lee, J. (2002). Ontology Applications and Design. Communications of the ACM, 45(2), 39-41.
22. Guarino, N.; Giaretta, P. (1995). Ontologies and Knowledge Bases, Towards a Terminological Clarification. Towards Very Large Knowledge Bases. IOS Press.
23. Healy, M.J. (2010). Category Theory as a Mathematics for Formalizing Ontologies. W: R. Poli i in. (red.), Theory and Applications of Ontology: Computer Applications (Chapter 21), Springer, s.487-510.
24. Hepp, M. (2006). Products and Services Ontologies: A Methodology for Deriving OWL Ontologies from Industrial Categorization Standards. Int. J. on Semantic Web and Information Systems 1(2), 72–99.
25. Hepp, M.; de Bruijn, J. (2007). GenTax: A Generic Methodology for Deriving OWL and RDF-S Ontologies from Hierarchical Classifications, Thesauri, and Inconsistent Taxonomies. 4th European Semantic Web Conference, Innsbruck, Austria, June 3-7, 2007. Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 4519, Springer, Berlin Heidelberg, s. 129–144.
26. Hepp, M.; de Leenheer, P.; de Moor, A.; Sure, Y. (2008). Ontology Management: Semantic Web, Semantic Web Services, and Business Applications. New York, Springer.
27. Hislop, D. (2013). Knowledge management in organizations: A critical introduction, 3rd Ed., Jan. 2013 (1st Ed. 2005), Oxford University Press, Oxford, s 304,
28. Jarrar, M.; Demey, J.; Meersman, R. (2003). On Using Conceptual Data Modeling for Ontology Engineering. W: Stefano Spaccapietra, Sal March, Karl Aberer (red.), Journal on Data Semantics I, Lecture Notes in Computer Science 2800, Springer, Berlin Heidelberg, s. 185–207.
29. Koskinen, K.U. (2013). Knowledge Production in Organizations A Processual Autopoietic View. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, s.172.
30. Lacey, A.R. (1999). Philosofiphical Dictionary. London, Routledge & K. Paul.
31. Lutz, C., Seylan, I., Wolter, F. (2012). Mixing open and closed world assumption in ontology-based data access: Non-uniform data complexity. W: Y. Kazakov, D. Lembo, and F. Wolter (red.). Proceedings of the 25th International Workshop on Description Logics, June 7-10, 2012, Rome, Italy, s. 268-278, www.dis.uniroma1.it/~dl2012/files/dl2012_proceedings.pdf [dostęp 03'2013].

32. Maznewski, M. L.; Athanassiou, N.A. (2003), Designing the Knowledge-Management Infrastructure for Virtual Teams: Building and Using Social Networks and Social Capital. W: C.B. Gibson, S.G. Cohen (red.), Virtual Teams that Work. Chichester, Wiley, s. 196–213.
33. Minsky, M. (1977). Frame-system theory. W: Johnson-Laird, P.; Wason, P.C. (red.), Thinking. Readings in Cognitive Science, Cambridge University Press, Cambridge, s. 355-376.
34. Nagendra, P.; Plaza, E. (1996). Corporate Memories as Distributed Case Libraries. Proceedings of KAW'96, Banff, Alberta, Canada, Nov. 1996, s. 40-1-40-19.
35. Protege (2009). Protege Library: http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?ProtegeOntologiesLibrary [Retrieved from Protégé, 02-2011]
36. Schmidt-Schaußand, M.; Smolka, G. (1991). Attributive concept descriptions with complements. Int. Journal of Artificial Intelligence, 48(1), 1-26.
37. Simon, G. (1996). Knowledge Acquisition and modeling for corporate memory: lessons learnt from experience. Proceedings KAW'96, Banff, Canada, 41, s. 1-18.
38. Skulimowski, A.M.J. (1991). Optimal Control of a Class of Asynchronous Discrete-Event Systems. In: Automatic Control in the Service of Mankind. Proceedings of the 11th IFAC World Congress, Tallinn (Estonia), 1990, Pergamon Press, London, Vol.3, s. 489-495.
39. Skulimowski, A.M.J. (2006). Framing New Member States and Candidate Countries Information Society Insights. In: R. Compaño and C. Pascu (red.) „Prospects For a Knowledge-Based Society in the New Members States and Candidate Countries, Publishing House of the Romanian Academy, s. 9-51.
40. Skulimowski, A.M.J. (2010). Trends and scenarios of key information society factors and technologies: modelling methodology and a case study. W: eChallenges e-2010: 27–29 October 2010: Warsaw, Poland. Conference proceedings. Paul Cunningham, Miriam Cunningham (eds.), s. 1–9, ISBN 978-1-905824-20-5.
41. Skulimowski, A.M.J. (2011). Fusion of expert information on future technological trends and scenarios. W: Susumu Kunifuji, Xijin Tang, Thanaruk Theeramunkong (red.), KICSS'2011: Knowledge, Information and Creativity Support Systems: Creative Economy and Creativity Support: Proceedings of the sixth International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems: Beijing, China, October 22–24, 2011. Beijing, JAIST Press, s. 10–20, ISBN 978-4-903092-31-7.
42. Skulimowski, A.M.J (2012). A foresight support system to manage knowledge on information society evolution, W: K. Aberer, A. Flache, W. Jager, L. Liu, J. Tang, Ch. Guéret (red.), Social Informatics: 4th International Conference, SocInfo 2012, Lausanne, Switzerland, December 5–7, 2012: Proceedings, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science 7710, s. 246–259
43. Skulimowski, A.M.J.; Pukocz, P. (2012). Enhancing Creativity of Strategic Decision Processes by Technological Roadmapping and Foresight. W: KICSS'2012, seventh International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems: Melbourne, Victoria, Australia, 8–10 November 2012, V.C.S. Lee, Kok-Leong Ong (red.). IEEE Computer Society [Australia], CPS Conference Publishing Services, s. 223–230.
44. Skulimowski, A.M.J.; Schmid, B.F. (1992). Redundancy-free description of partitioned complex systems. Mathematical and Computer Modelling, 16(10), 71-92.
45. Staab, S.; Studer, R. (2009). Handbook on ontologies. Springer Science & Business Media, Berlin.
46. Steels, L. (1993). Corporate knowledge management. Proceedings of ISMICK'93, Compiègne, France: ISMICK, s. 9-30.

47. van Heijst, G.; Kruizinga, E.P.; Van der Spek, B.R. (1996). Organizing Corporate Memories. W: B. Gaines, M. Musen (eds.), Proceedings of KAW'96, Banff, Canada, Nov. 1996, s. 42-1-42-17, http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/KAW96Proc.html.
48. von der Gracht, H., Banuls, A.; Turoff, M.; Skulimowski, A.M.J.; Gordon, T. (2012). Foresight support systems: The future role of ICT for foresight. Technological Forecasting and Social Change. Special Issue (w przygotowaniu).
49. Wache, H.; Vogele, T.; Schuster, G.; Stuckenschmidt, H.; Visser, U. (2001). Ontology-Based Integration of Information - A Survey of Existing Approaches. Proceedings of the IJCAI-01 Workshop on Ontologies and Information Sharing, Seattle, USA, s. 108-118.
50. Wolff, C. (1730). Philosophia prima sive Ontologia methodo scientifica pertractata: qua omnis cognitionis humanae principia continentur, Officina libraria Rengeriana. Frankfurt.

Streszczenie. W niniejszym rozdziale omówione zostały podstawy tworzenia i funkcjonowania ontologicznych baz wiedzy dostosowanych do potrzeb foresightu technologii społeczeństwa informacyjnego. Bazy wiedzy stanowią wynik procesu ewolucji klasycznych baz danych i jednocześnie efekt dyskusji naukowej dotyczącej sposobów efektywnego pozyskiwania, gromadzenia i wykorzystywania wiedzy. W projekcie SCETIST w szerokim zakresie zastosowano i wdrożono ontologie, a także metody pozwalające na dokonanie bezpośredniego przeglądu i aktualizacji ontologii o nowe pojęcia i relacje pomiędzy nimi. W praktycznej implementacji systemu wsparcia foresightu zastosowano także szereg metod półautomatycznej aktualizacji informacji nt. badanych technologii, m.in. boty bibliograficzne i patentowe. W rozdziale przedstawiliśmy opis ontologii Foresight ICT, która stanowi główny komponent bazy wiedzy dla całego projektu. Bazy danych wchodzące w skład bazy wiedzy były tworzone i aktualizowane podczas całego okresu realizacji projektu i będą aktualizowane także w okresie jego trwałości. W części końcowej rozdziału przedyskutowano doświadczenia użytkowe oraz przyszłe możliwości rozwoju bazy.

Słowa kluczowe: Bazy wiedzy, ontologie, foresight technologiczny, technologie społeczeństwa informacyjnego, narzędzia zarządzania wiedzą

Zastosowanie sieci antycypacyjnych do konstrukcji i filtracji scenariuszy ewolucji technologicznej

3

Andrzej M.J. Skulimowski

3.1. **Wprowadzenie**

Metody konstrukcji scenariuszy zastosowane w projekcie SCETIST zakładają w pierwszym kroku wygenerowanie dużej liczby tzw. scenariuszy elementarnych (por. Podrozdział 1.4), a następnie ich filtrację i klasteryzację. Przyjęta w Rozdz. 1 definicja scenariusza elementarnego pozwala na jego utożsamienie z ciągiem przyszłych decyzji, co nasuwa ideę selekcji scenariuszy opartych na decyzjach z pewnej ustalonej klasy. W przypadku decyzji technologicznych, związanych z rozwojem informatyki, a także powiązanych decyzji rynkowych, uzasadnione jest przyjęcie jako rozważanej klasy decyzji racjonalnych, tj. optymalnych względem pewnego zbioru kryteriów jakości.

Zaproponowana tu metoda filtracji polega na połączeniu metod analizy wielokryterialnej, modelowania konsekwencji podjętej decyzji oraz systemów antycypacyjnych. Metoda wyboru rozwiązania problemów optymalizacji wielokryterialnej oparta na bezpośrednim modelowaniu konsekwencji podejmowanej decyzji, którą można traktować jako pierwowzór sieci antycypacyjnych, przedstawiona została w artykule Skulimowski (1985). Konsekwencje modelowane są tam jako sekwencje problemów optymalizacji wielokryterialnej, przy założeniu, że wartości kryteriów problemu *k* mają wpływ na ograniczenia występujące w problemie *k+1*. Niezależnie, w tym samym roku, Rosen (1985) opublikował znaną monografię nt. systemów antycypacyjnych, w której – inspirowany przez modele systemów biologicznych – zdefiniował system antycypacyjny, jako jednostkę decyzyjną zdolną tworzyć modele przyszłości, zarówno własnej, jak i środowiska zewnętrznego. Ta teoria stała się następnie polem dyskusji licznych badaczy, głównie z punktu widzenia kognitywistyki (Butz, 2007; Dubois, 2003), dla celów badań sieci transportowych, a niedawno także z punktu widzenia sieci antycypacyjnych w Skulimowski (2012).

W obecnym rozdziale przedstawiamy rozszerzenie wspomnianych wyżej modeli, oparte o zastosowanie sieci antycypacyjnych do modelowania hierarchicznego systemu powiązanych konsekwencji decyzji podjętych przy rozwiązywaniu połączonych kauzalnie problemów optymalizacyjnych lub decyzji konfliktowych, opisywanych przez punkty równowagi Nasha. Szeroko stosowana (por. np. Rozdz.1, Skulimowski, 2012) definicja scenariusza jako klastra scenariuszy elementarnych, którymi są powiązane kauzalnie ciągi przyszłych decyzji, pozwala na zastosowanie jako modeli scenariuszy zbioru konsekwencji decyzji w każdym węźle decyzyjnym połączonym z przyczynowo od niego zależnymi problemami optymalizacyjnymi. Następnie wprowadzone zostanie pojęcie *przyszłej informacji zwrotnej*, (inaczej: sprzężenia antycypacyjnego), które pozwala na konstruktywne modelowanie wpływu konsekwencji podejmowanej decyzji, przy założeniu, że wszyscy decydenci w przyszłości również biorą pod uwagę spodziewane konsekwencje ich decyzji opisane przez tzw. sieć optymalizatorów – nową klasę systemów przetwarzających wiedzę.

Wielopoziomowe modele konsekwencji, pozwalające wziąć pod uwagę przyszłe konsekwencje decyzji podejmowanych w wielokryterialnych problemach optymalizacji zostały już przedstawione w cytowanym wcześniej artykule Skulimowskiego (1985). Jednakże model ten pozwala na przewidywanie przyszłych efektów optymalizacji tylko w stadium początkowym. Kolejnym ograniczeniem jest brak

możliwości interakcji między różnymi scenariuszami. Mimo tych wad, model ten został już wykorzystany do wyboru kompromisowych rozwiązań takich problemów jak planowanie długoterminowych inwestycji energetycznych czy wieloetapowe problemy decyzji medycznych. W tym rozdziale omówione zostaną następujące potencjalne zastosowania rozwiązania tego problemu:

- Modelowanie ewolucji społeczeństwa informacyjnego i sektora IT – jako rozszerzenie modelu przedstawionego w Rozdz.1.
- Modelowanie scenariuszowe poszczególnych technologii społeczeństwa informacyjnego.
- Podejmowanie decyzji inwestycyjnych o charakterze innowacyjnym z długotrwałym i zróżnicowanym wpływem na otoczenie.

Główna idea kryjąca się za tego typu modelami brzmi następująco: „*Wykorzystać spodziewane konsekwencje, jako dodatkowe źródło informacji przy rozwiązywaniu wielokryterialnych problemów optymalizacyjnych*". W kontekście foresightu zasada ta zawęża zbiór rozważanych scenariuszy elementarnych do ciągów decyzji racjonalnych, tj. podejmowanych w sposób optymalny.

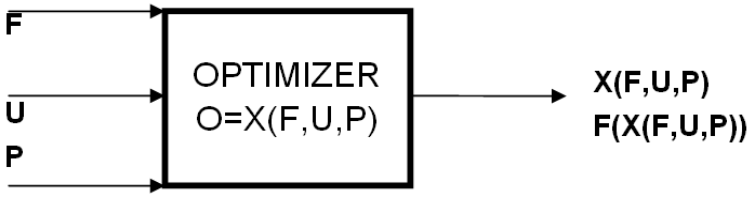
Wykorzystanie przyszłej informacji zwrotnej przy założeniu, że decydenci podejmują decyzje w oparciu o wiele kryteriów, jest możliwe dzięki następującym dwóm założeniom:

- Decydenci we wszystkich połączonych w sieć problemach wiedzą, w jaki sposób parametry przyszłych problemów decyzyjnych ulegają wpływowi rozwiązań problemów poprzedzających; dzięki temu możliwe staje się modelowanie konsekwencji decyzji, która ma zostać podjęta przy każdym kolejnym problemie w sieci.
- Istnieją prognozy parametrów przyszłych problemów decyzyjnych, zasad ich rozwiązywania, oraz zasad wiążących ich przewidywane rezultaty z problemem obecnym.

Opisany powyżej model konsekwencji można rozszerzyć na teorię sieci optymalizacyjnych (zwanych tutaj optymalizatorami), która modeluje środowisko rozwiązywanego problemu optymalizacyjnego. Z definicji, optymalizator *O* działa na zbiór możliwych decyzji *U* i wybiera jego podzbiór *X* zgodnie z zasadą właściwą temu optymalizatorowi. Zwykle reguła wyboru jest równoważna optymalizacji na *U* funkcji $F:U \rightarrow E$, gdzie *E* jest wektorem przestrzeni z porządkiem częściowym *P*:

$$(F:U \rightarrow E) \rightarrow min(P) \tag{3.1}$$

Jeśli reguła wyboru w problemie (3.1) daje w rezultacie zbiór punktów efektywnych w sensie Pareto, czyli klasyczne rozwiązanie problemu wielokryterialnego, wówczas pomijamy symbol wybranego zbioru *X* rozwiązań w definicji tego optymalizatora i oznaczamy go po prostu $O:=(U,F,P)$. Schemat działania optymalizatora przedstawiony jest poniżej:



Rys. 3.1. Schemat optymalizatora

Optymalizator decyzji wielokryterialnej może być dodatkowo wyposażony w mechanizm interaktywnego wyboru $\psi: \Pi(U,F,P) \times I \rightarrow \Pi(U,F,P)$, gdzie $\Pi(U,F,P)$ jest zbiorem niezdominowanych rozwiązań problemu (3.1), a I to zbiór zewnętrznych stanów wiedzy. Optymalizator taki może wybierać kompromisowe rozwiązanie ze zbioru $\Pi(U,F,P)$ lub z innego zbioru pierwotnych rozwiązań problemu (3.1).

W języku teorii optymalizatorów problem przedstawiony w pracy Skulimowskiego (1985), opisany jest jako szczególny przypadek połączonych optymalizatorów wielokryterialnych:

$$O_1 \rightarrow^{\varphi(1)} O_2 \rightarrow^{\varphi(2)} O_3 \rightarrow^{\varphi(3)} \ldots \rightarrow^{\varphi(n-1)} O_n, \qquad (3.2)$$
$$O_i := X(F_i,U_i,P_i) \text{ dla } i=1,\ldots,n,$$

gdzie funkcje łączące $\varphi(i)$ wpływają tylko na ograniczenia określające zbiory U_i.

Sieci optymalizatorów, przekazujące informacje w przyszłość, tj. „do przodu" (*feed-forward*), modelują związki przyczynowe między rozwiązaniami wcześniejszych i późniejszych problemów optymalizacyjnych w taki sposób, że kryteria, ograniczenia i struktury preferencji w późniejszych problemach są przyczynowo związane z wynikami problemów rozwiązanych wcześniej. Optymalizatory modelują zasady podejmowania decyzji w wierzchołkach sieci przyczynowej, modelując rzeczywistych, powiązanych ze sobą, decydentów. Jednocześnie, parametry nierozwiązanych jeszcze problemów optymalizacyjnych mogą zmieniać się w zależności od wyników problemów już rozwiązanych. Zakładamy, że funkcje φ łączące optymalizatory w sieć modelują związki przyczynowo - skutkowe między połączonymi problemami optymalizacyjnymi. Ścieżki w sieci są zwykle odwzorowaniem procesu decyzyjnego w porządku czasowym, a związki przyczynowo - skutkowe modelują konsekwencje rozwiązań problemów poprzedzających O_i. W ten sposób, że zmieniają istniejące ograniczenia U_i w tym optymalizatorze.

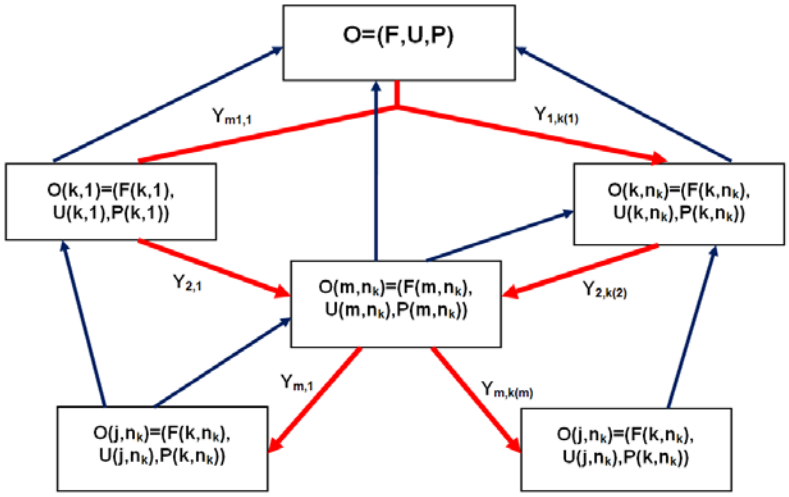
Celem tego rozdziału jest zaproponowanie modelu informacji zwrotnej w sieciach optymalizatorów i zastosowanie go do filtracji scenariuszy elementarnych foresightu wyznaczanych na podstawie analizy trendów. Dokonuje się tego poprzez wybór rozwiązania w konkretnym problemie optymalizacyjnym – początkowym elemencie w sieci optymalizatorów – biorąc pod uwagę przyszłe konsekwencji modelowane przez całą sieć i zakładając, że decyzje w sieci są racjonalne. Pozwala to na redukcję liczby scenariuszy do takich, które opierają się na racjonalnych, lecz niekoniecznie porównywalnych decyzjach.

Należy zwrócić uwagę, że informacja zwrotna w sieci przyczynowej nie może zostać zdefiniowana w sposób bezpośredni, gdyż doprowadziłoby to do naruszenia

zasady przyczynowości. Mimo to informacja ta może modelować wpływ spodziewanych rezultatów optymalizacji na decyzje podejmowane na wcześniejszych etapach. Zakładając, że natura i opis ilościowy zależności przyczynowych między optymalizatorami, jak również natura i właściwości samych optymalizatorów są znane, pętla informacji zwrotnej może zostać zdefiniowana, jako przepływ informacji dotyczących spodziewanych rezultatów z optymalizatora O_i, który zostanie następnie wykorzystany, jako dane dla optymalizatora O_{j-1} poprzedzającego O_i w porządku przyczynowym i zarazem czasowym. Informacje te są następnie wykorzystywane do wyznaczenia zasady wyboru rozwiązania dla optymalizatora O_{i-1} tak, że wyniki tak zmienionego problemu O_j są optymalne w sensie optymalizacji ze zmiennymi ograniczeniami.

3.2. **Podstawowe zasady i właściwości**

Rys. 3.2. przedstawia przykład sieci optymalizatorów z informacją zwrotną. Dla przejrzystości, załóżmy, że zasady wyboru rozwiązania są takie same dla wszystkich optymalizatorów i wobec tego zostaną pominięte w opisie na rysunku.



Rys. 3.2. Przykład sieci optymalizatorów: linie czerwone oznaczają relacje przyczynowe i porządek czasowy; linie niebieskie – antycypacyjną informację zwrotną

W powyższym diagramie linie czerwone oznaczają *bezpośrednie* relacje przyczynowe. Rozważane tu relacje wpływu przyczynowego mogą – lecz nie muszą być przechodnie (przykład nieprzechodniej relacji zależności przyczynowo-skutkowej podany jest w Skulimowski, 2012), przechodnia jest natomiast relacja posybilistyczna O_n może wywrzeć wpływ na optymalizator O_m, nazywana w Skulimowski (2012) *potencjalną relacją przyczynową*. Dlatego też w sieci relacji przyczynowych optymalizator O_n może wywrzeć wpływ na optymalizator O_m, gdy optymalizatory te

są połączone ścieżką relacji przyczynowych, tzw. *ścieżką przyczynową*, biegnącą z O_n do O_m. Istnienie ścieżki przyczynowej oznacza, że nie jest wykluczona możliwość wpływu kauzalnego przez optymalizatory położone bliżej początku ścieżki na optymalizatory, do których dociera ścieżka, nie oznacza to jednak, że taki wpływ faktycznie istnieje. Tym niemniej, brak możliwości nawet potencjalnego wpływu O_n na O_m uniemożliwia konstruktywne wykorzystanie sprzężenia antycypacyjnego pomiędzy tymi optymalizatorami.

Nie zawsze możliwe jest przedstawienie komponentu przyczynowego sieci optymalizatorów przy pomocy *diagramu Hessego*. Istnieć bowiem mogą różne sposoby wywierania wpływu na O_n i O_m, zarówno bezpośrednie jak i pośrednie, z czego te drugie przedstawiane są jako nakładanie się relacji bezpośrednich. Z tego powodu diagram przyczynowy sieci optymalizatorów jest często multigrafem.

Druga zależność przedstawiona na Rys. 3.2 za pomocą cienkich linii niebieskich, to relacja przyszłej informacji zwrotnej (tzw. sprzężenie antycypacyjne), która – z definicji – jest przechodnia. Podobnie, jak w przypadku relacji zależności kauzalnych, tutaj także mogą istnieć rozliczne rodzaje informacji zwrotnej, każdy związany z innym sposobem, w jaki spodziewane rezultaty optymalizacji są rozpatrywane przez aktualnego decydenta.

Sieć optymalizatorów jest *rozwiązywalna*, jeśli proces rozpatrywania wszystkich konsekwencji i przyszłych informacji zwrotnych skutkuje wyborem niepustego zbioru rozwiązań w problemie, lub problemach, początkowych. Aby sieć optymalizatorów opisać w sposób umożliwiający jej rozwiązanie, należy przyjąć następujące założenia:

1. Dla przynajmniej jednego p rozwiązanie problemu optymalizacyjnego O_p może mieć bezpośredni wpływ na $m_p \geq 1$ problemów późniejszych.
2. Na problem optymalizacyjny O_p bezpośredni wpływ wywierać może co najwyżej n_p. decyzji podjętych w poprzednich problemach.
3. Zasady agregacji konsekwencji wcześniejszych decyzji definiowane są dla każdego optymalizatora, na którego wpływ wywiera więcej niż jeden optymalizator poprzedzający (np. jako przecięcie zbiorów możliwych alternatyw, z których każda pochodzi od innego optymalizatora poprzedzającego).

Analogicznie:

4. Problem optymalizacyjny O_p może być połączony antycypacyjnym sprzężeniem zwrotnym z j_p spodziewanymi rozwiązaniami problemów przyszłych.

Zasady agregacji spodziewanej informacji zwrotnej definiowane są dla każdego optymalizatora połączonego zarówno przyszłą informacją zwrotną, jak i związkami przyczynowymi z więcej niż jednym następującym po nim optymalizatorem. Podane są one z reguły w formie funkcji logicznej łączącej warunki wyboru decyzji w O_p pochodzące z różnych następujących po nim optymalizatorów. Może też zostać zdefiniowana i zastosowana dodatkowa miara ilościowa częściowego spełnienia warunków pochodzących z przyszłej informacji zwrotnej, jeśli nie jest możliwe jednoczesne spełnienie wszystkich.

Poniżej znajduje się krótki opis metodologii proponowanej do rozwiązywania problemów zdefiniowanej powyżej klasy.

Klasa algorytmów, którą wykorzystać można do rozwiązywania sieci optymalizatorów oparta jest na analizie cykli w zwykłej sieci związków przyczynowych i przepływu informacji zwrotnej. Ogólna idea kryjąca się za procedurami rozwiązywania sieci antycypacyjnych (Skulimowski, 2012) polega na analizie cykli elementarnych, tj. niezwierających innych cykli, a następnie na zastąpieniu rozwiązanego cyklu elementarnego syntetycznym optymalizatorem i zaktualizowanymi powiązaniami z pozostałymi elementami sieci stającymi się powiązaniami z zewnętrznymi elementami właśnie rozwiązanego cyklu elementarnego. Warunki zapewniające zbieżność powyższej procedury, jak również to, że wyda ona rekomendację decyzyjną opartą na scenariuszach spodziewanych konsekwencji zostaną podane w następnych podrozdziałach. Podstawowe założenie jest takie, że w każdej pętli elementarnej zbiory decyzji podejmowanych w tym samym optymalizatorze i spełniających kolejne warunki antycypacyjne muszą się przecinać, rozwiązanie wybierane jest właśnie z tego przecięcia. Zbiór taki nie zawsze istnieje, wówczas poszukiwane są decyzje spełniające maksymalna ilość warunków antycypacyjnych, lub aproksymujące je Metody rozwiązywania takich problemów również zostaną podane w następnych podrozdziałach. Problemy tego typu mogą być także formułowane przy dodatkowym założeniu możliwości osłabiania ograniczeń (Skulimowski, 1987).

Scenariusze i prognozy mogą zostać równocześnie wykorzystane do wspomagania decyzji w sieciach optymalizatorów, zwłaszcza w przypadku decyzji dalekosiężnych. Prognozy są nieodłączną częścią przedstawianego tu modelu, ponieważ istnieje potrzeba przewidzenia parametrów wszystkich przyszłych problemów decyzyjnych oraz istniejących między nimi powiązań. Scenariusze oprzeć można o zdarzenia zewnętrzne, które po uwzględnieniu w modelu pozwalają na generowanie zasad decyzyjnych biorących pod uwagę zależność problemów jeszcze nierozwiązanych od potencjalnych skutków rozpatrywanych tutaj zewnętrznych zdarzeń.

Należy zauważyć, że nawet jeśli problemy jeszcze nierozwiązane nie ulegną zmianie, wybór różnych decyzji mających wpływ na ograniczenia i preferencje można uznać generujący scenariusze z punktu widzenia dowolnych poprzedzających decydentów. Niezależnie od tego jednak, na każdym etapie decydenci starają się zoptymalizować swoje decyzje, Dzięki za wszystko i czemu można korzystać z metod optymalizacyjnych do wyboru decyzji lub do modelowania spodziewanego wyboru. Z drugiej strony, scenariusze oparte na wydarzeniach są generowane w oparciu o nieznane lub tylko częściowo znane zasady i wszystkie muszą zostać rozważone w zasadach decyzyjnych, aby uniknąć utraty informacji o kontekście sytuacyjnym.

3.3. **Ciągi optymalizatorów**

Pierwsze z uogólnień problemu (3.2), pozwalające modelować wpływ decyzji wybranej ze zbioru U_i na wybór decyzji w problemach zależnych przy pomocy funkcji wielowartościowych $Y(i):F_{i-1}(U_{i-1})\rightarrow\rightarrow U_i$ oraz $\varphi(i):=Y(i)\circ F_{i-1}$ (Skulimowski, 2012) nazywać będziemy *ciągiem* optymalizatorów. Ciągi takie modelować można

przy pomocy *n* zagnieżdżonych pętli przyszłej informacji zwrotnej wzdłuż grafu przyczynowego optymalizatorów. Przykłady znajdują się na Rys. 3.3. oraz Rys. 3.4. niżej.

Zauważmy, że zależność mechanizmów wyboru kompromisu w przyszłych problemach decyzyjnych ψ_i od wcześniejszych decyzji daje się modelować w podobny sposób, jako zależność relacji preferencji P_i od rozwiązań poprzednich problemów przy pomocy funkcji: $\Pi(U_{i-1},F_{i-1},P_{i-1})\ni f\rightarrow P_i$, i że oba rodzaje zależności można zawrzeć w tym samym modelu.

Ciągi optymalizatorów są najprostszą, lecz istotną klasą sieci optymalizatorów, ponieważ dużą klasę takich sieci można zredukować do późniejszej analizy wszystkich ciągów w sieci. Algorytm do rozwiązywania problemu początkowego w ciągu optymalizatorów O_i $i=0,1,\ldots,N$, ze zbiorami dyskretnymi U_i przedstawiony jest poniżej. Związki przyczynowe podane są w formie ograniczeń dotyczących podejmowania decyzji definiowane jako funkcje wielowartościowe $\varphi(i)$ zależne od rozwiązań wcześniejszych problemów, a przyszła informacja zwrotna podawana jest jako informacja o spodziewanym spełnieniu (lub nie) pewnych warunków przez wartości kryteriów w przyszłych problemach optymalizacyjnych. Aby ściślej opisać procedurę rozwiązania, sformułujemy następujące definicje:

Definicja 3.1. Niech O_i $i=0,1,\ldots,N$, będzie ciągiem optymalizatorów. Dla każdego $i=0,\ldots,N-1$ niech $J(i)\subset\{i+1,\ldots,N\}$ będzie zbiorem przyszłych problemów – być może pustym – których spodziewane rozwiązania są brane pod uwagę przy podejmowaniu decyzji na etapie i; podobnie, jeśli $m\in J(i)$, wówczas między węzłami i oraz m istnieje przepływ przyszłej informacji zwrotnej. Zbiory $J(i)$ zostaną nazwane *wskaźnikami informacji zwrotnej* dla optymalizatora. ■

Uwaga: Powyższa teoria pozostaje nadal ważna, jeśli dopuścimy pętlę samozagnieżdżoną tj. jeśli $J(i)\subset\{i,\ldots,N\}$. Ze względu na to, że tego typu problemy w foresighcie nie występują, oraz dla jasności opisu, badanie tej klasy problemów zostanie podjęte w innym opracowaniu.

Definicja 3.2. Niech O_i $i=0,1,\ldots,N$, będzie ciągiem optymalizatorów z relacjami przyczynowymi określonymi przez ograniczenia dotyczące podejmowania decyzji dla optymalizatora O_i, wtedy u_{i+1} jest dopuszczalną decyzją w U_{i+1} jeżeli $u_{i+1}\in\varphi(i)(u)$, gdzie $\varphi(i):=Y(i)\circ F_{i-1}$ to multifunkcja opisująca ograniczenia dopuszczania decyzji w problemach optymalizacyjnych następujących po O_i. Co więcej, przyjmijmy, że wszystkie elementy U_0 są dopuszczalne. Wtedy każda sekwencja dopuszczalnych rozwiązań $(u_{0,m(0)}, u_{1,m(1)},\ldots, u_{N,m(N)})$ zostanie nazwana *ciągiem dopuszczalnym.* ■

Definicja 3.3. Dla ciągu optymalizatorów O_i $i=0,1,\ldots,N$, zdefiniujmy (mocny) *warunek sprzężenia antycypacyjnego* jako

$$\forall 0\le i\le N-1\ \exists u_i\in U_i,\ \forall j\in J(i)\ \varphi_{ij}(u_i)\in V_{ij}\subset U_j, \tag{3.3}$$

gdzie dla każdego i $\{V_{ij}\}_{j\in J(i)}$ jest pewną rodziną podzbiorów zbiorów U_j zdefiniowaną przez sprzężenia antycypacyjne w i-tym węźle łańcucha i interpretowaną jako zbiory decyzji w przyszłych problemach O_j, pożądanych z punktu widzenia decydenta w O_i, a φ_{ij}, $i<j$, jest złożeniem odwzorowań wielowartościowych $\varphi_{i,i+1},\ldots,\varphi_{j-1,j}$. ■

Z Def. 3.4 wynika, że dla wszystkich O_i takich, że zbiór $J(i)$ jest niepusty, przyszła informacja zwrotna wykorzystywana jest w sposób następujący: decydent w O_i stara się wybrać rozwiązanie gwarantujące, że warunek antycypacyjny (3.3) zostaje spełniony dla wszystkich $j \in J(i)$.

Dla uproszczenia, załóżmy, że warunek antycypacyjnego sprzężenia zwrotnego (3.3) podany jest w konkretnej formie, pochodzącej z następującej zasady:

Założenie 3.1. *Decydenci odpowiedzialni za podejmowanie decyzji w optymalizatorach $O_i=X(U_i,F_i,P_i)$ chcą osiągnąć określone poziomy odniesienia $q(i,j)$ kryteriów F_j przy decyzjach podjętych w O_j dla $j \in J(i)$, tj.,*

$$V_{ij}:=\{u \in U_j: F_j(u) \leq q(i,j)\} \text{ dla pewnych } q(i,j) \in E_j. \tag{3.4}$$

Założenie 3.2. *Decydenci we wszystkich optymalizatorach O_i wybierają niezdominowaną decyzję spośród decyzji dostępnych dla O_i zgodnie z przyszłą informacją zwrotną o rozwiązaniach optymalizatorów O_j, dla $j \in J(i)$ w ten sposób, że (3.4) zostaje spełnione zawsze, gdy jest to możliwe dla $j \in J(i)$, biorąc jednocześnie pod uwagę strukturę preferencji P_i. Struktury preferencji P_i są znane decydentom poprzedzającym O_i w porządku przyczynowym.*

Załóżmy też, że zbiory $J(i)$ i wszystkie V_{ij} są niepuste, oraz że $V_k \neq U_k$ dla przynajmniej jednego $k \in J$. W innym przypadku, ciąg optymalizatorów można by nazwać *trywialnym*. Jeśli ostatni przyczynowo optymalizator O_N (tj. żaden optymalizator O_k nie zależy od O_N) jest węzłem początkowym dla przyszłej informacji zwrotnej, wówczas ten ciąg nazwany zostanie *niezbędnym*, w innym przypadku zostałby natomiast określony jako zbędny. W następstwie należy założyć, że wszystkie ciągi optymalizatorów rozważane w tej pracy są nietrywialne i niezbędne.

W nietrywialnym ciągu optymalizatorów sformułować można następujący problem decyzyjny związany z uwzględnieniem przyszłej informacji zwrotnej:

Problem 3.1. *Znaleźć zbiór wszystkich dopuszczalnych ciągów dodatkowo spełniających warunek informacji zwrotnej (3.3)-(3.4).* ■

Występujące w powyższym problemie ciągi dopuszczalnych decyzji, spełniających dodatkowo warunek informacji zwrotnej, odpowiadają *elementarnym scenariuszom* w foresighcie, których wyznaczanie odbywa się poprzez łączenie prognoz warunkowych, gdzie warunki łączące pochodzą właśnie z nieprognozowalnych decyzji.

Przy modelowaniu rzeczywistych problemów może się okazać, że warunki osiągnięcia punktów referencyjnych $q(i,j)$, które są definiowane niezależnie od sformułowania problemów (3.1), tj. przed dokonaniem weryfikacji osiągalności tych punktów, mogą być zbyt trudne do spełnienia, do tego stopnia, że nie będzie możliwie znalezienie żadnego dopuszczalnego rozwiązania Problemu 3.1. Z tego powodu celowe jest zdefiniowanie osłabionego warunku (3.3)-(3.4), zezwalając na jedynie częściowe jego spełnienie w niektórych $j \in J(i)$, lub osłabiając (3.4). Opisany poniżej Problem 3.2 jest przykładem takiego właśnie osłabienia warunku (3.4).

Problem 3.2. *Znaleźć zbiór wszystkich dopuszczalnych ciągów $(u_1,\ldots,u_N)$ maksymalizujących następującą funkcję:*

$$g(u_0,\ldots,u_N):=\sum_{i\in J(0)}h(u_i,q(0,i))w_{0,i} \tag{3.5}$$

I takich, że dla wszystkich i, $1\le i<N$, skrócony ciąg dopuszczalny $(u_i,\ldots,u_N)$ maksymalizuje funkcję

$$g(u_i,\ldots,u_N):=\sum_{j\in J(i)}h(u_j,q(i,j))w_{i,j}, \tag{3.6}$$

gdzie h jest pewną miarą ilościową spełniania (3.3)-(3.4), np.

$$h(u_i,q(i,j)):=\left\| F_{i-1}(u_i)-q(i,j)\right\|, \tag{3.7}$$

a $w_{i,j}$ są dodatnimi współczynnikami odnoszącymi się do każdej relacji informacji zwrotnej między optymalizatorami O_i O_j. ■

Kluczowa idea dla zastosowań sieci antycypacyjnych do filtracji scenariuszy technologicznych opartych na nieracjonalnych przesłankach może teraz zostać zdefiniowana w sposób następujący:

Definicja 3.4. Rozwiązania zarówno Problemu (3.1) jak i (3.2), czyli sekwencja decyzji $u_{0,m(0)},\ldots,u_{N,m(N)}$, spełniająca (3.3)-(3.4) lub maksymalizująca (3.5), nazwane zostaną *ciągami antycypacyjnymi* typu odpowiednio 1 i 2. ■

Na podstawie rekursywnej definicji rozwiązań Problemów (3.1) i (3.2) łatwo spostrzec prawdziwość następującego twierdzenia:

Stwierdzenie 3.1. *Załóżmy, że $\{u_{k,m(k)},\ldots,u_{N,m(N)}\}$ to ciąg antycypacyjny dla optymalizatora O_k w pewnym ciągu optymalizatorów. Jeśli J(n) jest niepuste dla pewnego $n\in[k+1:N]$, wówczas $\{u_{n,m(n)},\ldots,u_{N,m(N)}\}$ jest ciągiem antycypacyjnym dla optymalizatora O_n.*

Dowód: Powyższa zasada optymalności wywodzi się z obserwacji, że jeśli $(u_{0,m(0)},\ldots,u_{N,m(N)})$ jest ciągiem antycypacyjnym, to z Założenia 3.2 wynika, że dla każdego $n\in[1:N]$ takiego, że $J(n)\neq\varnothing$ rozwiązanie $u_n\in U_n$ zostało wyliczone określając ciąg $\{u_{n,m(n)},\ldots,u_{N,m(N)}\}$ jako antycypacyjny. Ciąg optymalizatorów jest skończony, więc istnieje największa liczba całkowita *M* taka, że *J(M)* zawiera *N*, szczególnie $N\in J(M)$ ponieważ założyliśmy, że ciąg jest dopuszczalny. Kiedy $u_{M,m(M)}$ i $h(u_{M,m(M)},q(M,m(M)))$ zostają określone, kalkulacja wsteczna przez indukcję konstruuje ciąg antycypacyjny. ■

Stwierdzenie 3.1 pozwala zastosować następującą procedurę opartą na zasadzie programowania dynamicznego do znalezienia najlepszego niezdominowanego antycypacyjnego rozwiązania dla (3.1) i dla odpowiedniego ciągu antycypacyjnego dla ciągu optymalizatorów ze skończonymi zbiorami U_i:

Algorytm 3.1.

Struktura danych. Rozważmy ciąg optymalizatorów z liczbą *N+1* elementów $O_i:=((F_i : U_i\to E)\to\min(P_i))$, dla $i=0,1,\ldots N$, a funkcje wielowartościowe $\varphi(i):=Y_i\circ F_{i-1}$ są jednoznacznie podane w formie układu *A* elementów U_{i+1} scharakteryzowanych przez elementy U_i. Dla każdego $i=0,\ldots,N-1$

niech $J(i)$ będzie zbiorem wskaźników informacji zwrotnej optymalizatora i.

Krok 1. Znaleźć $\Pi_0 := \Pi(U_0,F_0,P_0)$ – zbiór niezdominowanych punktów problemu $O_0 := (F_0 : U_0 \rightarrow E) \rightarrow min(P_0)$.
Arbitralnie uporządkować elementy $\Pi_0 = \{u_{0,1},\ldots,u_{0,k(0)}\}$.

Krok 2. Znaleźć wszystkie dopuszczalne ciągi poczynając od elementów Π_0 przez wyliczanie wartości $\varphi(i)$ w A krok po kroku. Zmienić porządek elementów w A tak, że jego i-ta kolumna zawierać będzie najpierw element i wszystkich ciągów dopuszczalnych, uporządkowanych leksykograficznie według porządku poprzedzających elementów (i-l) w ciągach dopuszczalnych. Elementy wspólne pojawiają się w kolumnie tylko raz, ale lista wskaźników ich bezpośrednich i dopuszczalnych poprzedników składowana jest w osobnym zbiorze A_1.

Krok 3. Niech $M := \{m \in [0:N-1]: J(m) \neq \varnothing\}$. Znaleźć m – największy element M.

Krok 4m. Znaleźć najmniejszy element $J(m)$, $s(m)$. Znaleźć zbiór Ω_m wszystkich dopuszczalnych ciągów $C(m)$ poczynając od pewnych $u \in U_m$ u takich, że warunek informacji zwrotnej jest spełniony w $O_{s(m)}$.
Powtórzyć procedurę dla wszystkich $n \in J(m)$. Znaleźć wszystkie ciągi dopuszczalne $C(m)$ poczynając od pewnego $u \in U_m$ takiego, że warunek informacji zwrotnej jest spełniony w O_n.
Zdefiniuj $\Omega_m := \Omega_m \cap \Omega_n$.
Jeśli Ω_m *jest pusty* ***STOP***,
Jeśli nie, *przejść do kroku następnego*

Krok 5m. *Usunąć m z M.*
Jeśli $M = \varnothing$ ***STOP***
Jeśli nie, *znaleźć* m_{max} *– największy element M.*
Zdefiniuj $\Omega_m := C(m_{max},m) \oplus \Omega_m$,
gdzie $C(m_{max},m)$ *to zbiór wszystkich dopuszczalnych ciągów poczynając od at* Om_{max} *a kończąc na* O_m, *a operacja "*$\oplus$*" to konkatenacja sekwencji.*

Przejście do Kroku 4m. ■

Celem Algorytmu (3.1) jest znalezienie rozwiązania Problemu (3.1), którego często podstawowe rozwiązanie sprowadzające się do spełnienia wszystkich warunków antycypacyjnych często nie istnieje. W związku z tym sformułowaliśmy także jego osłabioną wersję, Problem (3.2), gdzie dozwolone jest tylko częściowe spełnienie warunków wynikających z przyszłej informacji zwrotnej o sprzężeniach antycypacyjnych. Wariant Algorytmu (3.1) można też zastosować do Problemu (3.2), pod warunkiem, że operacja przecięcia z Kroku 4m zostanie zastąpiona wyliczeniem funkcji (3.5). Musimy jedynie założyć, że współczynniki $w_{i,j}$ są niezależne od pierwszego wskaźnika, tj. że $w_{i,j} := w_j$. Można to sformułować w następujący sposób:

Krok 4n'. *Dla wszystkich dopuszczalnych ciągów poczynając od elementów* U_m *wyliczyć funkcję:* $g(u_m,\ldots,u_N) := \sum_{j \in J(m)} h(u_j,q(m,j))w_j$
Znaleźć ciąg antycypacyjny, z definicji ciąg dopuszczalny $(u_m,\ldots,u_N)_{max}$ *z najwyższą wartością funkcji g.*

Krok 5n'. *Usunąć m z M,*
Jeśli $M=\varnothing$ ***Stop***
Jeśli nie, *znaleźć Find* m_{max} *– największy element M.*
Znaleźć maksymalną wartość $\sum_{j\in[mmax:m]} h(u_j,q(m_{max},j))w_j$ *w* U_{mmax}
Zbiór $g(u_{max},\ldots,u_m,\ldots,u_N):=g(u_m,\ldots,u_N)+\sum_{j\in[mmax:m]} h(u_j,q(m_{max},j))w_j$
Ciąg antycypacyjny zostaje teraz zdefiniowany jako $(u_{max},\ldots,u_m,\ldots,u_N)$ *– konkatenacja ciągów antycypacyjnych z poprzedniego i obecnego kroku.*
Przejście do Kroku 4m'.

Znaleziony ciąg decyzji antycypacyjnych rozpoczynający się w O_0 zostaje uznany za rozwiązanie kompromisowe problemu optymalizacji wielokryterialnej (3.1), które na tym etapie najlepiej uwzględnia spodziewane konsekwencje decyzji wszystkich decyzji podejmowanych nie tylko w optymalizatorze O_i, lecz także przez kolejnych decydentów w ciągu optymalizatorów. Gwarantuje to upraszczające założenie $w_{i,j}:=w_j$, pod warunkiem, że na wszystkich modelowanych etapach procesu decyzyjnego brane pod uwagę są konsekwencje podejmowanych decyzji.

3.4. **Przykład wyznaczenia rozwiązań prostej sieci antycypacyjnej**

Podrozdział ten przedstawia działanie Algorytmu 3.1 na przykładzie odnoszącym się do ciągu pięciu optymalizatorów widocznych na Rys. 3.2, posiadających kryteria optymalności F_i. Ściśle, ciąg ten zostanie opisany następująco:

$$O_1 \rightarrow^{\varphi(1)} O_2 \rightarrow^{\varphi(2)} O_3 \rightarrow^{\varphi(3)} O_4 \rightarrow^{\varphi(4)} O_5 z\ O_i=(U_i,F_i,P_i)\ dla\ i=1,\ldots,5. \qquad (3.8)$$

Zakładamy, że U_i to zbiory dyskretne, z których każdy składa się z pięciu elementów charakteryzowanych przez dwa kryteria $F_i=(F_{i1},F_{i2})$, oraz że U_i i F_i, dla $i=0, \ldots, 4$, są podane, jak w Tab. 3.1. poniżej.

Tab. 3.1. $\mathcal{AL}$. Wartości Fi w Ui, i=0,…,4.

Liczba alternatyw w U_i,$i=0,\ldots,4$	$\mathbf{F_0(u_{0,j})}$ **j=1,…,5**	$\mathbf{F_1(u_{1,j})}$ **j=1,…,5**	$\mathbf{F_2(u_{2,j})}$ **j=1,…,5**	$\mathbf{F_3(u_{3,j})}$ **j=1,…,5**	$\mathbf{F_4(u_{4,j})}$ **j=1,…,5**
$u_{i,1}$	(0.6, 0.7)	(0.02, 0.3)	(0.6, 0.2)	(0.3, 0.3)	(0.3, 0.7)
$u_{i,2}$	(0.2, 0.6)	(0.2, 0.2)	(0.5, 0.5)	(0.8, 0.3)	(0.02, 0.4)
$u_{i,3}$	(1, 0.3)	(0.7, 0.4)	(0.4, 0.1)	(0.6, 0.4)	(0.5, 0.5)
$u_{i,4}$	(0.9, 0.4)	(0.6, 0.4)	(0.3, 0.3)	(0.9, 0.6)	(0.6, 0.4)
$u_{i,5}$	(0.8, 1)	(0.8, 0.8)	(0.2, 0.3)	(0.02, 0.7)	(0.9, 0.09)

Dla wszystkich optymalizatorów O_i, *i=0, …, 4, struktura preferencji ex-ante* P_i jest podana przez zasadę optymalności Pareto, tj. decydenci w O_i zawsze wybierają

niezdominowane rozwiązanie w U_i. Zbiory $F_i(U_i)$ oraz $F_iP(U_i)$, które w przypadku dyskretnym można określić jako tożsame z $P(U_i,F_i)$, dla $i=0,\ldots,4$.

Konsekwencje decyzji podjętej w O_i dla decyzji, która podjęta ma zostać w O_{i+1} dla $i=0,1,2,3$ zdefiniowane są w formie graficznej na Rys. 3.3. Strzałki łączące $u_{i,j} \in U_i$ z $u_{i+1,k} \in U_{i+1}$ określają wartości multifunkcji $\varphi(i)$ na U_i, np. $\varphi(0)(u_{0,1}):=\{u_{11},u_{13},u_{15}\}$. Ponieważ w tym przypadku wszystkie F_i są różnowartościowe, $u_{i,j}$ może zostać przedstawione przez $F_i(u_{i,j})$ a strzałki mogą określać Y_i, pod warunkiem, że $u_{i,j}$ zostanie zastąpione przez $F_i(u_{i,j})$.

Na podstawie powyższej tabeli z łatwością można otrzymać zbiór dopuszczalnych ciągów A. Może on zostać utożsamiony ze wszystkimi ścieżkami w powyższym grafie skierowanym zaczynającymi się od elementu U_0 i kończącymi się na elemencie U_4. Przy zastosowaniu algorytmu wyliczenia ścieżek łatwo stwierdzić, że istnieje w sumie 128 ciągów dopuszczalnych, z których 25 kończy się w $u_{4,1}$, 22 w $u_{4,2}$, 31 zarówno w $u_{4,3}$ jak i w $u_{4,5}$, a 19 w $u_{4,4}$. Dla zbiorów dyskretnych U_i ciągi dopuszczalne można przedstawić jako sekwencje wskaźników formy $i_{1,j(1)} \rightarrow i_{2,j(2)} \rightarrow i_{3,j(3)} \rightarrow \ldots \rightarrow i_{n,j(n)}$ gdzie n to długość ścieżki lub liczba optymalizatorów w ciągu. Ciągi dopuszczalne w tym przykładzie można przedstawić w sposób następujący:

U_0	U_1	U_2	U_3	U_4
2	2	1	1	2
2	2	2	3	1
2	2	2	3	3
2	2	2	3	5
2	2	2	5	1
2	2	2	5	4
2	2	3	2	2

Rys. 3.3. Schemat ścieżek decyzji dopuszczalnych w przykładzie 1.

(dalsza procedura może być kontynuowana w podobny sposób).

W następnym kroku należy określić warunki przyszłej informacji zwrotnej. Zgodnie z metodą widoczną na Rys. 3.3., nałóżmy dodatkowe ograniczenia V_i na U_4, U_2 i U_1 (węzły początkowe strzałek przyszłej informacji zwrotnej na Rys. 3.3). Następnie, zastosujmy Algorytm (3.1) w celu znalezienia elementów A spełniających warunki informacji zwrotnej określone w Problemie (3.1) dla zbiorów:

$$V_4:=\{u5\},\ V_2:=\{u2\},\ V_1:=\{u3,u4\}. \tag{3.9}$$

Dopuszczalne ciągi antycypacyjne znalezione w ten sposób to:

$$2->3->2->1->5,\ 2->4->2->->5 \text{ itd.}$$

Ostatecznie okazuje się, że w problemie optymalizacji wielokryterialnej O_0 tylko rozwiązanie $u_{0,2}$ spełnia zdefiniowany powyżej warunek informacji zwrotnej (3.8). Nawet po osłabieniu warunku (3.8), przy założeniu, że $V_i:=FP(U_i)$ dla $i=1,2,4$, $u_{0,2}$ pozostaje jedynym rozwiązaniem spełniającym przyszłe ograniczenia. ■

Biorąc pod uwagę, że ciągi decyzji dopuszczalnych można identyfikować ze scenariuszami elementarnymi opartymi o założenie racjonalności decydentów,

w oparciu o powyższy przykład wnioskujemy, że Alg. 3.1 może mieć istotne zastosowania praktyczne w foresighcie. W sytuacjach decyzyjnych, gdzie można określić jeden z warunków informacji zwrotnej (3.4)-(3.7), jej zastosowanie może skutkować znacznym ograniczeniem liczby alternatyw kompromisowych, a tym samym umożliwia filtrację scenariuszy elementarnych odpowiadających nieracjonalnym decyzjom modelowanych decydentów.

3.5. **Drzewa i sieci**

W obecnym podrozdziale pokażemy, w jaki sposób przedstawione w poprzednich sekcjach algorytmy można uogólnić na przypadek, gdzie każdy optymalizator może wywrzeć wpływ na wiele niepodjętych jeszcze współzależnych decyzji. Taką sytuację można przedstawić jako *przyczynowe drzewo* optymalizatorów. Następnie prześledzona zostanie sytuacja, w której każda niepodjęta jeszcze decyzja zależy od wielu innych niezależnych od siebie decyzji. Oba te przypadki można określić jako *drzewa przyczynowe* z przyszłą informacją zwrotną.

Za punkt wyjścia posłużą następujące dwie sytuacje:

Definicja 3.5. Załóżmy, że optymalizator O_i posiada wpływ na decyzje podejmowane w dwóch przyczynowo niezależnych od siebie optymalizatorach O_k i O_m, oraz że optymalizator O_t posiada następujące właściwości:

(a) O_t jest zależny przyczynowo od O_i,
(b) O_k i O_m są przyczynowo zależne od O_t,
(c) jeśli O_p jest przyczynowo zależne od O_t, wówczas O_k i O_m nie mogą być zależne od O_p.
Wówczas O_t będziemy nazywali *optymalizatorem rozgałęzienia* dla O_i, O_k oraz O_m. ■

Definicja 3.6. Drzewo antycypacyjne to skończona sieć optymalizatorów zawierająca przynajmniej jeden optymalizator rozgałęzienia, przynajmniej jedną relację przyszłej informacji zwrotnej, a żaden optymalizator znajdujący się w tej sieci nie jest zależny od dwóch lub więcej przyczynowo niezależnych optymalizatorów. ■

Zauważmy, że dla danych O_i, O_k i O_m takich jak w Definicji 3.5, zawsze istnieje optymalizator rozgałęzienia O_t ale nie musi on być unikalny. Z Definicji 3.6 wynika, że musi on być zawsze unikalny w antycypacyjnym drzewie optymalizatorów.

Następująca właściwość umożliwia redukcję analizy drzew antycypacyjnych do analizy ciągów antycypacyjnych w drzewie.

Stwierdzenie 3.2. *Załóżmy, że optymalizator O_i wywiera wpływ na dwa niezależne przyczynowo optymalizatory O_k i O_m w drzewie antycypacyjnym T, a O_t niech będzie (unikalnym) optymalizatorem rozgałęzienia dla O_i,O_k i O_m. Następnie, niech C_k i C_m będą zbiorami dopuszczalnych ciągów poczynając od O_i i kończąc odpowiednio na O_k i O_m,, a C_k' i C_m' niech odpowiednio zawierają elementy C_k i C_m, poczynając od O_i i kończąc na optymalizatorze rozgałęzienia. Wówczas zbiór wszystkich dopuszczalnych ciągów względem zarówno O_k jaki i O_m poczynając od O_i można generować jako*

rozszerzenie elementów przecięcia C_k' i C_m'. A ściślej, rozszerzenie każdej takiej sekwencji decyzji poczynając od O_i i kończąc na O_t musi zostać powiązane z arbitralną sekwencją zaczynającą się w O_t ciągu dopuszczalnego i kończącą przed przecięciem C_k' i C_m'.

Dowód: Bez utraty ogólności można założyć, że drzewie antycypacyjnym *T* istnieje tylko jeden element O_0 taki, że O_0 nie jest zależne od żadnego innego optymalizatora. Jeśli natomiast istnieją dwa takie elementy, $O_0'O_0''$, wówczas zgodnie z Definicją 3.6, żaden element drzewa *T* nie może zależeć od O_0' i O_0'', tak, że w takim przypadku drzewo *T* składa się z dwóch rozłącznych części T' i T'' z $O_0' \in T'$ oraz $O_0'' \in T''$. Zauważmy teraz, że drzewo antycypacyjne *T* przedstawić można w sposób unikatowy jako połączenie maksymalnych ciągów antycypacyjnych, tj. takich, że każdy rozpoczyna się w O_0 i kończy w *ostatniej* gałęzi, tj. w optymalizatorze, po którym w porządku przyczynowym nie następuje już żaden inny. Taki rozkład istnieje dlatego, że założyliśmy, iż drzewo *T* jest skończone (Definicja 3.6). Wobec tego, istnieje skończona liczba ostatnich gałęzi, a każda określa ciąg antycypacyjny między O_0 a samą sobą, co skutkuje unikalnością, ponieważ graf przyczynowy nie zawiera żadnych pętli. W ten sposób Stwierdzenie 3.2 wypływa bezpośrednio z definicji niezależności przyczynowej i zbioru dopuszczalnych ciągów *A* (Definicja 3.2). ■

Wniosek. *Niech A_1 i A_2 będą zbiorami dopuszczalnych ciągów w dwóch ciągów optymalizatorów, odpowiednio $\{O_i,\ldots,O_j,\ldots,O_k\}$ i $\{O_i,\ldots,O_j,\ldots,O_m\}$, gdzie $_{Oj}$ stanowi optymalizator rozgałęzienia. Tylko te elementy A_1 i A_2, które pokrywają się na wspólnej gałęzi $\{O_i,\ldots,O_j\}$ drzewa antycypacyjnego $T:= \{O_i,\ldots,O_k\} \cup \{O_i,\ldots,O_m\}$ mogą stać się ciąganymi dopuszczalnymi z uwzględnieniem przyczynowo niezależnych konsekwencji, jakie przedstawiają decyzje podejmowane w O_k i O_m.* ■

Należy również zauważyć, że jeśli istnieją relacje przyszłej informacji zwrotnej między przyczynowo niezależnymi O_k i O_m i poprzedzających je przyczynowo O_i, wówczas hipoteza podobna do przedstawionej w Stwierdzeniu 3.2, oparta na logicznym skutku warunków informacji zwrotnej i powstałymi w ten sposób przecięciami ciągów, znajdzie zastosowanie również w przypadku ciągów antycypacyjnych. Z drugiej strony, spodziewana wymiana informacji zwrotnej między przyczynowo niezależnymi O_k i O_m, jest zawsze pozbawiona znaczenia, tj. z definicji z decyzji podjętej w O_k nie wynika nic, co mogłoby mieć wpływ na rezultat w O_m. W ten sposób dzięki Stwierdzeniu 3.2 oraz powyższych obserwacji sformułować można następujący algorytm, na podstawie badania optymalizatorów rozgałęzienia i odpowiednich ciągów kończąc się w przyczynowo - niezależnych ostatnich gałęziach drzewa.

Algorytm 3.2.

Struktura danych. Rozważmy antycypacyjne drzewo optymalizatorów z liczbą $N+1$ elementów $O_i:=((F_i : U_i \rightarrow E) \rightarrow min(P_i))$, *dla* $i=0,1,...N$, gdzie funkcje wielowartościowe $\varphi(i):=Y_i^{\circ} F_{i-1}$ są jednoznacznie podane w formie układu *A* elementów U_{i+1} sparametryzowanego przez elementy

U_i. Dla każdego $i=0,\ldots,N-1$ niech $J(i)$ będzie zbiorem wskaźników informacji zwrotnej dla optymalizatora i.

Krok 1. Znajdź $\Pi_0:=\Pi(U_0,F_0,P_0)$ – zbiór niezdominowanych punktów problemu $O_0:=(F_0:U_0\rightarrow E)\rightarrow min(P_0)$. Uporządkuj elementy z $\Pi_0=\{u_{0,1},\ldots,u_{0,k(0)}\}$ w dowolny sposób.

Krok 2. Usuń wszystkie istotne antycypacyjne informacje zwrotne z drzewa (3.8)

Krok 3. Zbadaj wszystkie optymalizatory rozgałęzienia i zastosuj Stwierdzenie 3.1, aby znaleźć wszystkie ciągi dopuszczalne zaczynające się w elementach Π_0 i kończące się w ostatniej gałęzi drzewa antycypacyjnego. Uporządkowanie optymalizatorów wewnątrz poszczególnych ścieżek drzewa powinno być takie, jak w Algorytmie 3.1.

Krok 3k. Dla każdej k ostatniej gałęzi B drzewa T zastosować Kroki m i 5m Algorytmu 3.1 w celu znalezienia ciągu antycypacyjnego zaczynającego się w Π_0 a kończący się na B. ■

W ogólnym przypadku, w sieci optymalizatorów mogą istnieć węzły decyzyjne, na które w sposób przyczynowy wpływ wywierają dwie lub więcej decyzji w węzłach poprzedzających. Problemy takie mogą pojawić się w praktyce rozwoju technologii społeczeństwa informacyjnego, na przykład w przypadku, gdy kolejna wersja oprogramowania narzędziowego korzysta z kilku różnych technologii, np. bazodanowych, inteligentnych interfejsów i silników obliczeniowych dostarczanych przez różnych dostawców, z których każda optymalizowana jest pod kątem jakości i ceny.

W takiej sytuacji najpierw należy zwrócić uwagę na fakt, iż zależności przyczynowe w formie ograniczeń nałożonych na zbiór dopuszczalnych decyzji w późniejszym problemie pochodzącym z dwóch lub więcej przyczynowo niezależnych optymalizatorów $O_i=(U_i, Fi,P_i)$ i $O_j=(U_j,F_j,P_j)$ skutkują, przecięciem się ograniczeń, które przedstawić można jako nową multifunkcję Y określoną jako iloczyn kartezjański U_i i U_j. Na podstawie tych tej obserwacji, w przypadku sieci arbitralnych, obliczenia można zredukować to analizy ciągów i elementarnych pętli w danej sieci, tj. pętli niezwierających innych pętli. Analogicznie do badania optymalizatorów rozgałęzienia i „obcinania gałęzi" drzewa antycypacyjnego, pętlę elementarną można zastąpić syntetycznym optymalizatorem ze zmniejszonym zbiorem dopuszczalnych decyzji i zaktualizowanymi połączeniami z pozostałymi elementami sieci. Proces ten można powtarzać iteracyjnie w sposób podobny do Algorytmów 3.1 i 3.2, aż do osiągnięcia zerowego optymalizatora. W przypadkach, w których nie istnieje rozwiązanie, procedura znajdowania ciągów antycypacyjnych w dowolnej sieci powinna zostać oparta o rozwiązanie osłabionego Problemu (3.2) tak, jak przedstawiliśmy to w podrozdziale 3.3.

3.6. Filtracja scenariuszy w modelach sieci hybrydowych

3.6.1. Podstawowe właściwości i struktura hybrydowych sieci antycypacyjnych

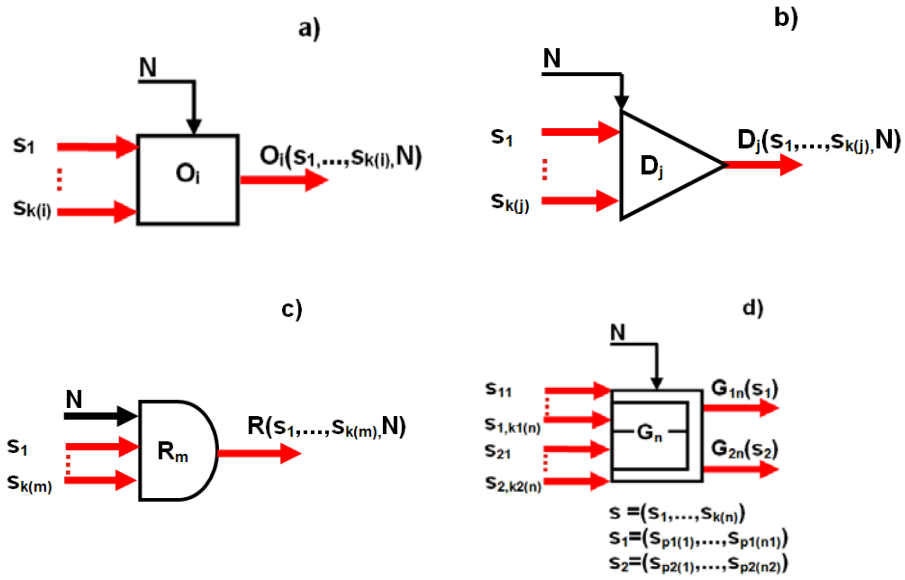
W tym podrozdziale opisana zostanie konstrukcja sieci antycypacyjnych, których wierzchołki modelują różne typy przyszłych problemów decyzyjnych. Oprócz problemów optymalizacyjnych, modelować można również

- wybór strategii mieszanej w grach, w których występuje konflikt mogący ostatecznie prowadzić do *równowagi Nasha*,
- problemów określenia optymalnego podzbioru decyzji,

lub

- podjęcia ustalonych z góry, przypadkowych czy też nieracjonalnych decyzji.

Hybrydowe sieci antycypacyjne mogą zawierać wierzchołki różnego rodzaju, ale ich struktura jest podobna do sieci optymalizatorów, ponieważ węzły są połączone krawędziami modelującymi związki przyczynowe i antycypacyjne.



Rys. 3.4. Podstawowe jednostki decyzyjne, jakie występują w hybrydowych sieciach antycypacyjnych: prostokąt (a) – optymalizator, na którego działanie wpływ mają decyzje pochodzące z różnych źródeł, w tym stany natury *N*; trójkąt (b) – algorytmiczna jednostka decyzyjna, której decyzja jest funkcją decyzji wejściowych i może dodatkowo zależeć od stanów natury *N*; zaokrąglony czworobok (c) – dokonuje wyboru przypadkowej decyzji zależnej od znanego źródła informacji i zgodnie ze znaną funkcją rozkładu wyników; podzielony prostokąt (d) – niekooperacyjna grupowa jednostka decyzyjna, realizująca rozwiązanie sytuacji konfliktowej (gry) dwóch lub więcej graczy

Rys. 3.4 przedstawia przykłady najistotniejszych problemów decyzyjnych, które modelować można jako węzły w hybrydowych sieciach antycypacyjnych. Podobnie, jak w przypadku sieci optymalizatorów, wszystkie węzły sieci antycypacyjnej zostaną nazwane *jednostkami decyzyjnymi* (JD), a optymalizatory i niewspółpracujące ze sobą elementy prowadzące gry antagonistyczne zostaną określone jako *sterowalne*. Podobnie dla optymalizatorów opisanych w podrozdziale 3.1, wszelkie jednostki decyzyjne podejmują decyzje w oparciu o informacje od jednostek poprzedzających je w porządku przyczynowym.

Informacje trafiające do wszystkich jednostek widocznych na Rys. 3.4. zależą od decyzji podejmowanych przez inne JD, z wyjątkiem węzła początkowego, który nie otrzymuje żadnych informacji, chyba że pochodzą one z zewnątrz układu (z natury) ***N***. Zależność ta może przyjąć formę funkcji wielowartościowej φ, która określa wpływ relacji *r*, lub innej relacji kauzalnej, wprowadzającej zmiany do struktury preferencji w optymalizatorze lub w zbiorze informacji graczy w jednostce decyzyjnej modelującej sytuacje występujące w teorii gier. Związki kauzalne łączą wierzchołki sieci, które modelują JD. Wszystkie podejmowane decyzje są potencjalnie zależne od decyzji pochodzących z węzła początkowego sieci. Każda jednostka decyzyjna ma dwie funkcje:

(i) po pierwsze, przekształca (agreguje) otrzymane informacje w mapę zmieniającą parametry problemu decyzyjnego, który ma zostać przez tę JD rozwiązany; ta transformacja jest cechą charakterystyczną danej JD;
(ii) po drugie, rozwiązuje problem decyzyjny ze zmienionymi parametrami i wydaje decyzję, którą można uznać za rozwiązanie problemu właściwego danej JD; rozwiązanie jest unikatowe, z wyjątkiem tych jednostek, gdzie wynik równy jest liczbie graczy.

Dla przykładu, agregacja informacji zawartej w definicjach funkcji wielowartościowych $\varphi_1,\ldots,\varphi_k$ regulujących wybór akceptowalnej decyzji dla jednostki decyzyjnej *O* poprzez nałożenie dodatkowych ograniczeń (3.3) można opisać jako część wspólną $\varphi=\varphi_1\cap\ldots\cap\varphi_k$, tj. jeśli *U* jest zbiorem decyzji w *O*, a decyzje podejmowane przez JD poprzedzające *O* oznaczymy jako $x_1,\ldots,x_k$, wtedy $\varphi(x_1,\ldots,x_k)=\varphi_1(x_1)\cap\ldots\cap\varphi_k(x_k)\subset U$. Ogólnie, agregacje są pewnymi operacjami algebraicznymi i boolowskimi, definiowanymi w sposób zależny od celów modelowania.

Jednostka decyzyjna *O* jest *aktywna*, jeśli decydent dokonujący wolnego wyboru (Skulimowski, 2011) może zostać z nią skojarzony. W innym przypadku będzie ona *pasywna*. Operacje jednostek decyzji zostały podsumowane w Tab. 3.2. poniżej:

Tab. 3.2. Właściwości jednostek decyzyjnych występujących w sieciach antycypacyjnych.

Jednostka decyzyjna	Typ	Parametry wewnętrzne	Rezultat
Optymalizator wielokryterialny	Aktywna	Możliwy zbiór decyzji *U*, kryterium (wektorowe) *F*, struktura preferencji *P*	Pojedyncze kompromisowe rozwiązanie z podzbioru $\Pi(U,F,P)$
Węzeł modelujący grę N graczy	Aktywna	Zbiór strategii dla wszystkich graczy, zbiory informacji, funkcje wypłat	Wartości funkcji wygranej dla wszystkich graczy
Algorytmiczna jednostka decyzyjna	Pasywna	Funkcja *D* lub (deterministyczny) algorytm obliczający wartości funkcji końcowej *D* na zbiorze *U*	Optymalna wartość *D* na $V \subset U$, lub podzbiór *D(U)* określany przez otrzymane informacje
Jednostka decyzji stochastycznych	Pasywna	Rozkład prawdopodobieństw określający generację decyzji przypadkowej	Przypadkowa liczba bądź podzbiór
Inne jednostki decyzyjne	Aktywna lub pasywna	Różne parametry modelu niepewności (rozmyty, posybilistyczny, zmiennie rozmyto-probabilistyczne, itd.) oraz zbioru decyzji	Różne rodzaje rezultatów, w zależności od specyfiki jednostki decyzji

Podobnie jak w przypadku sieci optymalizatorów, w sieciach hybrydowych relacje kauzalne tworzą graf przyczynowy Γ, w którym węzłami są jednostki decyzyjne $O_0,\ldots,O_p$, a krawędzie odpowiadają ogólnej relacji *R* definiowanej następująco: „*między dwoma węzłami istnieje relacja wpływu*". Choć każda JD wydaje jeden rezultat, zależeć od niego może wiele relacji kauzalnych, więc każdy wierzchołek w sieci może wywrzeć wpływ na wiele innych. Załóżmy, że graf $\Gamma=(O,R)$ jest skierowanym grafem acyklicznym (SGA). Wykazaliśmy wcześniej (Skulimowski, 2012), że istnieje możliwość potencjalnych nieprzechodnich grafów przyczynowych. Warto też zwrócić uwagę na trudności teoretyczne odpowiadające tak zwanym silnym systemom antycypacyjnym (Dubois, 2003), które przedstawione tu podejście eliminuje w całości.

Jak już wspomnieliśmy w podrozdziale 3.2, sieć antycypacyjna to multigraf zawierający dodatkowo relacje antycypacyjnej informacji zwrotnej. W przypadku sieci hybrydowej relacje te można zdefiniować w sposób podobny jak dla sieci optymalizatorów:

Definicja 3.7. Załóżmy, że Γ to hybrydowa sieć przyczynowa składająca się z optymalizatorów, jednostek realizujących decyzje gier antagonistycznych i innych JD widocznych na Rys. 3.5. Załóżmy, że aktywna jednostka decyzyjna O_i w Γ poprzedza inną, O_j w porządku przyczynowym *R*. Wówczas *relacja antycypacyjnej informacji zwrotnej* jest wymaganiem *f* nakładającym pewien warunek (lub warunki) na spodziewany rezultat decyzji podejmowanej w O_j przy założeniu wpływu na tę JD decyzji pochodzącej z O_i.

Podobnie jak w przypadku sieci optymalizatorów, według Definicji 3.7 istnienie antycypacyjnej informacji zwrotnej między O_j a O_i oznacza, że:

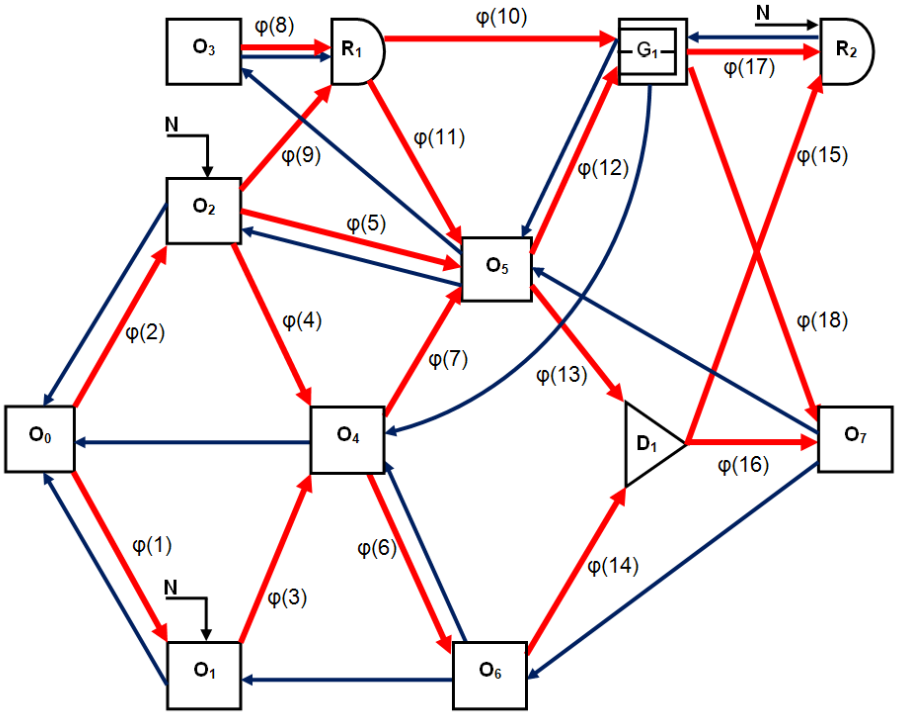
(i) decydent w O_i jest w stanie przewidywać decyzje, które dopiero mają zostać podjęte przez O_j;
(ii) rezultaty tego przewidywania są brane pod uwagę przy wyborze decyzji w O_i.

Warunek sprzężenia antycypacyjny polega często na osiągnięciu przez funkcje kryterialne F_j na V_{ij} pewnych poziomów g, mających szczególne znaczenie dla decydenta w O_i. Poziomy te odpowiadają zbiorom odniesienia zdefiniowanym w (Skulimowski, 1985,1996,1997).

Teraz sformułować możemy formalną definicję hybrydowej sieci antycypacyjnej.

Definicja 3.8. Hybrydową siecią antycypacyjną nazywamy multigraf złożony z hybrydowej sieci przyczynowej, której zbiór wierzchołków zawiera przynajmniej dwie aktywne jednostki decyzyjne różnego typu połączone ścieżka kauzalną oraz z przynajmniej jednej relacji przyszłej informacji zwrotnej. (sprzężenia antycypacyjnego). ■

Zakładamy ponadto, że węzeł początkowy sieci antycypacyjnej jest optymalizatorem, oraz że węzłami docelowymi sprzężeń antycypacyjnych mogą być jedynie optymalizatory i elementy modelujące gry konfliktowe. Przykład hybrydowej sieci antycypacyjnej pokazany jest na Rys. 3.5.



Rys. 3.5. Przykład hybrydowej sieci antycypacyjnej: prostokąty z pojedynczym obramowaniem oznaczają optymalizatory, prostokąty z podwójnym obramowaniem odpowiadają jednostkom decyzyjnym w grach konfliktowych, trójkąty – decyzjom wyznaczanym algorytmicznie jako ustalone wcześniej funkcje wejść. Zaokrąglone prostokąty odpowiadają decyzjom stochastycznym. Krawędzie czerwone odpowiadają relacjom przyczynowym i porządkowi czasowemu, niebieskie – antycypacyjnej informacji zwrotnej [wg Skulimowski, 2012].

Topologia sieci widocznej na powyższym rysunku nie przesądza z góry o jej interpretacji z punktu widzenia teorii decyzji, ani o metodzie rozwiązywania problemu. Wybór metody zależy od tego, czy sieć jest asynchroniczna czy też nie, tj. czy istotny jest tylko porządek czasowy, a nie jego wartości absolutne oraz czy istnieją JD, na które wpływ innych JD jest niejednoczesny. Rozwiązanie sieci wymaga ponadto informacji o sposobie agregacji informacji w poszczególnych JD. Opracowanie metod rozwiązań dla różnorodnych problemów opisywanych w postaci hybrydowych sieci antycypacyjnych wymaga wciąż dalszych badań.

Sieci antycypacyjne zawierające oba rodzaje relacji oraz prognozy i scenariusze dotyczące przyszłych jednostek decyzyjnych i relacji pomiędzy nimi tworzą model informacji, którym posłużyć się można przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych w węzłach początkowych, w przypadku zastosowania modelu procesu decyzyjnego jako dodatkowej informacji wpływającej na preferencje decydenta w tym węźle, a także – jak już wspomnieliśmy wyżej - w celu filtracji scenariuszy elementarnych w foresighcie.

W następnej sekcji przedstawiony zostanie opis metody rozwiązywania problemów decyzyjnych w hybrydowych sieciach antycypacyjnych ze skończonymi zbiorami alternatyw.

3.6.2. Rozwiązywanie hybrydowych sieci antycypacyjnych

Poniżej znajduje się krótki opis metodologii zaproponowanej w artykułach Skulimowskiego (2010, 2012) do rozwiązywania wspomnianej wyżej klasy problemów, którą można stosować przy następujących założeniach:

(i) Początkowy problem decyzyjny $O_0=(U,F,P)$ jest wielokryterialnym problemem decyzyjnym ze skończoną liczbą alternatyw U.
(ii) Celem decydenta w węźle początkowym O_0 jest rozważenie wszystkich związków przyczynowych i antycypacyjnej informacji zwrotnej w sieci i sformułowanie reguły wyboru rozwiązania kompromisowego lub ograniczenie zakresu wyboru takiego rozwiązania do pewnego minimalnego podzbioru $V \subset U$.
(iii) Jeśli spełnienie wszystkich warunków antycypacyjnej informacji zwrotnej nie skutkuje powzięciem akceptowalnej decyzji, decydent podejmuje decyzję stanowiącą kompromis spełniający pewne mniej sztywne warunki (podobnie jak w przypadku sieci optymalizatorów zakładamy, że warunki te oparte są na mierze bliskości podzbiorów V_{ij} do zbiorów osiągalnych wartości kryteriów).
(iv) W sytuacji opisanej wyżej (iii), decydent może ponadto wymagać, by spełnienie warunków antycypacyjnej informacji zwrotnej w JD w bliższej przyszłości było priorytetowe w stosunku do warunków określonych informacją zwrotną dla decyzji podejmowanych w dalszej przyszłości. Możliwe jest również zdefiniowanie dodatkowej relacji określającej priorytety wszystkich sprzężeń antycypacyjnych.
(v) Wpływy różnych informacji i działań trafiających do ustalonej JD stają się widoczne dla decydenta tej JD przed podjęciem decyzji, chociaż przedziały czasowe tych oddziaływań mogą się różnić.
(vi) Oprócz JD realizujących decyzje stochastyczne, wszystkie parametry pozostałych JD są deterministyczne.

Definicja 3.9. Hybrydową sieć antycypacyjną nazwiemy *rozwiązywalną*, jeśli zachodzący w niej proces rozważania wszystkich przyszłych informacji zwrotnych skutkuje wyborem niepustego zbioru rozwiązań problemu początkowego (lub każdego z problemów początkowych).

Do sieci hybrydowych rozwiązywalnych zastosować można algorytmy analogiczne do Alg.3.1 i 3.2 dla sieci optymalizatorów.

3.7. **Zastosowanie sieci antycypacyjnych w foresighcie**

Scenariusze, takie jak opisane i wykorzystane w foresighcie i w planowaniu strategicznym (Godet, 2001) mogą zależeć od wyboru decyzji w jednym z rozwiązywanych w sieci problemów optymalizacyjnych, mogą też być oparte dodatkowo na wydarzeniach zewnętrznych, które w poprzednim podrozdziale nazywaliśmy stanami natury. Włączenie ich do sieci antycypacyjnych w celu zapewnienia dodatkowych prognoz parametrów optymalizatorów i lepszego przewidywania niepodjętych jeszcze decyzji umożliwiłoby wygenerowanie reguł decyzyjnych biorących pod uwagę alternatywne struktury sieci, zależne od wydarzeń zewnętrznych. Ponadto alternatywne struktury sieci zależeć mogą od decyzji podjętych we wcześniejszych w porządku kauzalnym optymalizatorach lub innych JD.

Zakładając, że w każdym optymalizatorze sieci przyczynowej decydenci starają się podejmować decyzje w sposób racjonalny, bez wchodzenia w konflikty z innymi optymalizatorami i stosując metody optymalizacji wielokryterialnej, aby zidentyfikować wszystkie możliwe warianty spodziewanych rozwiązań przyszłych problemów, ciągi dopuszczalne można uznać za potencjalne scenariusze elementarne (por. Rozdz.1, oraz Skulimowski, 2012) lub jako warunkowe połączenia przyszłych trendów i wydarzeń modelowanych przez sieć, bez odnoszenia tak otrzymanego zbioru do konstrukcji scenariuszy. Dodatkowo, wzięcie pod uwagę przyszłej informacji zwrotnej (sprzężeń antycypacyjnych) umożliwia filtrację nieracjonalnych rozwiązań każdego problemu oraz wyodrębnienie, a następnie redukcję zbioru wiarygodnych scenariuszy elementarnych. To zastosowanie jest bardzo pomocne przy konstruowaniu scenariuszy foresightowych i w projekcie SCETIST zostało zastosowane wraz z klasteryzacją scenariuszy wiarygodnych. Scenariusze elementarne oparte na zdarzeniach zewnętrznych lub przypadkowych, charakteryzujące się parametrami szacowanymi z wykorzystaniem odpowiednich modeli niepewności również mogą być pomocne w konstruowaniu zbioru scenariuszy poprzedzającym klasteryzację.

Zastosowanie metody filtracji opartej na sieciach antycypacyjnych w foresighcie technologii informacyjnych polega na zdefiniowaniu warunków racjonalnego podejmowania przyszłych decyzji dotyczących badań, implementacji nowych technologii lub wprowadzania nowych produktów na rynek, w oparciu o prognozowane warunki otoczenia makroekonomicznego oraz trendy technologiczne.

Procedura odfiltrowania zdominowanych scenariuszy może być stosowana w foresighcie zarówno przy badaniu przyszłości, metodą „*forward thinking*”, jak i w planowaniu działań zmierzających do osiągnięcia zdefiniowanych celów. Ten ostatni przypadek związany jest z tzw. „*backcastingiem*” i stosowany bywa często w roadmappingu technologicznym, zwłaszcza na poziomie regionalnym i korporacyjnym. Porównanie obu podejść przedstawione jest w tabeli poniżej.

Tab. 3.3. Standardowa strategia planowania w oparciu o sieci antycypacyjne zastosowana w projekcie SCETIST

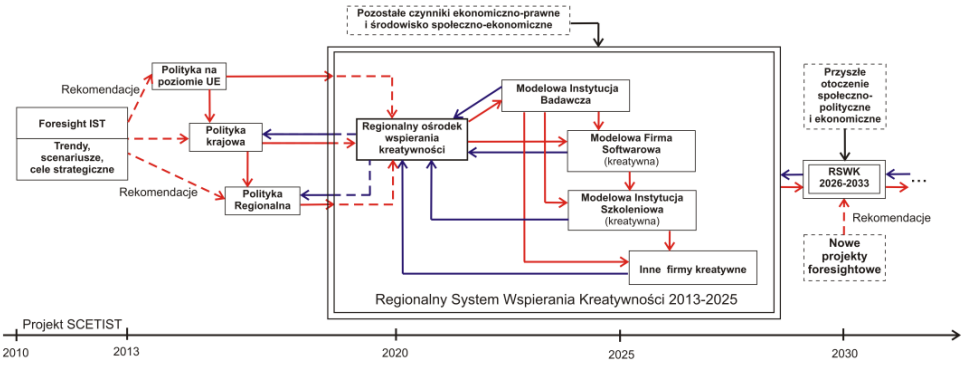
Specyfikacja	**Typowa procedura planowania**	**Modelowanie antycypacyjne**

	wstecznego („backcasting")	**„forward thinking"**
Wspólne cele	● Ocena możliwości realizacji zadanych wizji przyszłości ● Wsparcie planowania strategicznego oraz projektów foresightowych	
Horyzont planowania/ foresightu	Należy określić horyzont planowania wstecznego na podstawie informacji dostarczonych przez ekspertów i interesariuszy	Oprócz informacji uzyskanych od ekspertów, sieci antycypacyjne (AN) pozwalają dodatkowo oszacować maksymalny nakład zasobów na analizę problemu i określić horyzont foresightu/planowania
Podstawowe etapy analizy perspekty-wicznej	Definiowanie przyszłych idealnych stanów (scenariusze normatywne) oraz scenariuszy możliwych działań, które mogą być stosowane do ich osiągnięcia	Można określić kryteria i struktury preferencji, jak również punkty odniesienia stosowane w podczas definiowania antycypacyjnych sprzężeń zwrotnych
Planowanie strategiczne	Angażowanie ekspertów i interesariuszy do wzięcia udziału w planowaniu działań np. w ramach paneli, warsztatów, burz mózgów itp. w celu uzyskania ich opinii	Algorytmów AN powalają na obliczanie łańcuchów antycypacyj-nych, kompromisowych rozwiązań problemów decyzyjnych oraz na filtrację scenariuszy odpowiadają-cych zdominowanym decyzjom
Interakcja	Wszystkie kroki procedury planowania powinny być powtarzane z użyciem aktualnych informacji i prognoz, aż ustalone progi preferencji interesariuszy i decydentów zostaną osiągnięte	Raz zbudowana AN pozostaje stała podczas przeprowadzania analizy. Interakcja dotyczy testowania różnych niezdominowanych łańcuchów antycypacyjnych dopóki decydenci nie osiągna konsensusu

W celu zastosowania sieci antycypacyjnej w konkretnym przypadku planowania strategicznego działalności regionalnego centrum wspierania kreatywności, które jest elementem poddanego pod konsultacje społeczne projektu Regionalnej Strategii Innowacji dla Województwa Małopolskiego, na wstępie dokonano wstępnej analizy priorytetów technologicznych projektowanego centrum, w odniesieniu za technologii będących obszarem badań niniejszego projektu. Kilka obszarów technologicznych zostało wstępnie wybranych do dalszej analizy strategicznej, biorąc pod uwagę istniejące możliwości w regionie, jak również potrzeby zainteresowanych podmiotów przemysłowych. Ze względu na planowane zmiany, priorytety polityki regionalnej zostały tu uwzględnione jedynie jako punkt wyjścia, natomiast jednym z celów zastosowania rezultatów metody foresight było zweryfikowanie istniejących polityk oraz opracowanie rekomendacji zmierzających do ich udoskonalenia. Procedura opisana powyżej została poprzedzona także badaniem delfickim dotyczącym perspektyw rozwoju tzw. technologii kreatywnych (por. Rozdz. 12).

Systemy wspierające kreatywność zostały zidentyfikowane jako potencjalny czynnik zaawansowanego rozwoju regionu, skupiając się na następujących podobszarach:

- Systemy wspomagania nauczania i uczenia się (*Learning Support Systems*, LSS) obejmujące pomiary i stymulację kreatywności,
- Systemy wspomagania kreatywnego projektowania,
- Strategiczne systemy wspomagania decyzji (SDSS) wykorzystujące techniki kreatywności w celu poprawy efektywności decyzji grupowych.



Rys. 3.6. Przykład hybrydowej sieci antycypacyjnej modelującej proces planowania strategicznego i rozwoju regionalnego systemu kreatywności

Przedstawiona na Rys. 3.6 powyżej sieć antycypacyjna modelująca problem wyboru strategii dla centrum wspomagania kreatywności składa się z następujących głównych zespołów decyzyjnych:

- Krajowe instytucje rządowe wspierające badania i rozwój, dysponujące środkami finansowymi przeznaczonymi dla sektora przemysłu zorientowane na badania kreatywne.
- Władze regionalne, odpowiedzialne za planowanie strategiczne i ustawodawstwo dotyczące każdej 7 letniej perspektywy budżetowej (2013-2020 i kolejne okresy),
- Regionalne centrum wsparcia kreatywności odpowiedzialne za koordynację badań związanych z kreatywnością i dystrybucję pomocy UE, krajowej i regionalnej na rzecz sektora przemysłu kreatywnego,
- Reprezentatywne firmy software'owe, po jednej dla każdego podobszaru technologicznego, dostarczające własnego typowego oprogramowania, oraz firmy o innych profilach przemysłu kreatywnego istotnych dla południowego makroregionu Polski,
- Instytucje badawcze i szkoleniowe zaangażowane w działania wiązane z kreatywnością.

Pozostałe węzły w sieci odpowiadają wpływowi prawodawstwa Polski i UE związanego bezpośrednio lub potencjalnie z kreatywnością w badaniach i przemyśle, instytucjom odpowiedzialnym za badania foresightowe i dostarczenie rekomendacji dla decydentów, jak również czynnikom zewnętrznym mogących mieć wpływ na cały system. Należy brać pod uwagę, że stosowanie zaleceń wynikających z projektów foresightowych nie jest obowiązkowe dla decydentów polityki regionalnej. Dlatego też decyzje te są modelowane jako wpływ zewnętrznych relacji przyczynowych (linia przerywana na Rys. 3.6 wyżej). Zakładamy przy tym, że decydenci powyżej poziomu regionalnego nie są bezpośrednio zaangażowani w działania na niższym poziomie administracyjnym, więc nie ma związanego z nimi antycypacyjnego sprzężenia zwrotnego.

Ustawodawstwo i regionalne wsparcie działań innowacyjnych wpływa na zakres inwestycji i rozwoju nowych produktów w spółkach. Finansowanie badań wpływa na potencjał innowacji w firmach i ich nowe możliwości rozwoju produktu. Działania firmy, przewidywane dochody z podatków i wzrost zatrudnienia może wpływać z kolei na gotowość władz regionalnych do wspierania konkretnych branż.

Niepewność w systemie wsparcia kreatywności pojawia się w przypadku wszelkich prognoz technologicznych, np. opracowanych na podstawie badania delfickiego. Dotyczy to m.in. systemów opartych na pomiarach kreatywności, BCI i in. (por. Rozdz. 8, 12). Tzw. „dzikie karty" *(„wild cards"*), jak również trendy i czynniki zewnętrzne niepodlegające badaniom niniejszego projektu i innych zrealizowanych w Polsce projektów foresightowych, obejmują m.in. możliwość wystąpienia przełomowych odkryć w kreatywnych badaniach kognitywnych, kryzys gospodarczy i/lub społeczny, zmieniające się warunki dotyczące handlu zagranicznego i zmiany w preferencji społecznych w zakresie produktów i usług związanych z kreatywnością.

Zalecenia dla decydentów w powyższym problemie planowania strategicznego mogą być wygenerowane przy zastosowaniu metody wielokryterialnych dynamicznych rankingów, opracowane wyłącznie dla potrzeb priorytetyzacji technologii AI. Dla przykładu, dzięki zastosowaniu sieci antycypacyjnych, każdy scenariusz ewolucji systemów wspomagania decyzji (SWD) posiadających możliwość jednoczesnego wspierania kreatywności, pozwala analitykowi foresightu lepiej ocenić wpływ SWD w innych obszarach technologicznych, np. na sektor technologii dla edukacji, jak również na zachowania społeczne konsumentów.

Prognozy są kluczowym elementem przedstawionego tu problemu, istnieje bowiem potrzeba oszacowania parametrów wszystkich przyszłych decyzji oraz istniejących między nimi powiązań. Jak już zostało wspomniane, scenariusze mogą wspomagać prognozy w budowaniu wspomagania decyzji w sieciach optymalizatorów, co staje się wykonalne w przypadku decyzji dalekosiężnych. Rozważać można różne scenariusze wpływu przyczynowego bez uprzedniego stosowania żadnych ilościowych miar niepewności, tak jak scenariusze działań foresightowych można weryfikować *ex-post* i stosować je w planie uczenia się. Co więcej, modele gier tworzące strategie mieszane są logicznym rozszerzeniem optymalizatorów opartych na zasadach optymalizacji wielokryterialnej umożliwiających modelowanie braku współpracy decydentów w przyszłości.

W chwili zamykania niniejszego raportu zalecenia wynikające z wniosków z realizacji projektu SCETIST, w tym możliwości zastosowania metodologii opisanej w obecnym rozdziale, zostały przekazane zainteresowanym instytucjom i badaczom w celu zainicjowania lub kontynuacji współpracy w tym zakresie.

3.8. **Dyskusja i dalsze zastosowania sieci antycypacyjnych**

Należy podkreślić, że istnieją różne architektury sieci optymalizatorów i sieci hybrydowych, potencjalne nowe zasady modelowania informacji zwrotnej i wynikające z nich zasady rozwiązywania sieci. Klasa problemów przedstawiona w tym rozdziale powstała z potrzeby sformalizowania filtracji scenariuszy elementarnych oraz procesu roadmappingowego (por. Rozdz. 14) wykorzystującego rezultaty badań foresightowych, gdzie pod uwagę należy wziąć hierarchiczne i horyzontalne powiązania między problemami optymalizacyjnymi z dużą liczbą kryteriów ekonomicznych, środowiskowych, społecznych i technologicznych.

Przyszłość jest zawsze związana z niepewnością, należy zatem stosować różne modele niepewności w celu estymacji parametrów przyszłych problemów optymalizacyjnych, reguł postępowania decydentów i przyszłych zasad przyczynowości. Te zasady mogą być probabilistyczne, jak również rozmyte czy posybilistyczne, lub mogą generować nową partycję przestrzeni decyzyjnej. W przypadku prognozowania przyszłych funkcji kryterialnych i ograniczeń najczęściej otrzymujemy stochastyczną estymację tych parametrów, chociaż w niektórych sytuacjach wygodniej jest posłużyć się liczbami rozmytymi (*fuzzy numbers*) lub zmiennymi losowo-rozmytymi. Rozważać można także scenariusze konsekwencji decyzji bez stosowania ilościowych miar niepewności, zakładając, że w perspektywie kilku lat scenariusze foresightowe będzie można weryfikować *ex-post*, a wyniki zastosować w mechanizmie uczenia adaptacyjnego. Zauważmy też, że JD opisane w podrozdziale 3.6, które stosują modele gier antagonistycznych do generowania strategii mieszanych dla niewspółpracujących przyszłych decydentów są logicznym rozszerzeniem optymalizatorów opartych na zasadach optymalizacji wielokryterialnej, które mogą modelować również decyzje grupowe kooperujących decydentów.

Obecne sformułowanie teorii sieci optymalizatorów i sieci hybrydowych umożliwia ich wykorzystanie w różnych problemach i okolicznościach, zarówno rzeczywistych jak i teoretycznych. Dwa zastosowania, które okazały się pomocne w sformułowaniu problemu filtracji scenariuszy elementarnych to:

- Planowanie strategiczne – sieci antycypacyjne w zastosowaniu do modelowania ilościowych rezultatów badań foresightowych, scenariuszy elementarnych i analizy konsekwencji podejmowanych decyzji.
- Generowanie rekomendacji dotyczących przyszłych działań.

Oprócz powyższych, istnieją jeszcze inne potencjalne zastosowania, takie jak:

- Wspomaganie decyzji grupowych.
- Wieloetapowe gry Stackelberga.

- Decyzje inwestycyjne, zwłaszcza o długim horyzoncie inwestowania.
- Antycypacyjne systemy rekomendujące (Por. Rozdz.5).
- Możliwość rozszerzenia innego rodzaju sieci przyczynowych i diagramów wpływu (*influence diagrams*) o sprzężenia antycypacyjne.
- Planowanie przebiegu diagnostyki terapii w medycynie.
- Adaptacyjne sterowanie systemów autonomicznych z antycypacyjną informacją zwrotną.

Wśród wspomnianych wyżej potencjalnych zastosowań antycypacyjnych modeli decyzyjnych, który powinien pozwolić na szczególnie owocne wykorzystanie trendów, prognoz i scenariuszy pochodzących z projektów foresightowych podkreślić należy teorię inwestowania, w szczególności analizę wieloetapowego zarządzania portfelem inwestycji finansowych lub portfelem projektów. Tego typu problemy pojawiają się, gdy fundusze na inwestycje są przyznawane pewnym projektom na podstawie ewoluującego rankingu wielokryterialnego warunkowanego zmianami w zewnętrznych warunkach ekonomicznych i społecznych oraz zmieniającymi się preferencjami decydentów i interesariuszy. Poprzez przyznawanie funduszy należy rozumieć np. rozdział subwencji badawczych, pożyczek lub tworzenie portfolio inwestycyjnego w firmach z sektora zaawansowanych technologii informatycznych. Mechanizm antycypacji polegałby tu na zastosowaniu wieloetapowego finansowania projektów, przy czym na etapie wstępnej dystrybucji funduszy pod uwagę brane byłyby nie tylko aktualne biznesplany projektów, lecz także potencjalne późniejsze zmiany czynników mających wpływ na ich ocenę. Zmiany te mogą być konsekwencjami decyzji podejmowanych na wcześniejszych etapach inwestycji i mogą objawiać się jako ograniczenia, lub dodatkowe możliwości wyboru wariantu inwestycji. Powyższy schemat planowania antycypacyjnego można zastosować w celu uszczegółowienia długofalowej strategii dystrybucji funduszy inwestycyjnych, łącząc portfolio papierów wartościowych i rzeczywiste projekty inwestycyjne w jeden schemat decyzyjny.

Do dalszych zastosowań sieci optymalizatorów i sieci hybrydowych zawierających inne JD należą także hybrydowe sieci neuronowe, gdzie optymalizatory mogą przetwarzać informacje trafiające do neuronów lub optymalizować efekty ich działań. Takie sieci z łatwością można wykorzystać w sytuacjach decyzyjnych, w których informacje trafiające do sieci neuronowych ulegają uprzedniej transformacji. Przede wszystkim jednak optymalizatory mogą być stosowane w procesach foresightowych i prognostycznych.

Bibliografia Rozdziału 3

1. Butz, M.V., Sigaud, O., Pezzulo, G., Baldassare, G. (2007). Anticipations, Brain, Individual and Social Behavior, W: Pezzulo G. (eds.): Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems: From Brains to Individual and Social Behavior. Lecture Notes in Artificial Intelligence 4520, Springer, s. 1-18
2. Dubois, D.M. (2003). Mathematical Foundations of Discrete and Functional Systems with Strong and Weak Anticipations. W: Butz, M.V., Sigaud, O., Gérard, P. (red.):

Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems, State-of-the-Art Survey. Lecture Notes in Artificial Intelligence 2684, Springer, s. 110—132

3. Godet (2001). Godet M.: Creating Futures – Scenario Planning as a Strategic Management Tool. Economica, London
4. Howard, R.A.; Matheson, J.E. (2005). Influence Diagrams, Dec. Analysis 2(3), 127-143
5. Kaliszewski, I. (2006). Soft Computing for Complex Multicriteria Decision Making. Springer, New York
6. Rosen, R. (1985). Anticipatory Systems - Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations. Pergamon Press, London, 2 wydanie: Springer, 2012
7. Skulimowski, A.M.J. (1985). Solving Vector Optimization Problems via Multilevel Analysis of Foreseen Consequences. Found. Control Engrg. 10, No.1, 25-38
8. Skulimowski A.M.J. (1986). Foreseen Utility in Multi-Stage Multicriteria Optimization. In: J. Kacprzyk (ed.), Seminar on Nonconventional Problems of Optimization, Warsaw, May 9-11, 1984. Proceedings, Part III, Prace IBS PAN 136, pp. 365-386
9. Skulimowski, A.M.J. (1987). An Interactive Modification of the Decision Set to Attain a Target Point in Vector Optimization Problems. W: Sawaragi Y., Inoue K., Nakayama H. (red.): Toward Interactive and Intelligent Decision Support Systems, vol. 1, Proceedings, VII-th International Conference on Multicriteria Decision Making, Kyoto, Japan, 18-22.08.1986, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 285, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo, pp. 142--153
10. Skulimowski, A.M.J. (1997). Methods of Multicriteria Decision Support Based on Reference Sets, W: Caballero, R., Ruiz, F., Steuer, R.E. (red.) Advances in Multiple Objective and Goal Programming, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 455, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 282--290
11. Skulimowski, A.M.J. (2010). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Process. Proceedings of the 25th Mini EURO International Conference on Uncertainty and Robustness in Planning and Decision Making URPDM'2010, University of Coimbra, Portugal, 15-17 April 2010
12. Skulimowski A.M.J. (1997). Methods of Multicriteria Decision Support Based on Reference Sets, In: Caballero R., Ruiz F., Steuer R.E. (eds.) Advances in Multiple Objective and Goal Programming, LNEMS 455, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 282-290
13. Skulimowski A.M.J. (2012a). Hybrid anticipatory networks. In: L. Rutkowski et al. (eds.), Proc. ICAISC 2012, LNAI 7268, Springer, Berlin-Heidelberg, pp.706-715
14. Skulimowski A.M.J. (2013). Exploring the future with anticipatory networks. In: Garrido P.L.et al. (eds.), Physics, Computation, and the Mind - Advances and Challenges at Interfaces, Proceedings of the 12th Granada Seminar on Computational and statistical physics : La Herradura, Spain, 17–21 September 2012, AIP Conference Proceedings 1510, pp.224-233
15. Skulimowski A.M.J.: Anticipatory Networks and Superanticipatory Systems. Paper presented at the 10th International Conference CASYS, Liège, 5-9 August 2011. International J. of Computing Anticipatory Sys. 30, 117-130 (2011, w druku)
16. Skulimowski, A.M.J. (2012b). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Processes. Int. J. Systems Sci. (artykuł opublikowany online 4.5.2012, przydział do t.45 potwierdzony przez Wydawcę), http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207721.2012.670308

Streszczenie. W niniejszym rozdziale przedstawiliśmy własności wprowadzonej w projekcie SCETIST metody selekcji scenariuszy w oparciu o modelowanie konsekwencji decyzji podejmowanych obecnie i w kolejnych okresach. W szczególności, zakładamy, że ograniczenia na struktury preferencji w *(k+1)*-szym problemie decyzyjnym modelowanym jako problem optymalizacji wielokryterialnej zależą od wartości kryteriów *k*-tego problemu. Aby podjąć decyzję w początkowej fazie problemu, decydent powinien uwzględniać przewidywane rezultaty każdego powiązanego – bezpośrednio lub pośrednio – przyszłego problemu decyzyjnego. Model ten został uogólniony na dowolne sieci powiązanych problemów decyzyjnych, pomiędzy którymi istnieją uporządkowane związki przyczynowe. Wielu krawędziom, począwszy od wierzchołka sieci odpowiadającego decyzji podejmowanej obecnie, odpowiadają różne scenariusze przyszłych konsekwencji tej decyzji. Ponadto, przy założeniu, że niektórzy decydenci uwzględniają przewidywane przyszłe konsekwencje swoich decyzji modelowane przez sieć optymalizatorów, można zdefiniować relację wpływu przyszłej informacji zwrotnej, czyli antycypacyjnego sprzężenia zwrotnego. Obie relacje, przyczynowe i antycypacyjne, tworzą model sprzężenia informacyjnego, który umożliwia wybór kompromisowych decyzji uwzględniając przewidywane scenariusze konsekwencji. Przedstawione zostały konstruktywne algorytmy do rozwiązywania wielokryterialnych dyskretnych problemów decyzyjnych, które pozwalają na filtrację scenariuszy odpowiadających decyzjom zdominowanym. Decyzje takie traktowane sa jako nieracjonalne. W pozdrozdziale 3.7 opisaliśmy zastosowanie modelu sieci antycypacyjnych do budowy scenariuszy prognostycznych dla Regionalnego Centrum Wspierania Kreatywności, które może być rozszerzone także dla innych technologii społeczeństwa informacyjnego.W końcowej części rozdziału wskazaliśmy dalsze różnorodne zastosowania powyższego modelu.

Słowa kluczowe. Scenariusze foresightowe, Wielokryterialne podejmowanie decyzji, Analiza konsekwencji, Sieci antycypacyjne, Sieci przyczynowe.

Trendy Rozwojowe Systemów Wspomagania Decyzji – Analiza Bibliometryczna

4

Marek Czerni,
Przemysław Pukocz,
Andrzej M.J. Skulimowski

4.1. Znaczenie Systemów Wspomagania Decyzji wśród Technologii Społeczeństwa Informacyjnego

Złożoność procesów podejmowania decyzji jest cechą występującą zarówno podczas rozwiązywania skomplikowanych zagadnień społeczno-ekonomicznych, jak też problemów życia codziennego. W każdej kategorii problemów proces decyzyjny może wymagać pozyskania z otoczenia i przeanalizowania olbrzymiej ilości danych. W dodatku problemy związane z decyzjami indywidualnymi wymagają wiedzy o strukturze preferencji decydenta, która jest często trudniejsza do pozyskania i sformalizowania, niż preferencje zbiorowe użyteczne przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych w skali pewnej społeczności, takich jak np. decyzje finansowe podmiotów gospodarczych, kreowanie polityk lokalnych, modele rozdysponowania pomocy publicznej. Prywatne problemy wyboru drogi kształcenia, zakupu nieruchomości, czy nawet niektórych dóbr konsumpcyjnych, stanowią często większe wyzwanie dla analityka, niż wspomniane wyżej problemy społeczno-gospodarcze i polityczne.

Często zdarza się, że posiadana wiedza oraz nabyte doświadczenie nie wystarczają decydentom, stąd też pochodzi wielowiekowa tradycja korzystania z pomocy różnego typu doradców przed podjęciem ważnej decyzji, zarówno przez jednostki, jak i przez decydentów zbiorowych. Podstawy teorii decyzji powstały i znakomicie sprawdzały się już w okresie, gdy nie było jeszcze dostępnych nowoczesnych urządzeń komputerowych. Metodyka podejmowania i wspomagania decyzji opierała się wówczas na wypracowanych przez szereg lat dobrych praktykach i wypróbowanych rozwiązaniach społeczno-organizacyjnych, a także na modelach tworzonych na podbudowie nauk ścisłych, głównie statystyki.

Wraz z rozwojem techniki obliczeniowej, w tym zwłaszcza metod sztucznej inteligencji, pojawiły się nowe możliwości wspomagania procesów decyzyjnych przy pomocy złożonych aplikacji gromadzących informacje związane z wszystkimi etapami i elementami procesu decyzyjnego oraz wyposażonych w algorytmy modelowania preferencji i wyboru rozwiązań problemów decyzyjnych. Aplikacje takie nazywane są powszechnie Systemami Wspomagania Decyzji (SWD, ang. *Decision Support Systems* – DSS). Komputerowe wspomaganie decyzji jest szczególnie istotne dla rozwiązywania problemów decyzyjnych charakteryzujących się dużą skalą złożoności, gdzie na wybór decyzji wpływa oddziaływanie wielu różnych czynników z otoczenia prawnego, gospodarczego, naukowo-technicznego, organizacyjnego oraz społeczno-politycznego. Złożoność otoczenia oraz jego dynamika uniemożliwiają dogłębną analizę aktualnej sytuacji decyzyjnej bez pomocy technologii informacyjnych (ICT). Stąd rosnąca od lat 70. XX stulecia równolegle z rozwojem ICT popularność SWD, jako odpowiedź na współczesne zapotrzebowanie na podejmowanie szybkich i zobiektywizowanych decyzji. W tym okresie zaczęły powstawać pierwsze publikacje opisujące rozwiązania i podstawy metodyczne systemów SWD z zastosowaniem nowych technologii. Pierwsze rezultaty badań prowadzonych w obszarze systemów wspomagających proces podejmowania decyzji, w tym również planowania, można znaleźć m. in. w pracach zespołu Engelbarta (1962), czy Urbana (1967). W kolejnych latach nastąpiła ekspansja rozwiązań SWD na wiele nowych obszarów aplikacyjnych.

Od tego czasu dedykowane konkretnym typom decyzji lub zastosowaniom Systemy Wspomagania Decyzji są wdrażane zarówno w praktyce funkcjonowania podmiotów gospodarczych, jak i w różnorodnych instytucjach medycznych, badawczych, organizacjach społecznych i politycznych i in. Wielkim współczesnym wyzwaniem, zidentyfikowanym i potwierdzonym w fazie przygotowawczej (Zadanie 1) projektu SCETIST jest udostępnienie zaawansowanych metod i narzędzi wspomagania decyzji indywidualnym decydentom występującym jako konsumenci – nabywcy usług i towarów, jako odbiorcy usług edukacyjnych, czy medycznych i innych usług o charakterze społecznym, a także osobom podejmującym czysto prywatne decyzje dotyczące wyboru priorytetów życiowych, partnera, czy miejsca zamieszkania.

Istotność aplikacji klasy SWD dla rozwoju całego segmentu technologii Społeczeństwa Informacyjnego, ich ważne znaczenie społeczne, a także synergie z innymi klasami aplikacji planowanymi do analiz przyszłościowych w projekcie SCETIST stały się przesłankami do wyboru właśnie tej klasy systemów do szczegółowej analizy trendów i następującej po niej budowy scenariuszy. Pierwszą część rezultatów tych badań, opartych na analizie bibliograficznej i bibliometrycznej przedstawiamy w niniejszym rozdziale. Dalsze informacje o trendach w zakresie SWD są efektem badań delfickich przedstawionych w Rozdziale 11. Ponadto w kolejnym Rozdziale 5 analizujemy trendy bibliometryczne i technologiczne dotyczące tzw. rekomenderów, tj. specjalnego typu SWD rekomendujących decyzje, podejmowane głównie w handlu elektronicznym, gdzie w oparciu o znajomość preferencji konsumenta dokonuje się próby optymalizacji zysku dysponenta aplikacji rekomendującej. Również rekomendery były przedmiotem badań delfickich, których wyniki można znaleźć w Rozdziale 11.

4.2. **Taksonomia Systemów Wspomagania Decyzji**

W niniejszym podrozdziale przedstawimy bliżej funkcjonalności i klasyfikację SWD z punktu widzenia analizy ich trendów rozwojowo-aplikacyjnych. Pojawienie się Systemów Wspomagania Decyzji jako aplikacji użytkowych jest naturalnym etapem ewolucyjnym na drodze rozwoju metod podejmowania decyzji. Systemy Decyzyjne rozwijały się na przestrzeni lat na styku wielu dziedzin nauki i praktyki, takich jak zarządzanie, badania operacyjne, psychologia, matematyka, sztuczna inteligencja, statystyka i in. Złożoność problemów i ich otoczenia oraz presja czasu wymusza stosowanie narzędzi o coraz większym stopniu zaawansowania. Obecnie SWD można już postrzegać jako stały element procesu podejmowania decyzji. SWD są szczególnie aktywnie eksploatowane w obszarze zastosowań biznesowych oraz medycznych. Symboliczną datę początku zastosowań SWD na skalę istotną gospodarczo stanowią lata 70. poprzedniego stulecia, jako bezpośrednie następstwo rozwoju technologii informatycznych i komputerowych. Obecnie, przy wysoce zmiennym i złożonym otoczeniu, któremu towarzyszy szybki rozwój TSI, wykorzystywanie komputerowego wspomagania decyzji w zastosowaniach ekonomiczno-społecznych staje się naturalne i nieodzowne.

Szeroko pojęty rozwój SWD na przestrzeni wielu ostatnich lat odbywał się tak szybko, że spójna systematyzacja tej teorii może stanowić pewną trudność. SWD są obecne intensywnie użytkowane w wielu różnych obszarach aplikacyjnych, między innymi w takich dziedzinach, jak medycyna, finanse, zarządzanie, socjologia, polityka, i wiele innych. W dodatku, nieprzerwanie utrzymuje się dynamika ekspansji tych systemów na nowe obszary zastosowań. Scenariusze użytkowania SWD są warunkowane głównie przez duży postęp technologii informatycznych, a w następnej kolejności są związane z różnymi wzorcami użytkowania tych technologii i z przemianami społecznymi. Wzrost mocy obliczeniowej komputerów, opracowanie oraz rozwój nowych technologii komunikacyjnych lub rozwiązań mobilnych wraz z miniaturyzacją, niewątpliwie wpłynęły na wzorce użytkowania i na upowszechnienie systemów tego typu. Z kolei rozwój metod stosowanych w SWD jest następstwem transferu wiedzy z zakresu nauk ścisłych i kognitywnych.

Jak już wspomnieliśmy, poszukiwanie odpowiednich metod i narzędzi mających usprawnić proces podejmowania decyzji doprowadziło w latach 60. poprzedniego stulecia do wyodrębnienia klasy Systemów Wspomagania Decyzji. Metody i narzędzia typu SWD pozwalały na wykorzystanie potencjału nowych wówczas zdobyczy techniki komputerowej. Możliwości techniczne hardware'u i systemów operacyjnych były głównymi wyznacznikami trendów rozwojowych systemów bazodanowych, na których oparte były wczesne implementacje SWD. Obecnie naturalnym następstwem trendu rozwoju tzw. obliczeń w chmurze i urządzeń mobilnych jest oczekiwana od dawna migracja Systemów Wspomagania Decyzji do dostawców aplikacji oferowanych w chmurze obliczeniowej. Aplikacje i interfejsy klienckie instalowane na smartfonach i tabletach używanych nieprzerwanie w codziennym życiu zawodowym i prywatnym istotnie zmieniają charakter procesów społeczno-obliczeniowych związanych z wykorzystaniem SWD. Rozwój urządzeń mobilnych sprzyja nowym funkcjonalnościom SWD i rekomenderów, takim jak np. inteligentna filtracja treści, wykorzystanie urządzeń geolokacyjnych, m-zdrowie (Skulimowski, 2004a) itp.

Celem klasyfikacji SWD jest wyodrębnienie trendów odnoszących się do poszczególnych podklas i do relacji pomiędzy nimi. Na wstępie przypomnimy już istniejące metodyki systematyzacji SWD, począwszy od klasyfikacji zaproponowanej przez Altera w latach 70-tych poprzedniego wieku (Alter, 1980, por. też Alter, 2004). Alter dokonał intuicyjnej klasyfikacji systemów SWD uwzględniając charakter i rodzaj przetwarzanej informacji oraz metodykę zastosowań. Systematyzacja ta była wielokrotnie aktualizowana i rozszerzana. W związku z postępem technologicznym pewne elementy pierwotnego podziału Altera nie są w pełni dostosowane do aktualnego stanu wiedzy. Jednak podstawy klasyfikacji Altera są na tyle uniwersalne, że wyodrębnienie następujących klas SWD może być wciąż przydatne we współczesnych realiach technologiczno-ekonomiczno-społecznych, pozwalając na wykorzystanie ich definicji do konstrukcji bardziej aktualnych taksonomii:

- Systemy Analizy Danych (*Data Analysis Systems*) – systemy dedykowane do przetwarzania i prezentacji danych, na podstawie których decydent samodzielnie dokonuje wyboru decyzji.

- Systemy Analizy Informacji (*Analysis Information Systems*) – systemy ukierunkowane na aktywne wykorzystywanie i przetwarzanie informacji zagregowanej w bazach danych zorientowanych decyzyjnie lub modelowo.
- Modele Optymalizacyjne (*Optimization Models*) – systemy bazujące na stosowaniu metod optymalizacji oraz badań operacyjnych.
- Modele Reprezentatywne (*Representational Models*) – systemy bazujące na wykorzystaniu modeli symulacyjnych.
- Modele Sugestywne (*Suggestion Models*) – systemy stosujące proces wnioskowania logicznego prowadzący do generowania sekwencji sugestii w modelach decyzyjnych.
- Systemy Zarządzania Wiedzą/Informacjami (*Information/Knowledge Driven Systems*) – systemy oparte na dostępie do wiedzy, w tym do wiedzy eksperckiej, realizują również zadania przetwarzania i zarządzania wiedzą/informacją.

W odniesieniu do pierwotnej klasyfikacji zaproponowanej przez Altera, powyższa lista nie wyodrębnia tzw. systemów zarządzania plikami (*File drawer systems*) oraz modeli rachunkowo-finansowych (*Accounting and financial models*). Aktualizacja ta ma uzasadnienie we współczesnych trendach rozwojowych ICT oraz powszechności zastosowań SWD w różnych obszarach ekonomiczno-społecznych i technologiczno-naukowych. Dla przykładu, obecnie systemy zarządzania plikami klasyfikowane są wśród programów narzędziowych, a dominujące kiedyś zastosowania biznesowe, w tym w rachunkowości, wchodzą w skład aplikacji klasy ERP (por. Rozdz.6) jako moduły podstawowe, niekategoryzowane jako SWD. Pod względem zaawansowania stosowanych metod biznesowe SWD ustępują zastosowaniom medycznym, a pod względem upowszechnienia – jak wykazują badania delfickie projektu SCETIST - ustępują mobilnym SWD ogólnego przeznaczenia. W kolejnej pracy Alter (2004) zaproponował uproszczony podział SWD na:

- *Data-driven* (zawiera również oryginalną klasę *Document-driven*),
- *Model-driven*
- *Knowledge-based*
- *Communication-based.*

System klasyfikacji Altera został pozytywnie przyjęty w środowisku naukowym i stał się stałym elementem teorii SWD, o czym świadczy m.in. ilość cytowań prac (Alter; 1980, 2004) w publikacjach naukowych.

Stąd też kategorie SWD wymienione wyżej są jednocześnie właściwymi słowami kluczowymi przy poszukiwaniach bibliograficznych i w analizie bibliometrycznej. Przedstawione w dalszej części niniejszego Rozdziału badania trendów rozwojowych SWD nawiązywać będą do powyższej uproszczonej klasyfikacji. Wraz z metodyką przeszukiwania baz wiedzy i repozytoriów naukowych przedstawioną w Rozdziale 2 stanowią one podstawę analizy trendów bibliograficznych i patentowych, które przedstawione są w kolejnych podrozdziałach.

Pomimo przyjęcia powyższej klasyfikacji jako standardu, dokonywano również innych prób klasyfikacji SWD przyjmując odmienne kryteria podziału. Były to jednak

systematyzacje SWD, o mniejszym poziomie akceptacji w środowisku naukowym i informatycznym. Przykładowo, w pracy Donovana (1997) zaproponowano podział SWD na systemy *ad-hoc* oraz instytucjonalne. Podział ten odzwierciedla podstawowe schematy użytkowania i implementacji systemów decyzyjnych w różnego typu organizacjach. Systemy *ad-hoc* są kojarzone z unikatową implementacją i eksploatacją systemu w konkretnym zagadnieniu decyzyjnym, jednorazowo, krótkoterminowo lub sporadycznie. Odmienny charakter cechuje systemy instytucjonalne, które stosowane są w sposób ciągły bądź cykliczny. Temu trybowi stosowania towarzyszy zazwyczaj długoterminowe wdrażanie systemu i ulepszanie metodologii jego stosowania. Również wyodrębnienie klasy „*Web based DSS*" (por. np. Skulimowski, 2011) nie okazało się trwale użyteczne, gdyż prawie wszystkie systemy współczesne zapewniają użytkownikom dostęp przez przeglądarki sieciowe. Natomiast w chwili obecnej zasadne jest wyodrębnienie klasy „*Mobile DSS*" (por. np. Pick, 2011), która umożliwia dostęp mobilny przez interfejs dostosowany do parametrów technicznych i systemów operacyjnych tabletów i smartfonów. Systemy tego typu są szczególnie popularne w zastosowaniach medycznych i związanych z zagadnieniami przestrzennymi (*mobile spatial DSS*, Pick, *op.cit.*).

Inną klasyfikację SWD zaproponował Hackathorn (1981), dokonując podziału SWD (z punktu widzenia użytkownika systemu) na trzy zasadnicze grupy: indywidualne, grupowe i organizacyjne. Relacje formalne lub nieformalne budują wirtualną strukturę grup lub organizacji zaangażowanych w proces decyzyjny. SWD wielopodmiotowe posiadają wiele zalet, do których należą między innymi niższe koszty funkcjonowania systemu, współdzielony dostęp do wiedzy na poziomie organizacji, spójność decyzji przy określonych poziomach swobody indywidualnych decydentów oraz procedurach. W dobie powszechnego dostępu do sieci i rozwiązań opartych o chmurę, zasadne jest wprowadzenie dodatkowego elementu wspomnianej systematyzacji, w postaci tzw. wielo-organizacyjnych SWD. Model ten jest użyteczny dla różnych podmiotów połączonych wspólnym celem, takich jak np. konsorcjum projektu badawczego, umożliwiając dynamiczne powiązanie procesów decyzyjnych. Wiele SWD tej klasy powstaje obecnie w oparciu o popularne systemy zarządzania treścią (CMS, por. Rozdz.6), takie jak Plone, czy Drupal. Głównym trendem rozwojowym tej klasy jest przejście od prostych systemów wspomagania pracy grupowej w jednej lub wielu organizacjach do SWD, poprzez dodawanie modułów implementujących algorytmy wspomagania decyzji.

Inna istotna klasyfikacja, powiązana częściowo z klasyfikacją Hathahorna, to podział na systemy wbudowane jako moduł wielofunkcyjnej aplikacji, na ogół klasy ERP, lub systemu B2B lub B2C oraz systemy samodzielne („*Stand-alone DSS*").

Dalsza analiza trendów rozwojowych SWD zostanie oparta o założenia metodyczne zaproponowane przez Altera (2004) z dodatkowymi klasami

- *„Mobile DSS"*

i

- *„Hybrid DSS"*.

Elementy tej ostatniej klasy posiadają cechy SWD przynajmniej dwóch innych klas.

W kolejnych podrozdziałach scharakteryzujemy krótko wskazane wyżej klasy SWD i dokonamy analizy bibliometrycznej ich trendów rozwojowych do roku 2025, także w kontekście wybranych zastosowań.

Tak jak zostało to zaproponowane w Rozdziale 2 konstrukcja zapytań do baz bibliograficznych uwzględniała:

- podstawowe słowo kluczowe (i jego synonimy),
- dodatkowe charakterystyki taksonomiczne, zgodne z podziałem na podklasy SWD

oraz

- encje związane z metodami stosowanymi w SWD,

lub

- encje związane z obszarami zastosowań SWD.

Następnie wykonamy analizę porównawczą podklas SWD zaproponowanych wyżej, wykazując istnienie kilku podstawowych trendów:

1. Wzrostu znaczenia SWD w porównaniu z innymi klasami systemów informacyjnych, zarówno ogólnie, jak i w szczegółowych obszarach zastosowań.
2. Hybrydyzacji SWD, połączonej z wzrastającym znaczeniem systemów klasy „*Model-driven*".
3. Wzrostu znaczenia metod analizy wielokryterialnej i sztucznej inteligencji wśród wszystkich klas SWD.
4. Przekształcania się systemów klasy „*Data driven*" w repozytoria cyfrowe, bazy wiedzy i systemy „*Knowledge-driven*".

4.3. Charakterystyki i trendy rozwojowe wybranych podklas Systemów Wspomagania Decyzji

4.3.1. SWD Data-driven

SWD ukierunkowane na dane (architektura *data-driven*) są historycznie najstarszą podklasą SWD, implementowaną od lat 60. XX stulecia. Dane w tym przypadku stanowią centralny element i przedmiot działania systemu, który pełni rolę źródła efektywnej informacji pozyskanej dla procesu podejmowania decyzji. W przeszłości podobne systemy były określane również mianem systemów wyszukiwania (*Retrieval-Only DSS*; Bonczek i in., 1981) lub jako systemy zorientowane na dane (*Data-Oriented DSS*; Alter, 1980).

Najczęściej dokonuje się kolejnego podziału tej klasy systemów ze względu na metodę magazynowania informacji. Współcześnie dostępnych jest wiele metod gromadzenia i przechowywania informacji. Z tych metod korzystają również systemy dedykowane procesom decyzyjnym. Do popularnych aplikacji implementujących te metody należą m.in:

- bazy danych relacyjne oraz obiektowe,
- hurtownie danych,
- rozproszone i nieustrukturyzowane repozytoria danych,
- ontologiczne bazy wiedzy.

Zależnie od formy udostępniania danych nakład pracy przygotowawczej, koniecznej do analizy konkretnego problemu, jest różny dla poszczególnych systemów SWD. Dane nieusystematyzowane, są to źródła nieposiadające formy spójnej (niestrukturyzowane) lub charakteryzujące się brakiem ustanowienia formalnych powiązań wewnętrznych, nieznaną lub chaotyczną strukturą. Przykładem takich danych są identyfikowane przez Altera jako tzw. *Document-driven data*, np. notatki, zapiski, dokumenty, emaile, opisy zadań do wykonania, itp.. W przypadku SWD konieczne jest poniesienie pewnego nakładu wstępnego do obróbki tej informacji, przez wyszukanie powiązań między danymi źródłowymi. Jeśli jest to wykonalne, możliwa staje się budowa właściwego repozytorium usystematyzowanych informacji przydatnych do wspomagania procesu podejmowania decyzji. Dane usystematyzowane stanowią źródła posiadające pewną strukturę i porządek np. szeregi czasowe, dane bibliograficzne, dane klientów, itp. Dane pozyskane w formie tej są łatwiejsze do przetwarzania i ekstrakcji informacji na potrzeby decyzyjne. Power (2007) na podstawie własnych badań wyodrębnił zasadnicze sekwencje funkcjonowania SWD *Data-driven*:

- dostęp do danych (surowych, niskopoziomowy)- agregowanie źródeł,
- przetwarzanie danych (wysokopoziomowy dostęp) – proces ekstrakcji informacji,
- przetwarzanie końcowe – prezentacja, eksport.

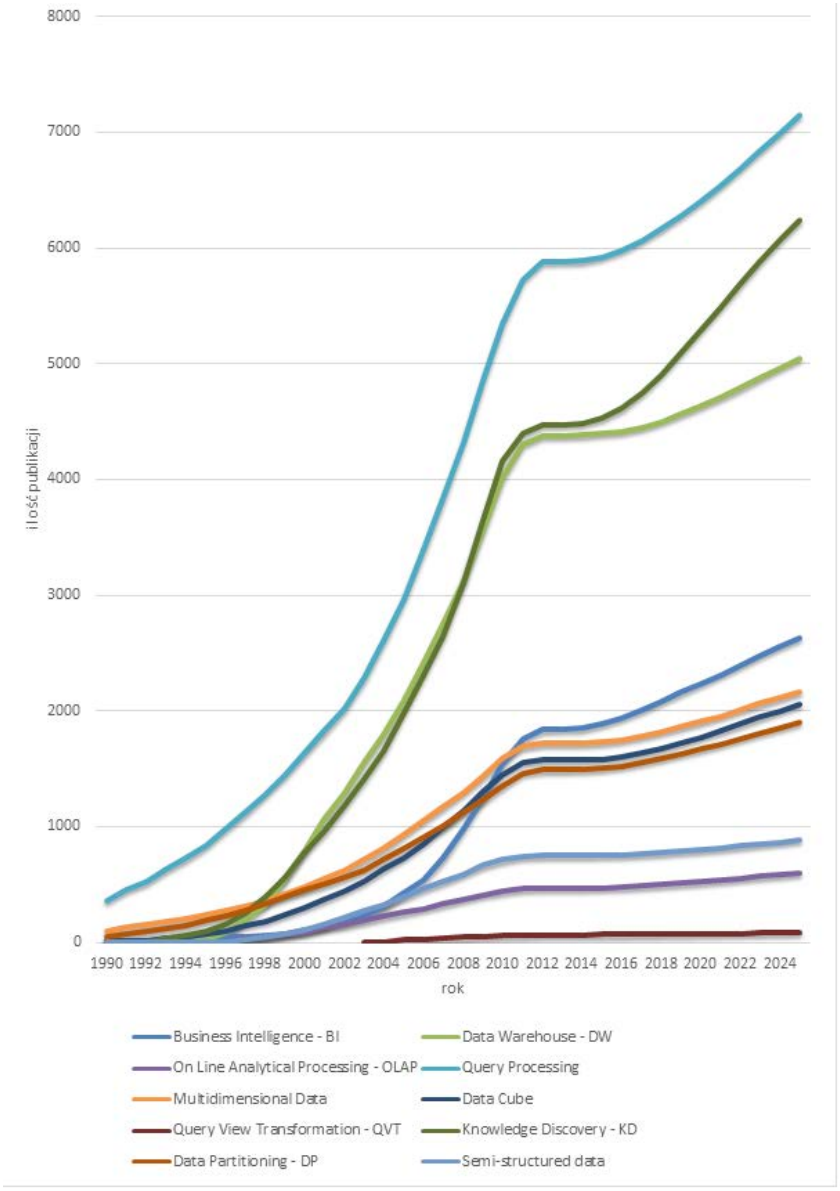
Pierwotnym etapem działania systemu zawsze jest uzyskanie *dostępu do danych*. Proces ten może być najbardziej kłopotliwy z uwagi na często niski poziom ich systematyzacji, różnorodność źródeł pochodzenia lub sposobu i formatów kodowania. Implementacje SWD data-driven dopuszczają możliwość istnienia na wejściu systemu SWD różnej formy oraz stopnia rozproszenia danych, np. pliki, zeskanowane dokumenty, szeregi czasowe, rozproszone bazy kontrahentów kilku instytucji itp. Na etapie tym system dąży do uzyskania pewnego uporządkowania danych, celem zapewnienia lepszego dostępu do danych i doprowadzenia do ich użyteczności w procesie wspomagania decyzji. Wstępne przetworzenie prowadzi do przeniesienia danych na wyższy poziom – powstaje jednolite repozytorium danych, umożliwiające przynajmniej ich przeglądanie w ujednolicony sposób. Na kolejnym poziomie (*przetwarzanie danych*) następuje właściwy proces przetworzenia danych celem przekształcenia ich w użyteczne informacje na potrzeby decyzyjne. Proces ten wspomagany jest narzędziami analitycznymi, takimi jak np. dedykowane aplikacje i algorytmy dla baz i hurtowni danych, OLAP, BI (*business intelligence*) itp. Ostatnim elementem procesu decyzyjnego dla SWD data-driven jest warstwa przetwarzania końcowego. Odnosząc się do współczesnych systemów, etap ten stanowi prezentację prac analitycznych wykonanych na poprzednich etapach. Z reguły etap ten jest utożsamiany z bezpośrednią prezentacją wyników w formie wizualizacji lub pośrednio – poprzez przygotowanie przetworzonych informacji do eksportu w

ustalonym formacie. Obecnie w tym celu wykorzystuje się głównie interfejsy webowe udostępniające treści użytkownikom za pomocą przeglądarek.

W oparciu o przedstawioną w kontekście historycznym klasyfikacji SWD podklasę *data-driven*, zdefiniowaliśmy zapytanie złożone do repozytoriów bibliograficznych przedstawione w Tab. 4.1. Pozwoliło ono na zbadanie najważniejszych klas, metod i zastosowań SWD, zgodnie ze wskazaniami ekspertów biorących udział w ankiecie delfickiej. Dla przykładu, na Rys. 4.1 pokazana jest aktywność publikacyjna w zakresie *Business Intelligence* i jej prognoza do roku 2025.

Tab. 4.1. Schemat zapytania złożonego dla trendu bibliograficznego określającego względną istotność klasy „data driven" SWD

Lp.	**Synonimy w zapytaniu**	**Użycie**
I.	Zapytanie ogólne (podstawowe)	dalej jako „A"
1.	DSS (OR) "decision support" (OR) "decision system"	Samodzielne, z (2) oraz (1) (NOT) (2)
2.	„Computer-aided decision making"	Samodzielne oraz (2) (NOT) (1)
II.	Zapytanie szczegółowe (precyzujące badaną klasę)	Pomocnicze, zawsze w połączeniu z (1) lub (2), dalej jako „B"
3.	„data driven"	A AND (3), A AND [(3) OR (4) OR (5)]
4.	„retrieval-only"	A AND (4) NOT (3)
5.	„data-oriented DSS" (OR) „data-oriented decision support system"	A AND (5) NOT (3)
6.	„document-driven" (OR) „text-oriented"	A AND (5) NOT (3), A AND (5) NOT (3) NOT (4) NOT (5)
III.	Hasła doprecyzowujące (elementy dalszej analizy)	dalej jako „C": A AND B AND C
7.	"multicriteria" OR "multiobjective" OR "multi criteria" OR "multiple criteria" OR "multi objective" OR bicriteria OR "tricriteria" OR "Pareto"	Razem z A (AND). B. Dodatkowo (AND) z (8), ale również samodzielne i (AND) z "analysis"
8.	Optimization OR optimisation OR analysis OR optimality OR "vector optimization" OR "mathematical programming" OR "linear programming"	
9.	"intelligent DSS", "intelligent decision", "intelligent decision support"	należy uwzględnić, że powstaje niezależny podzbiór wyników, tj. A (AND) B AND (7) AND (8) AND (9)
10.	"computational intelligence" OR "nature inspired" OR "metaheuristics" OR "evolutionary algorithm" OR "evolutionary AND (5)" OR "genetic algorithm" OR "neural network"	
11.	Webcrawler or "web bot"	
12.	["automatic" OR "autonomous"] AND [trade OR transaction]	



Rys. 4.1. Prognoza aktywności publikacyjnej w zakresie wybranych podklas SWD (wg Microsoft ACN, 12’2012)

Analiza znalezionych publikacji wskazuje, że pierwszym chronologicznie SWD w architekturze *Data-driven* był AAIMS (*An Analytical Information Management System*; Klaas, Weiss, 1972, AAIMS, 1973). System ten został stworzony na potrzeby

linii lotniczych przez Klaasa i Weissa (1972) w latach 70-tych XX stulecia. Implementacja systemu wykorzystywała pakiet oprogramowania APL Iversona. Język programowania w tym zastosowaniu był używany głównie do symulacji (EDP Analyzer, 1976).

Ważną podgrupę SWD *data-driven* stanowią EIS (*Executive Information Systems*) oraz ESS (*Executive Support Systems*). Koncepcja tych systemów została zapoczątkowana przez badania Rockarta (1979) i Watsona (1991). Systemy te przeznaczone są dla kadry zarządzającej wysokiego szczebla. Zadaniem EIS oraz ESS było ułatwienie dostępu do informacji zarządczej i jej wykorzystania do wspomagania decyzji na szczeblu „*executive*". Systemy te miały wspomóc proces decyzyjny przez zapewnienie w miarę prostego i intuicyjnego dostępu do informacji. Cechą tego typu systemów jest stosowanie różnych poziomów abstrakcji i prezentacji, dostosowanych do odbiorców informacji w strukturze organizacji z naciskiem na czytelny i przejrzysty sposoby wizualizacji danych. EIS oraz ESS głównie spotykane są w takich obszarach działalności organizacji, gdzie następuje konieczność precyzyjnej filtracji informacji, np.: produkcja, marketing, finanse. Współcześnie wiele aplikacji biznesowych posiada moduły o architekturze zbliżonej do EIS lub ESS, jako standardowe dodatki rozszerzające funkcjonalności. Warto w tym kontekście wymienić zastosowania EIS w hiszpańskich organizacjach komercyjnych (Sharda i in., 1988) i wspomnieć o współczesnych pracach na temat EIS, które nawiązują do tych zastosowań (por. m.in. Salmeron, 2002abc, 2003, 2005).

Bardziej wyspecjalizowaną klasą w stosunku do EIS są systemy MIDS (*Management Information and Decision Support* lub krócej MIS - Systemy Wspomagania Zarządzania, por. Bagad, 2009). Pierwsze wdrożenia MIDS nastąpiły w zakładach Lockheed-Georgia w roku 1978 (Houdeshel, 1987) oraz Northwest Industries (Rockart, Treacy, 1982, Watson i in., 1997). Systemy te są dedykowane głównie do efektywnego zarządzania przedsiębiorstwami oraz pojedynczymi przedsięwzięciami biznesowymi. MIS są użytkowane głównie w księgowości zarządczej lub marketingu, gdzie ważne jest monitorowanie i kontrolowanie kosztów funkcjonowania podmiotu oraz oferowanych przez nią produktów i usług (O'Brien, 1998). Przykłady zastosowania MIS można znaleźć miedzy innymi w obszarach: zarządzania jednostkami zdrowia (Naranjo-Gil i in., 2007), zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym (Bagad, 2009) i w dużych korporacjach (Caldelli, Parmigiani, 2004). Systemy MIS są stosowane obecnie także w zadaniach rozwoju polityki ekonomicznej (Arnott i in., 2007).

Warto dodać, że oprogramowanie klasyfikowane początkowo jako „*data driven DSS*" przyczyniło się do rozwoju oprogramowania klasy *Enterprise Resource Planning* (ERP), a następnie *Enterprise Resource Management* (ERM), w których SWD stanowią często specjalistyczne moduły. Inne funkcjonalności obecne w systemach ERM, takie jak *Supply Chain Management* (SCM), *Customer Relationship Management* (CRM), *project management* (PM) oraz *Database Retrieval Applications* (DRA) są również obszarem intensywnych zastosowań DSS. Rozwiązania tego typu są dedykowane głównie działalności średnich i dużych firm.

Na podstawie wyników ankiety delfickiej oraz dyskusji panelowych stwierdzono wzrost istotności zastosowań typu MIDS/MIS, wyrażony w powszechnej opinii ekspertów o znacznym i stałym wzroście wartości rynku MIS do roku 2025.

Systemy EIS oraz ESS przez lata ewoluowały dzięki postępowi technologicznemu w branżach ICT, zgodnie z trendem ukierunkowanym na wspomaganie tzw. *Business Intelligence* (BI). BI można zdefiniować jako teorie, metody, procesy oraz architektury pozwalające na transformacje surowych danych w użyteczne informacje dla prowadzonej działalności biznesowej. U podstaw BI stoją takie technologie, jak OLAP (*Online Analytical Processing*), czy *Data Mining* (skrót. DM, najczęściej stosowany polski termin to *eksploracja danych*), które powstały w latach 90-tych poprzedniego wieku (Codd i in., 1993). Techniki *data mining* pozwalają na ekstrakcje wzorców przez przetworzenia informacji i danych gromadzonych w bazach. Szybki rozwój metod DM nastąpił również od lat 90-tych poprzedniego stulecia (Fayyad, 1996).

Często spotykaną podklasą kategorii *Data-Driven* są SWD tzw. „*Document-Driven*", nazywane również „*Text-oriented DSS*" (Systemy Zorientowane na Tekst; Holsapple, Whinston, 1996). Systemy te wykorzystują dostęp do pamięci masowych oraz techniki i metody przetwarzania danych gromadzonych w dokumentach lub plikach multimedialnych, celem ich selekcji lub analizy. Dokumenty z reguły przechowywane są w dużych bazach plikowych, serwerach webowych lub w chmurze w formie skanów, hipertekstu, obrazów, dźwięku oraz jako pliki video i multimedialne. SWD tego typu mogą być użyteczne przy przeszukiwaniu i analizie dużych repozytoriów zawierających dane w wielu niekompatybilnych formatach (por. Power, 2002). W wyniku obróbki zgromadzonych danych systemy *Document-Driven*, dokonują ekstrakcji informacji, celem jej uzdatnienia i ujednolicenia formatu wynikowego.

Systemy zarządzania dokumentami oraz tekstem pojawiły się w latach 70. i 80-tych ubiegłego stulecia. Systemy te przeznaczone były początkowo do składowania i podstawowego przetwarzania dokumentów (Holsapple, Whinston, 1996). Swanson (1978) dokonał pierwszego przeglądu systemów *Document-Driven*. Wynikiem tej analizy była teza, że wykorzystanie rozwiązań tego typu nie przyczyniło się jeszcze do znaczącego postępu w obszarze zarządzania. Zmiany nastąpiły dopiero po roku 1990, kiedy to postęp technologiczny oraz powstanie nowych metod analityki tekstu i narzędzi informatycznych wpłynęły na rozwój systemów tego typu. Realizowały one głównie funkcje wspomagania kadry zarządzającej w wyszukiwaniu i analizowaniu informacji gromadzonej w dokumentach, celem wsparcia procesu podejmowania decyzji. Systemy te implementowane były wówczas także w Polsce, m.in. Fedorowicz (1993) zwracał uwagę na fakt, że systemy *Document-Driven* są wygodnym ale niedocenianym narzędziem dla wsparcia procesu decyzyjnego, gdyż . jedynie 5-10% dokumentów przechowywanych w celach biznesowych było dostępne dla menagerów w celach decyzyjnych. Od tego czasu rozwój nowych technik i technologii (szczególnie Internetu i technologii archiwizacji dokumentów elektronicznych) pozwolił na zmianę wskazanych proporcji przez stosowanie rozwiązań webowych. Obecnie szacuje się, że prawie 100% dokumentów przedsiębiorstw jest dostępnych w formie elektronicznej umożliwiającej wykorzystanie w SWD document-driven, przy czym udział ten w przypadku firm dużych i z sektora ICT wynosi praktycznie 100%.

Podstawą procesu decyzyjnego jest poszukiwanie i aktywne wykorzystanie najlepszych źródeł informacyjnych. Dostęp do repozytoriów dokumentów przechowywanych w dowolnym formacie nie stanowi problemu dla współczesnych systemów. Sullivan i in. (2001) definiują koncepcje systemu *Document-driven*, jako

dokonującego analizy, prezentacji i przetwarzania tekstu. Tzw. jednostką logiczną jest każdy dokument przetwarzany przez SWD *document-driven*. Tekst dokumentu może być z kolei poddany procesowi przetwarzania informacji i ekstrakcji wiedzy. W tym celu wykorzystuje się lingwistyczne i semantyczne metody przetwarzania języka naturalnego. Dalsze przykłady zastosowań SWD *document-based* znaleźć można również w przedsiębiorstwach produkcyjnych (Hall, Jones, 2002; Kim i in., 2002).

4.4. **SWD *Model-driven***

Systemy ukierunkowane na model problemu decyzyjnego (ang. *DSS Model-driven*) były przez określane również jako SWD zorientowane na model (*model-oriented*, por. Alter, 1980) lub jako obliczeniowo zorientowane (*computationally oriented*, por. Bonczek, 1981).

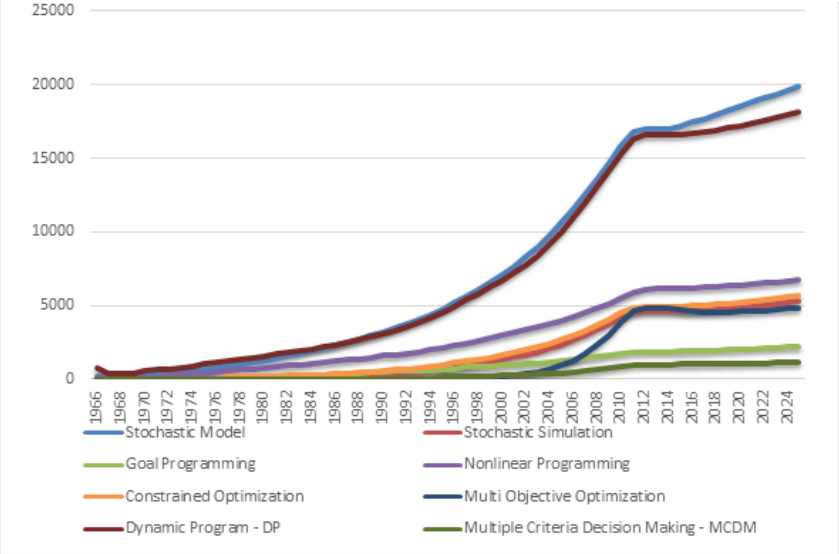
Głównym elementem składowym SWD *Model-driven* stanowi, jak nazwa wskazuje, dedykowany model matematyczny dopasowany do bieżącego problemu decyzyjnego. Zależnie od funkcji SWD oraz od miejsca jego wdrożenia, stosuje się modele preferencji, finansowe, statystyczne, optymalizacyjne oraz symulacyjne. Eksploatacja modelu pozwala na aktywną pomoc systemu w procesie podejmowania decyzji. Architektura SWD tej klasy wymusza na twórcy i użytkowniku konieczność budowy, adaptacji, archiwizacji i modyfikacji modeli. Ogólny schemat użytkowania systemu przewiduje zdefiniowanie modelu lub zbioru modeli dla badanego zjawiska, wykorzystanie ich do uzyskania użytecznych informacji, a następnie ich wizualizacji i prezentacji użytkownikowi. Bardziej zaawansowane systemy *Model-driven* umożliwiają z reguły modyfikację lub aktualizację zaimplementowanych modeli oraz dodawanie modeli własnych użytkownika. Takie właśnie zwiększanie elastyczności systemu oraz wzrost zaawansowania metod analitycznych stosowanych w modelach decyzyjnych są kolejnym trendem rozwojowym SWD zidentyfikowanym na podstawie badań literaturowych.

Eom i in. (2005) dokonali przeglądu literaturowego rozwiązań SWD w architekturze *Model-driven*. Wyniki te, oraz inne rezultaty badań literaturowych, przedstawiono w Tab. 4.2 Podziału systemów dokonano ze względu na rodzaj modelu użytego do konstrukcji systemu. W stosunku do pierwotnej wersji przeglądu dane bibliograficznie zaktualizowano na podstawie WoS.

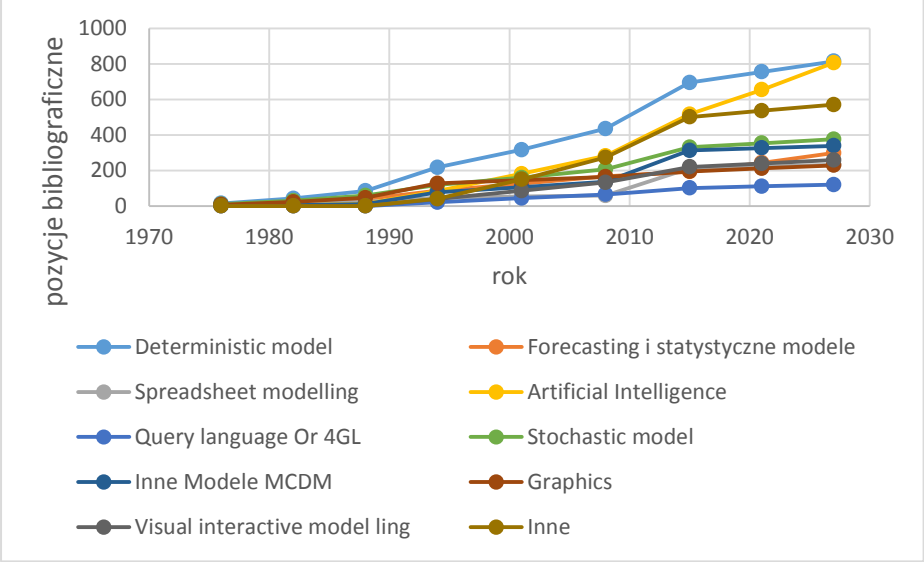
Tab. 4.2. Metody, modele i klasy modeli używane w SWD *Model-driven* (wg Hiltz i in., 1993, Eom i in., 2005 oraz aktualizacja wg WoS, 2013-03-15; zachowano oryginalne słowa kluczowe stosowane przy wyszukiwaniu w bazach publikacji).

Model	**1971 – 04'1988**	**05'1988 - 1994**	**1995 - 2001**	**2002- 2008**	**2009- 2012**
Deterministic model	85	132	99	144	108
Linear programming	18	28	27	44	42
Goal programming	9	5	4	5	11

Model	1971 – 04'1988	05'1988 - 1994	1995 - 2001	2002- 2008	2009- 2012
Transportation model	6	18	1	3	1
Network model	15	23	17	16	26
Inventory model	8	7	3	2	2
Integer programming	19	32	34	36	13
Nonlinear programming	6	11	6	5	2
Dynamic programming	4	8	7	8	11
Stochastic model	58	57	41	46	85
Queuing model	3	1	2	2	9
Markov process model	6	4	3	4	14
Simulation models	41	41	28	30	28
Decision trees /Game theory	9	11	8	9	34
Other stochastic models	0	3	0	1	0
Forecasting - modele statystyczne	40	47	39	42	67
MADM	5	43	10	16	8
MOLP	5	10	1	5	1
AHP	1	12	16	10	113
Nonlinear goal programming	0	2	1	0	0
Spreadsheet modelling	24	22	8	5	60
Graphics	46	81	18	19	17
Artificial Intelligence	12	73	96	101	103
Visual interactive model ling	0	40	46	47	59
Query language Or 4GL	0	21	23	21	22
(pozostałe) MCDM Models	11	67	28	31	122
Inne modele	0	41	109	123	149



Rys. 4.2. Trendy funkcjonalne metod SWD *Model Driven* – prognoza do roku 2025 (ekstrapolacja ilości wystąpień encji w MACN, 12’2012)



Rys. 4.3. Metody stosowane w SWD *Model Driven* – prognoza do roku 2025 na podstawie współwystąpień encji (MACN, 12’2012)

Jedną z klas implementacji systemów w architekturze *Model-driven* stanowią systemy decyzyjne wspomagające zarządzanie planowaniem produkcji. Podstawy badawcze analizy i tworzenia tego typu systemów zostały zawarte pierwotnie w pracach Mortona (1971). Jako prekursorów tej odmiany systemów można uznać systemy *Sprinter* (1967), *MEDIAC* (1969), *Brandaid* (1975) i in.

Koncepcja SWD *Model-Driven* okazała się na tyle popularna, że pierwsze komercyjne pakiety oprogramowania do powszechnego użytku w przedsiębiorstwach powstały już w latach 80. poprzedniego wieku. W tym kontekście warto wspomnieć o *Software Framework*, czy pierwszym komercyjnie wprowadzonym na rynek pakietem oprogramowania IFPS (*Interactive Financial Planning System*) (Execucom,1980; na rynku przez prawie 10 lat), którego wydawcą była firma Execucom Systems. Na przykładzie IFPS można stwierdzić, że pierwotnie głównym elementem SWD model-driven był arkusz kalkulacyjny. Arkusz pełnił funkcje integrującą konstruowany model matematyczny z repozytoriami danych. W tym samym okresie powstał *Expert Choice*, którego pierwsze wydanie zostało wprowadzone na rynek w 1983 roku. Pakiet ten obecny jest na rynku do dnia dzisiejszego. Oprogramowanie funkcjonowało na podstawie heurystycznej metody AHP (*Analytic Hierarchy Process*) rozwijanej przez Saaty (1980). Równolegle w tym samym okresie (1979) powstał pakiet oprogramowania VisiCalc (*Visible Calculator*), również opierający swoją zasadę działania o arkusz kalkulacyjny. Pakiet ewoluował z narzędzia przeznaczonego do zastosowań osobistych w aplikację biznesową (Roeding i in., 1999). Tego typu trendy są nadal obecne w rozwoju SWD, przy czym w Polsce zaobserwowano wzrost znaczenia aplikacji, których prototypy powstawały w ramach projektów naukowych.

Architektura *Model-driven* eksploatowana jest głównie w środowiskach biznesowych oraz w sektorze finansów. Główne zastosowanie to poszukiwanie sposobów efektywnego wykorzystania zasobów, podniesienie efektywności operacyjnej, inwestycje finansowe, itp. Zgodnie z analizą dokonaną przez Sharda (1988), w poprzednim wieku (do roku 1988) użytkownikami tej klasy systemów były głównie duże podmioty. Priorytet stanowiło wykorzystanie prostych modeli ułatwiających analizę sytuacji decyzyjnej. We współczesnych SWD powszechne są implementacje nowych technik i metod, takich jak MCDA, metody optymalizacji ewolucyjnej, analizy statystycznej i in.. Power (2007) dokonał identyfikacji zasadniczych technik stosowanych w systemach *Model-driven*, gdzie szczególnie wyróżnił analizę decyzji, programowanie matematyczne oraz techniki symulacyjne. Szczegółowy przegląd bibliograficzny stosowania SWD Model-driven dokonał Keefer (2004). Przegląd bibliograficzny przedstawiony w Tab. 4.3. zawiera implementacje rozwiązań SWD związanych wyłącznie z bezpośrednimi zastosowaniami metod Analizy Decyzji (*Decision Analysis*, skrót DA). Przegląd ten został zaktualizowany przy pomocy danych z Web of Science.

Tab. 4.3. *Decision Analysis* – zastosowania w SWD - badania bibliograficzne wg WoS, 2013-02-01

Liczba artykułów	**1970–1989**	**1990–2001**	**2002-2008**	**2009-2013**
Energia, energetyka	24	26	36	79
Waluty, Giełda (i wycena)	3	3	2	14
Ryzyko środowiskowe	nd	5	1	8
Wybór produktów i projektów	4	7	14	41
Regulacje	5	nd	1	9
Wybór stron	8	nd	2	12
Strategia	nd	3	6	19
Wybór technologii	4	5	8	2
Wytwarzanie i usługi	16	23	30	57
Budżet	3	nd	5	3
Finanse	nd	2	4	7
Planowanie produkcji	4	5	5	12
Wybór projektów R&D	nd	8	8	3
Strategia	5	7	7	36
Medyczne	16	5	4	39
Wojskowe	nd	13	10	16
Polityka	20	13	3	10

Do najważniejszych obecnie metod analizy decyzji używanych w SWD należą m.in.:

- drzewa decyzyjne (*decision trees*),
- metody analizy wielokryterialnej, w tym wielokryterialna analiza decyzji (*Multiple Criteria Decision Analysis* - MCDA, por. Skulimowski, 1996),
- diagramy wpływu (*influence diagrams*, por. Howard i Matheson, 2005),
- *value-focused thinking* (por. Keeney, 1996), gdzie piewszoplanową role odgrywają cele procesu decyzyjnego, do których poszukuje się odpowiednich alternatyw,

oraz

- systemy normatywne (*normative systems*, por. Keefer i in., 2004; Boella i in., 2009).

Wskazane wyżej metody analizy decyzji stosowane są na szeroką skalę w komercyjnych pakietach oprogramowania, takich jak np. *Precision Tree* (www.palisade.com) lub *Catalyze* (www.catalyze.co.uk). McGinley (2010) dokonał przeglądu komercyjnych pakietów oprogramowania Analizy Decyzji, który zamieszczono w tabeli niżej.

Tab. 4.4. Oprogramowanie - *Decision Analysis* – funkcjonalności; opracowanie na podstawie pracy McGinley (2010)

Produkt	**Zastosowania**						
	Wybór najlepszej opcji	Reprezentacja/ analiza niepewności	Reprezentacja/ analiza zależności prawdopodobieństwa	Awersja ryzyka	Podejmowanie decyzji sekwencyjnych	Portfolio podejmowania decyzji	Wspólne podejmowanie decyzji
@RISK	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak
1000Minds	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak
AgenaRisk	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak
Analytica 4.2	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
DecideIT	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie
Decision Advisor	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie
Decision Explorer	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
DecisionTools Suite	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Doctus	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
DPL	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
DTrio	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak
Equity3	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak
ForeTell-SWD	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie
Frontier Analyst 4	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak
GoldSim	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie
HiPriority 3 SE	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Hiview3	Tak	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Tak
IDS (Intelligent Decision System)	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Logical Decisions for Windows v6.2	Tak	Tak	Nie	Tak	Nie	Nie	Tak
Logical Decisions Portfolio v6.2	Tak	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak	Tak
MakeItRational	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
MindDecider	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
OnBalance 3 SE	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak
OWL	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
PEERForecaster Excel Add-in	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Portfolio NavigatorŔô Value Optimization Software	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Promax 2010 Standard	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
QMms (Quantitative Methods for Management Science)	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie
RICH Decisions	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie

RiskSim	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie
RPM-Decisions	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak	Nie
SensIt	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
TreePlan	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie
TreeTop	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Nie	Nie
Vanguard Business Analytics Suite	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie
Vanguard System	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak

SWD *Model-driven* powszechnie wykorzystują również różnorodne metody optymalizacji w budowie modeli optymalizujących o bardzo szerokim zakresie zastosowań. Przykładami zastosowań optymalizacji w SWD stanowi model optymalizujący dochód w liniach lotniczych (Zhang, 2009), optymalizacja dochodu w hotelarstwie internetowym (Noone, 2009), czy kreowanie ceny produktu w stosunku do natężenia konkurencji (Dai, 2007). Fourer jest współautorem cyklicznego przeglądu oprogramowania realizowanym przez OR/MS Today (2012, i rok bieżący). W raporcie zapoznano czytelnika z obecnymi na rynku pakietami oprogramowania wraz z dostępnymi funkcjonalnościami oraz indywidualnymi cechami każdego pakietu oprogramowania.

Istotną klasę systemów *Model-Driven* z zastosowaniem modeli optymalizujących stanowią systemy Zarządzania Łańcuchem Dostaw (*Supply Chain Management* SCM)). Systemy te są blisko powiązane z innymi klasami systemów, tzw. ERP (*Enterprise Resource Planning*, por. Rozdz.6) oraz MRP (*Material Requirements Planning*). Fakt ten wynika bezpośrednio z zadań, jakie pełni SCM w systemach ERP oraz MRP, takich jak optymalizacja zapasów materiałów, modelowanie dostaw, czy dynamiczne kierowanie procesem wytwarzania w oparciu o zarządzanie łańcuchem dostaw, por. Lankorski (2009), Chauhan (2005). Często modele optymalizujące są wykorzystywane w systemach planowania i harmonogramowania produkcji, pracy pracowników, czy udostępniania zasobów produkcyjnych. Bardziej szczegółową systematykę tych metod można znaleźć w pracy Eom (2005).

Dokonując przeglądu rozwiązań użytkowanych współcześnie i w perspektywie następnych 10-15 lat, można postawić hipotezę, że wszystkie stosowane dotąd metody analityczne, których użyteczność została potwierdzona w praktycznych zastosowaniach, będą coraz powszechniej stosowane w SWD.

Kolejnym trendem rozwojowym SWD w architekturze *Model-driven* jest wzrastająca rola technik symulacyjnych, takich jak symulacje czasu rzeczywistego, symulacja *process-based*, symulacje wizualna i in. Przykładami stosowania modeli symulacyjnych w SWD *Model-driven* są m. in. system optymalizujący strategie utrzymania produkcji (Boschiana, 2009), oraz system zarządzania zapasami (Ramaekers, 2009).

4.5. **SWD oparte na wiedzy (*Knowledge-based DSS*)**

Systemy oparte na wiedzy wskazują decydentowi decyzje spełniające określone warunki, często wyodrębnione na podstawie zbioru reguł (nazywane również „*Rule-based DSS*") lub innego rodzaju przetworzonej informacji zgromadzonej w bazie wiedzy systemu. W odróżnieniu od SWD opartych na danych (*Data-driven*), przetwarzanie danych jest w dużej mierze autonomiczne, a rolą decydenta jest akceptacja lub odrzucenie decyzji, wskazanie nowych reguł lub kierunków poszukiwań, a nie bezpośrednie operacje na danych charakteryzujących zbiór decyzji. Architektura systemu zawierająca bazę wiedzy jest charakterystyczna dla systemów eksperckich, z tego względu SWD oparte na wiedzy są zaliczane - wraz z częścią systemów „*Model-based*" - do klasy Inteligentnych Systemów Wspomagania Decyzji („*Intelligent DSS*" - IDSS).

Jako kryterium kwalifikujące do klasy *Knowledge-based DSS* Klein (1995) zaproponował zdolność systemu do przetwarzanie surowej informacji i danych do stadium wiedzy, która może wspomóc decydenta w procesie decyzyjnym. Dodatkowym kryterium jest zastosowanie metod i technik sztucznej inteligencji (AI, *Artificial Intelligence*), por. np. Goul i in. (1992), Ricci i in. (2010). Systemy „*Knowledge-based*" korzystają także z metod psychologii poznawczej (Miller, 1956) naśladując sposoby przetwarzania i zapamiętywania informacji przez człowieka.

Jednym z pierwszych systemów eksperckich posiadających funkcjonalności typowe dla *Knowledge-based DSS* był system DENDRAL powstały w latach 60. ubiegłego stulecia i stosowany do automatycznego testowania hipotez m.in. w obszarze chemii organicznej (Lindsay, Buchanan, Feigenbaum, 1980). Inny słynny system ekspercki, MYCIN (Buchanan, 1994), realizował proces wnioskowania regułowego wspomagający diagnozę chorób krwi. System ten do poprawnego funkcjonowania wymagał jednak bazy wiedzy zawierającej zbiory klinicznych symptomów. W wyniku prac nad systemem powstał shell systemu eksperckiego pozwalający na tekstową interakcje z oprogramowaniem.

W roku 1980 został po raz pierwszy użyty system bazujących na regułach, tzw. XCON (*eXpert CONfigurer*) napisany w języku OPS5. System został stworzony przez John P. McDermott w celu automatycznego wyboru komponentów systemu komputerowego w zakładach DEC. Nowość stanowiła wówczas możliwość łączenia i współdzielenia wiedzy kilku ekspertów. Kolejnym kamieniem milowym systemów był system ekspercki CORVID powstały w 1983 roku, funkcjonujący do dnia dzisiejszego. Komercyjna wersja została stworzona przez firmę EXSYS (www.exsys.com) bazując na regułowym systemie eksperckim. Firma EXSYS oferuje nadal wiele podobnych produktów, między innymi: Exsys CORVID Knowledge Automation Expert System Software, Exsys RuleBooks czy Exsys Selector.

Ciekawa z punktu widzenia analitycznego dzięki koncepcji interakcji pomiędzy SWD, a bazami wiedzy była praca Bonczek, Holsapple, Whinston (1981), której naczelna idea znalazła swoje potwierdzenie w późniejszej pracy Kleina (1995). Stwierdzono tam m.in., że system SWD powinien wspierać swobodną interakcję z ekspertem, gdyż konieczne jest jednoznaczne wyjaśnienie sposobu wnioskowania

oraz uzyskanie określonej konkluzji. W pracy Kleina (1995) zwrócono uwagę na kluczowe kwestie metod reprezentacji wiedzy, gdzie dokonano ogólnego podziału na:

- wiedzę deklaratywną– opis faktów, obiektów realnego świata lub domeny,
- wiedzę proceduralną– sposób rozwiązywania problemów, podejmowane strategie działania, metody wnioskowania, ekstrakcja i przetwarzanie wiedzy deklaratywnej.

W tym samym artykule Klain (*op. Cit*.) dokonał szczegółowego podziału sposobów reprezentacji wiedzy na:

- listy cech (*property lists*) – proste fakty opisane przez wnioski,
- reguły (*rules*) – zapis warunku oraz sekwencji wykonywanej akcji,
- sieci semantyczne (*semantic nets*) – sieci powiązań pojęć i ich wystąpień,
- reprezentację zorientowaną obiektowo, reprezentację wiedzy (*Object-oriented*) – sieć powiązań pomiędzy obiektami,
- ramy (*frames*) – wiedza jest podzielona na mniejsze struktury zwane ramami z identyfikacją indywidualnych własności,
- logikę (*logics*) – sposoby wnioskowania.

Następnie Shu-Hsien (2005) na podstawie analizy prac naukowych nt. systemów SWD typu *Knowledge-based* dokonał identyfikacji kluczowych pojęć związanych z przedmiotem analizy. Autor wyróżnił następujące kategorie metod reprezentacji wiedzy:

- bazujące na regułach – system wspiera regułowy zapis wiedzy,
- bazujące na wiedzy – systemy umożliwiające identyfikowanie i kodowanie struktur zgodnych z kogniwistykom człowieka
- wykorzystujące sieci neuronowe – emulacja biologicznych sieci neuronowych i inne metody tzw. inteligencji obliczeniowej,
- systemy oparte o logikę rozmytą – wykorzystują matematyczną teorię zbiorów rozmytych w celu zbliżenia się do ludzkiego sposobu wnioskowania,
- metodologia zorientowana obiektowo– systemy oparte o technologie obiektowe (obiekt plus metody),
- wnioskowanie bazujące na przypadku (*case based*) – system funkcjonuje o przypadki występujące w przeszłości,
- modelowanie – interdyscyplinarna metoda budowy powiązań z logicznym modelem zaprojektowanym dla różnych dziedzin wiedzy i problemów.

4.6. **Zastosowania SWD knowledge-based i model driven**

Współcześnie ISWD najczęściej stosowane są w bankowości, finansach oraz wsparciu użytkownika korporacyjnego. We wskazanych obszarach systemy

funkcjonują od roku 1980. Zopounidis (1997) zdefiniował główne obszary eksploatacji systemów, do których należą między innymi:

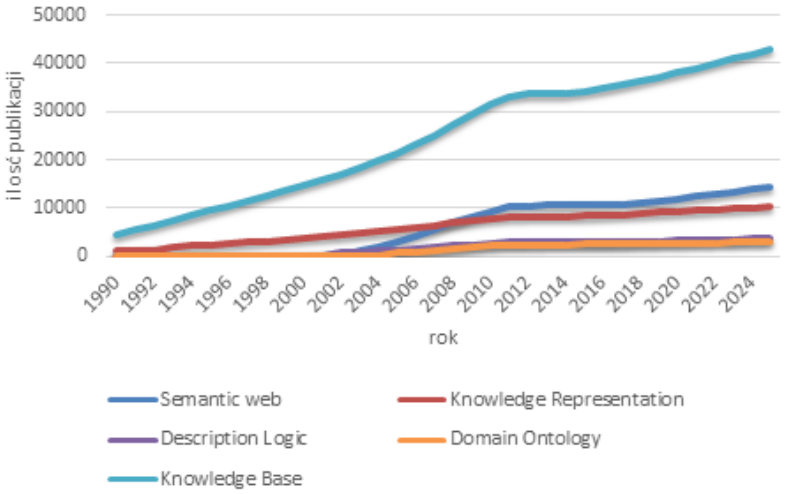
- planowanie finansów,
- analiza finansowa,
- zarządzanie portfelem papierów wartościowych lub inwestycji,
- ocena ryzyka inwestycyjnego lub kredytowego.

Z kolei Klain (1995) wyróżnił następujące główne obszary aplikacyjne systemów opartych o wiedzę:

- wybór inwestycji, przykłady (Mockler, 1989, Kengpol, 2004, Aramyan i in., 2007),
- zarządzanie kapitałem,
- planowanie finansowe i inżynieria finansowa, systemy FINSIM i SAFIR,
- marketing finansowy, FAME (*Financial Marketing Expertise*),
- planowanie finansów osobistych,
- ocena kredytowa, MARBLE,
- doradca produktowy,
- zarządzanie aktywami,
- handel,
- zarządzanie bankowością: BANKER, FINEYA, CGX, LASS, oraz CLUES,
- wsparcie operacyjne klienta.

Klein (1995) wyróżnił podstawowe funkcjonalności SWD *knowledge-based*, typowe dla ogólnych systemów eksperckich:

- automatyczne generowanie porad eksperckich w specyficznej dziedzinie problemowej,
- generowanie schematów wnioskowania eksperckiego w celu uzasadnienia podejmowanych (systemy ewaluacyjne i uzasadniające),
- inteligentna metody wspomagania w analizie i podejmowaniu decyzji,
- analiza mechanizmów kognitywnych w podejmowaniu decyzji, tworzeniu lub objaśnianie modelu behawioralnego,
- tworzenie i weryfikacja modeli statystycznych,
- identyfikacja decyzji podlegających optymalizacji oraz metod skalowalnych i parametrycznych, których parametry należy optymalizować,
- konstrukcja schematów interakcji z użytkownikiem i ekspertami, formułowanie pytań i ankiet.



Rys. 4.4. Aktywność publikacyjna dla metod obecnych w systemach Knowledge-Driven (opracowanie własne na podstawie Microsoft Academic Network, 2012)

Wykonana w ramach projektu analiza bibliograficzna uwidacznia, że SWD w architekturze *Knowledge-based* są wykorzystywane głównie w sektorze finansowym, zastosowaniach medycznych, w sferach biznesowych. Implementacja tych systemów powiązana jest głównie z możliwością przechwycenia wiedzy eksperckiej, odciążeniu potencjalnego użytkownika od zadań czasochłonnych i wymagających specyficznej wiedzy, zwiększenia percepcji użytkowników. Przykładowo w sektorze finansowym SWD wykorzystywane były głównie do nadzorowania transakcji, gdzie poszukiwano oraz starano się zidentyfikować wzorce nadużyć, zarządzano szeroko pojętym ryzykiem inwestycyjnym, kredytowym i inne. W zastosowaniach medycznych systemy tego typu wykorzystywane są głównie w uzupełniającej diagnostyce medycznej. Istotnym trendem rozwojowym jest konwergencja systemów *knowledge-based* i *model-driven*.

4.7. **SWD *Communication-based***

SWD *Communication-based* można kojarzyć z Grupowymi Systemami Wspomagającymi Decyzje (skrót GSWD). Podstawą funkcjonowania systemów SWD w modelu Communication-based jest wykorzystywanie wszystkich technik nastawionych na proces wymiany informacji w środowiskach rozproszonych. Autorami wskazanych systemów sągłównie eksperci, bądź grupy zaangażowane w proces decyzyjny. GSWD wykorzystują techniki programowe i sprzętowe ułatwiające proces komunikacji, a tym samym usprawniające proces podejmowania

decyzji. Power (2002) wskazuje, że technologie komunikacyjne stanowią dominujący komponent architektoniczny dla tego typu systemów. Można powiązać wskazany komponent głównie ze stosowaniem następujących metod: pracy grupowej, portali tematycznych, list dyskusyjnych, blogów, wideokonferencji w zadaniach ukierunkowanych podejmowaniu decyzji.

Początki GSWD należy upatrywać w roku 1962 w badaniach Engelbarta (1962), który stworzył metodyczne podstawy interakcji ludzi w aspekcie podejmowania decyzji. Jego dokonania pozwoliły na stworzenie schematu interakcji oraz wyznaczyły późniejsze kierunki badań w aspekcie współpracy decydentów z wykorzystaniem systemów informatycznych. Wspomniane prace Engelbart posłużyły do opracowania pierwszego systemu pracy grupowej pod nazwą NLS (*oNLine System*) w roku 1969 finansowany przez *Defense Advanced Research Projects Agency*, ndSA oraz U.S. Air Force. System ten zawierał rewolucyjne, jak na tamte czasy wykorzystanie technologii hipertekstowych linków, organizacji treści za pomocą dedykowanych ekranów zgodnie z ich istotnością oraz wiele innych technologii. Joyner i Tunstall (1970) w latach 70. poprzedniego wieku na podstawie badań własnych w przedmiocie systemów *Communication-based* rozważając nowe metody wsparcia procesu decyzyjnego w organizacjach opracowali system CONCORD (*Conference Coordinator*). System obsługiwał prace decydentów za pomocą środowiska tekstowego zdalnych terminali. Turoff (1970) wprowadził koncepcję konferencji za pośrednictwem urządzeń technicznych i komputerów jako jednego z elementów procesu decyzyjnego. Na podstawie prac obu zespołów opracowano i zaimplementowano pierwszy Komputerowy System Pośredniczący w Komunikacji (EMISARI). System ten został stworzony specjalnie dla US Office of Emergency Preparedness, celem ułatwienia komunikacji grup decydentów i tym samym wsparcie procesu decyzyjnego. Pierwotnie system ten ułatwiał wyłącznie przepływ informacji w formie opinii wymienianych pomiędzy członkami zespołów rozproszonych geograficznie. W latach 80. i 90. bazowano na najprostszych dostępnych technologiach, które jednak wystarczały do wsparcia procesu decyzyjnego.

W 1985 roku został zaprojektowany przez Kerstena (1985) system NEGO, który stanowił narzędzie dla wsparcia negocjacji grup ukierunkowanych na zdobywanie celów. Z kolei w roku 1986 został opracowany i rozwijany SWD dla Kooperatywnych Grup Wielokryterialnego Podejmowania Decyzji (*DSS for Cooperative Multiple Criteria Decision Making;* Bui, Jarke, 1986). System został zaprojektowany, jako interaktywne narzędzie ułatwiające uzyskanie konsensusu przez zespół decydentów.

Odrębną grupę systemów stanowią narzędzia dedykowane wsparciu pracy grupowej użytkowników. Jednym z takich narzędzi opracowanym w 1989 roku przez Lotus jest Lotus Notes. Produkt pracy grupowej należy pojmować, jako naturalną ewolucję użytkowania systemów informatycznych oraz rozwoju technologii społeczeństwa informacyjnego. Wiele komponentów produktu bezpośrednio lub pośrednio ułatwiało funkcjonowanie rozproszonych geograficznie grup decyzyjnych. Funkcje decyzyjne tego typu pakietów interpretuje się głównie w udostępnieniu metod technik ułatwiających komunikację oraz współpracę, czy nawet koordynację wśród grup użytkowników (decydentów). Produkt ten powstał na podstawie systemu

akademickiego PLATO Notes zaprojektowanego w Computer-based Education Research Laboratory (CERL) na Uniwersytecie Illinois.

Gray i in. (1999) przestawił przesłanki stanowiące o zaletach użytkowania systemów GSWD o podobnej konstrukcji, jak Lotus Notes, NEGO, czy PlexSys:

- potencjał anonimowości wiedzy,
- ewolucja systemu i otoczenia, celem zapewnienia komfortowej pracy,
- przetwarzanie wiedzy formalnej i nieformalnej - wiedza kolektywna,
- budowa i modyfikacja bazy wiedzy organizacji,
- wzrost potencjału satysfakcji udziału w grupie (potęga skali).

Gray i in. (1999) kataloguje pragmatycznie implementacje systemów GSWD z uwzględnieniem ich zastosowania oraz użytych metod na:

- podejmowanie decyzji z aktywnym użytkowaniem technik i metod wizualizacji,
- interdyscyplinarne spotkania eksperckie,
- hybrydowe połączenie technik integracja spotkań grupowych wraz z video konferencjami,
- interaktywne metody nauczania,
- systemy zorientowane problemowo,
- organizacje temporalne,
- spotkania panelowe, obrady i głosowania z wykorzystaniem technologii ICT,
- systemy pracy grupowej,
- systemy zaprojektowane do pozyskania wiedzy eksperckiej.

Obecnie można dokonać identyfikacji dwóch ważnych trendów rozwojowych GSWD: wzrost znaczenia systemów wsparcia pracy grupowej oraz interakcyjnego procesu decyzyjnego z wykorzystaniem grup eksperckich. Przedsiębiorstwa coraz częściej wymagają wsparcia kompetencyjnego oraz operacyjnego pracowników, wzrostu efektywności wykonywanych zadań, nadzoru nad procesami, itp. Zastosowanie SWD ma tu zasadniczy wpływ na jakość decyzji na każdym z poziomów decyzyjnych W Tab. 4.5. przedstawiono popularne systemy pracy grupowej.

Tab. 4.5. Systemy pracy grupowej (opracowanie własne, aktualizacja 2013'03)

Lp.	Nazwa	Producent	Ostatnie wydanie	Data wydania	Strona produktu	Podstawowa funkcjonalność	Rynek docelowy	Dostępność/ Licencja
1	Microsoft Exchange	Microsoft	2013	2013	http://www.microsoft.com/poland/exchange/default.mspx	Komunikacja	Korporacyjny	Software
2	Microsoft SharePoint, Office 365	Microsoft	2013	2013	http://office.microsoft.com/pl-pl/sharepoint-workspace/microsoft-	Groupware	Korporacyjny	Komercyjna

Lp.	Nazwa	Producent	Ostatnie wydanie	Data wydania	Strona produktu	Podstawowa funkcjonalność	Rynek docelowy	Dostępność/ Licencja
					sharepoint-workspace-2010-FX010048764.aspx			
3	Novell GroupWise	Novell	2012 SP2	2012	http://www.novell.com/products/groupwise/	Komunikacja	Korporacyjny	Komercyjna
4	IBM Lotus Notes Domino	IBM	9.0	2012	http://www.ibm.com/software/sw-lotus	Komunikacja	Korporacyjny	Komercyjna
6	Group-Office	Group-Office	4.2.12	2012	http://sourceforge.net/projects/group-office/	Groupware	Komercyjnie/ Indywidualnie	Software Komercyjnie/ Darmowa
7	Kolab	Kolab.org	3.1	2013	http://www.kolab.org/	Groupware	Korporacyjny	Komercyjna
8	LibreSource	LibreSource	11	2008	http://www.libresource.org/	Groupware	Korporacyjny	Free
9	OpenGroupware.org	OpenGroupware.org	5.5	2009	http://www.opengroupware.org	Groupware	Korporacyjny	Free
10	PhpGroupWare	PhpGroupWare	2012	2012	http://www.phpgroupware.org/	Groupware	Korporacyjny	Komercyjna
11	Scalix	Group-Office	11.4.6	2013	http://www.scalix.com/	Groupware	Korporacyjny	Komercyjna
12	Spicebird	Group-Office	2012	2012	http://www.spicebird.com/	Groupware	Korporacyjny	
13	Zarafa	Group-Office	2012	2012	http://www.zarafa.com	Groupware	Korporacyjny	
14	Zimbra	Group-Office	8	2012	http://www.zimbra.com	Groupware	Korporacyjny	
15	Dimdim Web meetings	Group-Office	1	2012	http://www.dimdim.com/	Groupware	Korporacyjny	
16	DotNetNuke	Group-Office	1	2012	http://www.dotnetnuke.com/	Groupware	Korporacyjny	
17	eGroupWare	Group-Office	1	2012	http://www.egroupware.org	Groupware	Korporacyjny	
18	Group-Office	Group-Office	1	2012	http://www.group-office.com/	Groupware	Korporacyjny	
19	Horde	Group-Office	1	2012	http://www.horde.org/	Groupware	Korporacyjny	
20	Instant Business Network Group and Team Collaboration Software.SaaS Solutions	Group-Office	1	2012	http://ibnportal.com/	Groupware	Korporacyjny	
21	OpenGoo	Group-Office	1	2012	http://www.opengoo.org/	Groupware	Korporacyjny	
22	O3spaces	Group-	1	2012	http://www.sharepoint	Groupware	Korporacyj	

Lp.	Nazwa	Producent	Ostatnie wydanie	Data wydania	Strona produktu	Podstawowa funkcjonalność	Rynek docelowy	Dostępność/ Licencja
	crossplatform	Office			alternative.org		ny	
23	phpGroupWare	Group-Office	1	2012	http://www.phpgroupware.org/	Groupware	Korporacyjny	
24	ProjectPier	Group-Office	1	2012	http://www.projectpier.org/	Groupware	Korporacyjny	
25	Simple Groupware	Group-Office	1	2012	http://simple-groupware.de/	Groupware	Korporacyjny	
26	SlashCode Software	Group-Office	1	2012	http://www.slashcode.com/	Groupware	Korporacyjny	
27	TikiWiki CMS	Group-Office	1	2012	http://www.tikiwiki.org/	Groupware	Korporacyjny	
28	Tine 2.0	Group-Office	1	2012	http://www.tine20.org/	Groupware	Korporacyjny	
29	Wiggio	Group-Office	1	2012	http://www.wiggio.com/	Groupware	Korporacyjny	
30	Alfresco Enterprise Content-Management System	Group-Office	1	2012	http://www.alfresco.com/	Groupware	Korporacyjny	
31	KnowledgeTree Document Management System	Group-Office	1	2012	http://www.knowledgetree.com/	Groupware	Korporacyjny	
32	MySource Matrix Enterprise Web Content Management SystEM	Group-Office	1	2012	http://www.squiz.co.uk/mysource-matrix-open-source-cms	Groupware	Korporacyjny	
33	Nuxeo CPS	Group-Office	1	2012	http://www.cps-project.org/	Groupware	Korporacyjny	
34	Nuxeo EP	Group-Office	1	2012	http://www.nuxeo.org/	Groupware	Korporacyjny	
35	OpenKM Document Management System	Group-Office	1	2012	http://www.openkm.com	Groupware	Korporacyjny	
36	ResourceSpace	Group-Office	1	2012	http://www.montala.net/resourcespace.php	Groupware	Korporacyjny	
37	Scoop	Group-Office	1	2012	http://scoop.kuro5hin.org/	Groupware	Korporacyjny	

Drugi zasadniczy nurt rozwoju GSWD stanowią systemy dedykowane bezpośrednio zadaniom wspomagania grup w kontaktach interpersonalnych oraz podejmowaniu decyzji. Zadaniem tych systemów jest dostarczenie rozwiązań technicznych umożliwiających kolektywne podejmowanie decyzji, przez

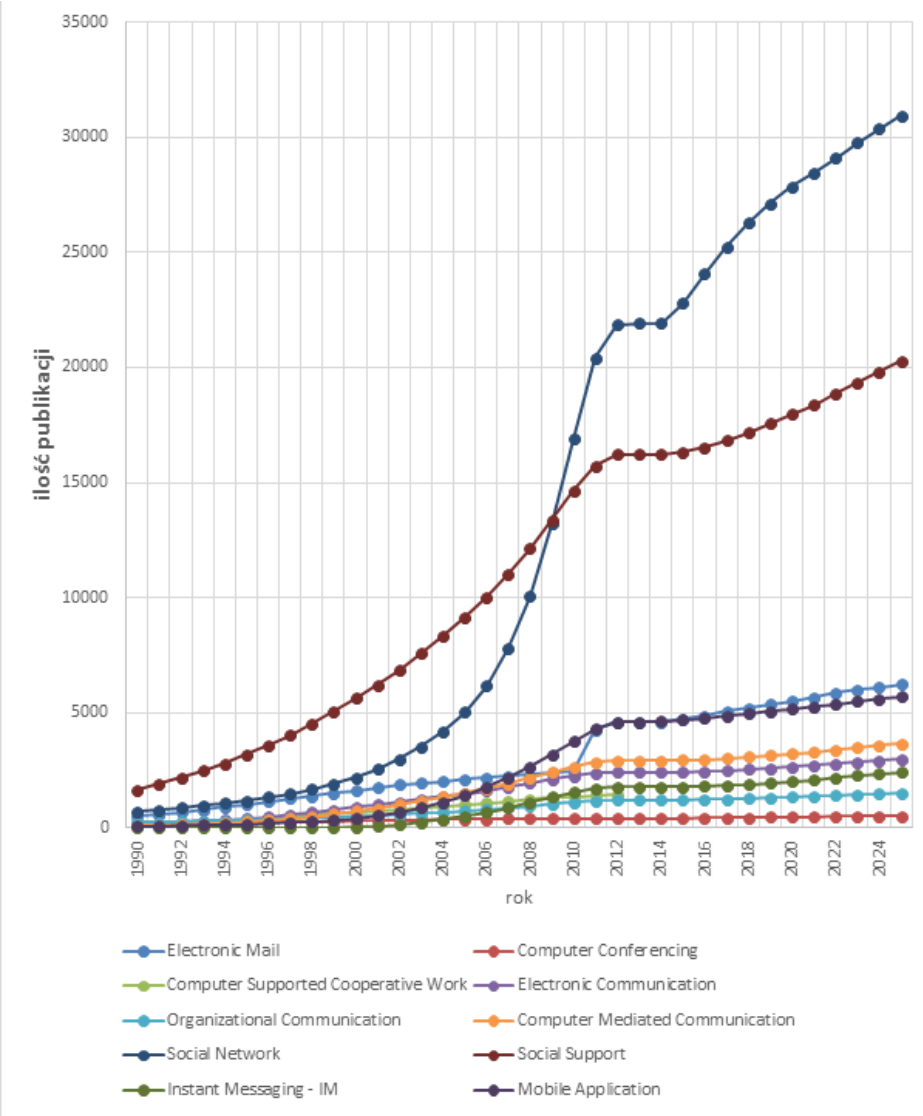
wypracowanie konsensusu, tj. debaty, głosowania, panele, itp. W Tab. 4.6. zawarto przegląd wskazanych systemów.

Tab. 4.6. Systemy dedykowane grupowemu podejmowaniu decyzji (opracowanie własne)

Lp.	Nazwa	Producent	Ostatnie wydanie	Website
1	AnyZing - Zing Te	Zing Technologies	2012	http://www.anyzing.com/
2	Facilitate.com	Facilitate.com	2012	http://www.facilitate.com/
3	Grouputer	Grouputer Solutions	2012	http://www.grouputer.com/
4	Meeting Dragon.com	Meeting Dragon.com	2012	http://www.meetingdragon.com/
5	Meetingworks	Meetingworks	2012	http://www.meetingworks.com/
6	TeamWorks	--	2012	http://www.teamworks.si/
7	ThinkTank	GroupSystems	2012	http://www.groupsystems.com/
8	WebIQ	--	2012	http://www.webiq.net/
9	Metallon	--	2012	http://www.metallon.org/
10	AccessGrid3	Access Grid	2010	http://www.accessgrid.org/

Postęp technologiczny wpłynął w znaczący sposób na zmianę definicji GSWD. Współcześnie występuje stała tendencja do zatarcia granicy pomiędzy poszczególnymi typami systemów zarówno w architekturze *communication-based*, jaki pozostałych klas. Internet stał się uniwersalnym medium pozwalającym na szybką wymianę informacji oraz wiedzy. SWD w opisywanej architekturze integrują heterogeniczne zasoby, celem ich finalnego udostępnienia decydentom oraz ułatwiają komunikowania się grup decyzyjnych, także w sensie możliwości osiągnięcia konsensusu. Technologie transmisji strumieniowej audio i video pozwalają na wydajne wsparcie procesu interakcji grup eksperckich rozproszonych geograficznie budując nowy wymiar interakcji oraz integracji. Internet jako medium pozwala na aktywizację wymiany informacji oraz wiedzy, definiując nowy, społecznościowy wymiar podejmowania decyzji.

Na Rys. 4.5 prezentujemy prognozę aktywności publikacyjnej metod stosowanych w SWD Communication-Driven do roku 2025 wykonaną metoda ARIMA na podstawie kwerend w Microsoft ACN.



Rys. 4.5. Prognoza aktywności publikacyjnej dla metod stosowanych w SWD *Communication-Driven* do roku 2025

Podsumowując, podstawowym zadaniem dla organizacji zainteresowanych wdrożeniem efektywnych wzorców podejmowania decyzji przy pomocy SWD jest implementacja nowych modeli komunikacji, czy pracy grupowej, takich jak budowa wirtualnych grup zadaniowych na potrzeby organizacyjne (Zuo, 2008), tworzenie

strategii organizacji (Hoyt, Sherman,2004), proces naboru (Shih i in., 2005), strukturyzowane negocjacje (Martinovski, 2009) i wiele innych.

Dodatkowym wymiarem użytkowym SWD jest tzw. wymiar społeczny. Systemy tego typu są dedykowane celem uzyskania konsensusu, przy tworzeniu różnego typu polityk, np. konsultacje społeczne decyzji organów administracyjnych na poziomie regionu lub państwa (e-democracy; French, 2007). W kontekście społecznym istnieje też możliwość generowania samoorganizujących się inicjatyw wokół pewnego zagadnienia z wykorzystaniem sieci społecznościowych, w celu konsultacyjnym lub lobbingowym. Przykładami prac opisującymi wskazane przypadki kolektywnego podejmowania decyzji z wykorzystaniem sieci społecznościowych są między innymi prace de la Rosa Troyano i in.. (2010) oraz Rodrigues i in. (2004).

4.8. **SWD *Web-based***

Współcześnie pojawia się postulat o konieczności rozszerzenia podziału wprowadzonego przez Altera o nowy element: SWD oparte o sieć Web (*DSS web-based*). Power (1998) definiuje systemy *Web-based*, jako systemy skomputeryzowane, które dostarczając wsparcie decyzyjne lub informacyjne dla kadry zarządzającej wykorzystujące przeglądarki sieci Web. Systemy te można utożsamiać z architekturą dwu lub trój-warstwową konstrukcji systemu. Oznacza to, że technologie Web stanowią jedynie element pośredniczący (nakładka technologiczno-programowa) dostarczających znanych już metod systemów SWD.

Wprowadzenie wskazanego elementu taksonomii nie jest nadmiarowym lub zbędnym formalizmem. Systemy SWD oparte o sieć Web, są bezpośrednio powiązane z gwałtownym upowszechnieniem medium wymiany informacji, jakim jest Internet. Berners-Lee (1996) dokonał jako jeden z pierwszych przeglądu systemów *Web-based*. Bhargava i Power (2007) wyróżnili dwa wyraźne wzorce użytkowe SWD *Web-based*: sieć Web, jako media – platforma wizualizacji oraz sieć Web jako komputer – platforma dedykowana przetwarzaniu SWD. Bhargava i in. (2007) przeprowadzili analizę współczesnych kierunków rozwoju systemów SWD *web-based* oraz dokonali wyróżnienia następujących obszarów intensywnej eksploatacji tych systemów:

- technologie wspomagania decyzji, jako usługa

oraz

- technologie i zadania wsparcia decyzji w sieci Web.

Zastosowanie technologii sieciowych i korzystanie z zasobów Internetu należy traktować, jako normalny etap ewolucji każdej z prezentowanych kategorii SWD.

Powell (2001) twierdzi, że w końcu lat 90. poprzedniego stulecia korporacyjne systemy intranetowe były bardzo rozpowszechnione w wielu podmiotach. Znakomicie sprawdzały się w funkcji wymiany informacji i zarządzania wiedzą. Systemy korporacyjne głównie bazowały na narzędziach i metodach, do których, miedzy innymi zaliczamy: kwerendy *ad-hoc*, narzędzia analityczne i raportowe, modele optymalizacyjne i symulacyjne, OLAP, *data mining* i in. Zainteresowanie

tego typu systemami wynika także z uniwersalności rozwiązań, uzyskania elastyczności technologii oraz wprowadzenia języków: ASP, PHP, czy Java. Powyższe aspekty użytkowe pozwoliły na stworzenie nowych nisz rynkowych dla aplikacji analitycznych i samych SWD.

4.9. **Przestrzenne SWD (Spatial DSS)**

Na początku lat dziewięćdziesiątych poprzedniego wieku pojawiły się pierwsze implementacje systemów SSWD (*Spatial Decision Support Systems*; Armstrong i in., 1986; Crossland i in., 1995). Systemy SSWD bazują na aktywnej implementacji systemów GIS (*Geographic Information Systems*) przez budowę symbiozy tych dwóch koncepcji. Systemy GIS, są rozwiązaniami bazującymi głównie na analizie i przetwarzaniu danych w aspekcie geograficznym. Przykładami implementacji rozwiązań GIS stanowią darmowy projekt Gcensus bazujący na produkcie Google Earth (Gcensus, 2009) lub komercyjny produkt Google Earth (2009). Wg Sprague (1996), większość SSWD bazuje głównie na podejściu interakcyjnym modułu SWD z systemami GIS. Poparciem tej tezy są takie rozwiązania, jak Environment Explorer, LUMOCAP, MOLAND, MURBANDY, Zer0-M, Bike Parking Public Interface i wiele innych.

Przestrzenne SWD wykorzystujące systemy pozycjonowania (np. GPS) w czasie rzeczywistym są implementowane często jako rekomendery, wskazujące podróżnemu najbliższe lub polecane hotele, restauracje, stacje paliw itp. W tej klasie systemów rozróżnienie pomiędzy systemami rekomendującymi, a SWD polega głównie na sposobie przekazania informacji o preferencjach: gdy jedynym źródłem preferencji dotyczących wyboru decyzji jest decydent, a odpowiedź systemu odnosi się jedynie do konkretnego zapytania, wówczas system taki klasyfikowany jest jako SWD. Natomiast rekomendowanie oprócz konkretnego zapytania także miejsc lub produktów pokrewnych lub ustalanie kolejności rankingu zwracanych obiektów w oparciu o kryteria reklamodawcy pozwalają zakwalifikować system do klasy rekomenderów (por. Rozdz.5).

4.10. **Podsumowanie**

Przyszłe SWD charakteryzować się będą w coraz większym stopniu integracją w pełnym spektrum wsparcia procesu decyzyjnego oraz jego transparentności. Termin integracja oznacza tu zarówno elastyczne stosowanie różnorodnych komponentów architektonicznych zależnych od wymagań implementacji oraz potrzeb użytkownika systemu, jak również objęcie zakresem wspomagania decyzji procesu formułowania problemu decyzyjnego, kognitywnego badania i ujawniania preferencji decydenta oraz aktywnego poszukiwania alternatyw. Cechą charakterystyczną współczesnych implementacji SWD jest zatarcie granic pomiędzy stosowanymi architekturami informatycznymi, co skutkuje coraz częstszym powstawaniem

hybrydowych SWD, o różnorodnym sposobie wykorzystania podczas procesu decyzyjnego. Jednocześnie trend ten nie jest jeszcze ujawniany podczas przeglądu bibliograficznego, który wykazuje znikomą ilość publikacji poświęconych zagadnieniu współpracy i integracji architektur SWD. Wynika to z kilkuletniego z reguły cyklu publikacyjnego w sytuacji, gdy praktyka implementacji SWD wyprzedziła opracowania teoretyczne. Można się jednak spodziewać, że w perspektywie roku 2020 i później pojawią się teoretyczne podstawy dla jakościowego rozwoju ISWD, a w konsekwencji, że ewolucja software'u tej klasy przyspieszy i będzie oparta – przynajmniej częściowo – o automatycznie generowane moduły.

SWD wymagają obsłużenia procesu decyzyjnego kompleksowo Narzuca to konieczność dynamicznego i elastycznego modelowania środowiska decyzyjnego zależnie od aktualnych potrzeb informacyjnych. Proponowane przepływy informacyjne dla poszczególnych architektur SWD w kontekście niniejszej rozprawy zgromadzono w Tab. 4.7.

Tab. 4.7. Przepływy informacyjne architektur SWD (opracowanie własne)

Architektura	Cechy użytkowe pożądane dla SWD	Źródła danych, informacji, wiedzy
Data-driven	dostęp i przetwarzanie danych	szeregi czasowe lub inne dane strukturyzowane bądź nieustrukturyzowane
Model-driven	dostęp i manipulacja modelami	modele statystyczne, symulacyjne, optymalizacyjne
Knowledge-based	dostęp i manipulacją wiedzą	wiedza ekspercka, fakty, reguły procedury, ontologie lub komplementarne struktury
Communication-based	pozyskiwanie wiedzy eksperckiej, praca grupowa, grupowe podejmowanie decyzji	kolektywna inteligencja, współdzielenie wiedzy na poziomie grup

Możliwość implementacji SWD przez integrację architektur może skutkować budową systemów zdolnych do kompleksowego i elastycznego wspomagania różnorodnych procesów decyzyjnych, powiązanego ze wspomaganiem działań operacyjnych (wdrażania podjętych decyzji) przez osobę, grupę osób lub instytucję użytkującą system.

Bibliografia Rozdziału 4

1. Alter, S.L. (1980). Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenge. Addison-Wesley, Reading, MA
2. Alter, S.L. (2004). A work system view of DSS in its fourth decade. Decision Support Systems 38(3), 319– 327

3. Aramyan, L.H.; Lansink, A.G.J.M.O.; Verstegen, J.A.A.M. (2007). Factors underlying the investment decision in energy-saving systems in Dutch horticulture. Agricultural Systems 94(2), 520-527.
4. Armstrong, M.P.; Densham, P.J.; Rushton, G. (1986). Architecture for a Microcomputer Based Decision Support System. W: Second International Symposium on Spatial Data Handling (International Geographical Union, Seattle) s. 120-131.
5. Arnott, D.; Jirachiefpattana, W.; O'Donnell, P. (2007). Executive information systems development in an emerging economy. Decision Support Systems 42(4), 2078-2084.
6. Bagad, V.S. (2009). Management Information Systems. 4th Ed., Technical Publications, Pune.
7. Berners-Lee, T. (1996). WWW: Past, Present, and Future. IEEE, Computer Magazine 29(10).
8. Bhargava, H.; Power, D. J. (2001). Decision Support Systems and Web Technologies: A Status Report. W: Proceedings of the 2001 Americas Conference on Information Systems. MA.
9. Bhargava, H. K.; Power, D. J.; Sun, D. (2007). Progress in Web-based decision support technologies. Decision Support Systems 42(3), 1083–1095.
10. Boella, G.; Pigozzi, G.; Leendert van der Torre, L. (2009). Normative Systems in Computer Science. Ten Guidelines for Normative Multiagent Systems. Dagstuhl Seminar Proceedings 09121, Normative Multi-Agent Systems, s.21, http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2009/1902.
11. Bonczek, R. H.; Holsapple, C. W.; Whinston, A.B. (1981). Foundations of Decision Support Systems. Academic Press, New York.
12. Boschian, V.; Rezg, N.; Chelbi, A. (2009). Contribution of simulation to the optimization of maintenance strategies for a randomly failing production system. European Journal of Operational Research 197(3), 1142-1149.
13. Buchanan, B.G.; Shortliffe, E. H. (1994). Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Addison-Wesley.
14. Bui, T.X.; Jarke, M. (1986). Communications Design for Co-op: A Group Decision Support System. ACM Transactions on Office Information Systems 4, 81-103.
15. Caldelli, A.; Parmigiani, M.L. (2004). Management Information System – A Tool for Corporate Sustainability. Journal of Business Ethics 55(2), 159 - 171.
16. Chauhan, S.S.; Proth, J.M. (2005). Analysis of a supply chain partnership with revenue sharing. International Journal of Production Economics 97(1), 44-51.
17. Codd, E. F.; Codd, S. B.; Salley, C. T. (1993). Providing OLAP (On-Line Analytical Processing) to User-Analysts: an IT Mandate. E.F. Codd and Associates.
18. Crossland, M. D.; Wynne, B. E.; Perkins, W. C. (1995). Spatial Decision Support Systems: An overview of technology and a test of efficacy. Decision Support Systems. Vol. 14(3), 219-235.
19. Dai, Y.; Chao, X.; Fang, S.C.; Nuttle, H.L.W. (2007). Pricing in revenue management for multiple firms competing for customers. International Journal of Production Economics, 98(1), 1-16.
20. de la Rosa Troyano, F. M.; López, T.; Gasca, R. M. (2010). Competitive intelligence based on social networks for decision making. International Journal of Software Engineering and Its Applications 4(4), 93-104.
21. Donovan, J.J.; Madnick, S.E. (1977). Institutional and Ad Hoc DSS and Their Effective Use. ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems - Proceedings of a conference on Decision Support Systems, Santa Clara, California, January 24-26, 1977, Volume 8(3), Winter 1977, s. 79-88

22. Engelbart, D. C. (1962). Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework. Stanford Research Institute, Menlo Park, California.
23. Eom, S.; Kim, E. (2006). A survey of decision support system applications (1995–2001). Journal of the Operational Research Society 57(11), 1264-1278.
24. Fayyad, U.; Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. Association for the Advancement of Artificial Intelligence, Menlo Park, California, AI Magazine 17(3), 37-54.
25. Fedorowicz, J. (1993). A Technology Infrastructure for Document-Based Decision Support Systems. Decision Support Systems. Putting Theory into Practice, Prentice-Hall, s.125-136.
26. Goul, M. J. C.; Henderson, J. C.; Tonge F. M. (1992). The emergence of Artificial Intelligence as a Reference Discipline for Decision Support Systems Research. Decision Sciences, 23(6), 1263-1276.
27. Gray, P.; Mandviwalla, M. (1999). New Directions for GDSS. Group Decision and Negotiation 8, 77 – 83.
28. Hackathorn, R. D.; Keen, P. G. W. (1981). Organizational Strategies for Personal Computing in Decision Support Systems. MIS Quarterly 5(3), 21-27.
29. Hall, W. P.; Jones, M. (2002). Document-based Knowledge Management in Global Engineering and Manufacturing Projects. W: Document-Based KM in Engineering & Manufacturing, s. 8-13.
30. Hiltz, S. R.; Turoff, M. (1993). Network Nation - Revised Edition: Human Communication via Computer. The MIT Press.
31. Holsapple, C.; Whinston, A. (1996). Decision Support Systems: A Knowledge-Based Approach. MN: West Publishing, Minneapolis/St. Paul.
32. Houdeshel, G. H. W. (1987). The Management Information and Decision Support (MIDS) System.MIS Quarterly 11, 127-140.
33. Howard, R.A.; Matheson, J.E. (2005). Influence Diagrams. Decision Analysis 2(3), 127–143.
34. Hoyt, J.; Sherman, H. (2004). Strategic groups, exit barriers and strategy decision constraints in high-tech companies. Journal of High Technology Management Research 15(2), 237-247.
35. Joyner, R.; Tunstall, K. (1970). Computer Augmented Organizational Problem Solving. Menagement Science. 17(4), B212-226.
36. Keefer, D. L.; Kirkwood, C. W.; Corner, J. L. (2004). Perspective on Decision Analysis Applications, 1990–2001. Decision Analysis 1(1), 4–22.
37. Keeney, R.L. (1996). Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. European Joumal of Operational Research 92, 537-549.
38. Kengpol, A. (2004). Design of a decision support system to evaluate the investment in a new distribution centre. International Journal of Production Economics, 90(1), 59-70.
39. Kersten, G. E. (1985). NEGO - Group Decision Support System. Information and Management 8, 237-246.
40. Kim, J.; Suh, W.; Lee, H. (2002). Document-based workflow modeling: a case-based reasoning approach. Expert Systems with Applications 23(2), 77-93.
41. Klaas R.L.; Weiss Ch. F. (1972). An Analytical Information Management System---Users Guide. American Airlines, Inc.
42. Klein, M.; Methlie, L. B. (1995). Knowledge-based Decision Support Systems with Applications in Business. John Wiley & Sons, Chichester.
43. Lankoski, L. (2009). Cost and revenue impacts of corporate responsibility: Comparisons across sustainability dimensions and product chain stages. Scandinavian Journal of Management 25(1), 57-67.

44. Lindsay, R. K.; Buchanan, B. G.; Feigenbaum, E. A. J. L. (1980). Applications of Artificial Intelligence for Organic Chemistry: The Dendral Project. McGraw-Hill Book Company.
45. Taplin, J. (1973).AAIMS: American Airlines answers the whatifs. Infosystem, 40—41.
46. Martinovski, B. (2009). Emotion and Interactive Technology-Mediated Group Decision and Negotiation. Group Decision and Negotiation 18(3), 189 – 192.
47. McGinley, P. (2010). Decision Analysis Software Survey 2010. OR/MS Today.
48. Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review 63(2), 81-97.
49. Mockler, R. J. (1989). Knowledge-Based Systems for Management Decisions. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
50. Morton, S. (1971). Management Decision Systems: Computer-based support for decision making. Graduate School of Business Administration, Harvard University, Boston.
51. Naranjo-Gil, D.; Hartmann, F. (2007). How CEOs use management information systems for strategy implementation in hospitals. Health Policy, 81(1), 29-41.
52. Noone, B.M.; Mattila, A.S. (2009). Hotel revenue management and the Internet: The effect of price presentation strategies on customers' willingness to book. International Journal of Hospitality Management 28(2), 272-279.
53. O'Brien, J. (1998). Management Information Systems: Managing Information Technology in the Internetworked Enterprise. Irwin Professional Pub Computer.
54. Pick, J.B. (2011). Web and mobile spatial decision support as innovations: comparison of United States and Hong Kong, China. In: Shuff D. i in. (red.) Decision support. An Examination of the DSS Discipline. Annals of Information Systems 14, Springer, s. 83-111.
55. Powell, R. (2001) "DM Review: A 10 Year Journey." DM Review.
56. Power, D. J. (1998). Web-based Decision Support Systems. DSstar, The On-Line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support. 2.
57. Power, D. J. (2002). Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers. Greenwood/Quorum, Westport.
58. Power, D. J. (2007). What are the features of a data-driven DSS? DSS News 8(4).
59. Ramaekers, K. (2009). A simulation optimisation approach for inventory management decision support based on incomplete information. 4OR, 7(1), 93 – 96.
60. Ricci, F.; Rokach, L.; Shapira, B. (2010). Recommender Systems Handbook. Springer
61. Rockart, J. F.; Treacy, M. E. (1982). The CEO Goes On-Line. pp. 82-88. Harvard Business Review.
62. Roeding, C. R.; Purkert, G.; Kindner, S. K.; Muller, R. (1999). Secrets of Software Success: Management Insights from 100 Software Firms Around the World. Harvard Business School Press.
63. Rodriguez, M. A.; Steinbock, D.J. (2004). Societal-Scale Decision Making Using Social Networks. International Journal of Software Engineering and Its Applications(1), 33-38.
64. Salmeron, J. (2002). EIS data: Findings from an evolutionary study. Journal of Systems and Software 64(2), 111-114.
65. Salmeron, J. (2002). EIS profitability, costs and benefits: An evolutionary approach. Industrial Management & Data Systems, 102(5-6), 284-288.
66. Salmeron, J. (2002). EIS Evolution in Large Spanish Businesses. Information & Management 40(1), 41-50.

67. Salmeron, J. (2003). EIS Success: Keys and difficulties in major companies. Technovation, 23(1), 35-38.
68. Salmeron, J.; Herrero, I. (2005). An AHP-based methodology to rank critical success factors of executive information systems. Computer Standards & Interfaces 1, 1-12.
69. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning Setting Priorities, Resource Allocation. Texas, Mcgraw-Hill.
70. Sharda, R.; Barr, S.; McDonnell, J. (1988). Decision Support Systems Effectiveness: A Review and Empirical Test. Management Science 34(2), 139-159.
71. Shih, H. S.; Huang, L.C.; Shyur, H. J. (2005). Recruitment and selection processes through an effective GDSS. Computers and Mathematics with Applications, 50(10-12), 1543-1558.
72. Shu-Hsien, L. (2005). Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. Expert Systems with Applications 28(1), 93-103.
73. Skulimowski, A.M.J. (1996). Decision Support Systems Based on Reference Sets. Kraków, Wydawnictwo AGH, Monografie t.40, s.167.
74. Skulimowski, A.M.J. (2004). The Challenges to the Medical Decision-Making Systems posed by mHealth, The IPTS Report, No.81(Feb.), 4–11.
75. Skulimowski, A.M.J. (2011). Future Trends of Intelligent Decision Support Systems and Models. Futuretech 2011, Part I, CCIS, Vol. 184, Springer, 11-20.
76. Sullivan, D. (2001). Document Warehousing and Text Mining. Wiley Computer Publishing, New York.
77. Swanson, E. B.; Culnan, M. J. (1978). Document-Based Systems for Management Planning and Control: A Classification, Survey, and Assessment. MIS Quarterly, 2(4), 31-46.
78. Turoff, M.: Delphi Conferencing. (1970). Computer Based Conferencing with Anonymity. Journal of Technological Forecasting and Social Change 3, 159-204.
79. Urban, G. L. (1967). SPRINTER: A Tool for New Products Decision Makers. Industrial Management, 8(2), 43-54.
80. Watson, H.; Houdeshel, G.; Rainer K. R. (1997). Building Executive Information Systems and other Decision Support Applications. New York, John Wiley.
81. Watson, H. J.; Rainer, R. K.; Koh, C.(1991).Executive Information Systems: A Framework for Development and a Survey of Current Practices 15(1), 13-30.
82. Zhang, D.; Cooper, W.L. (2009). Pricing substitutable flights in airline revenue management. European Journal of Operational Research, 197(3), 848-861.
83. Zopounidis, C.; Doumpos, M.; Matsatsinis, N.F. (1997). On the use of knowledge-based decision support systems in financial management: A survey. Decision Support Systems 20(3), 259-277.
84. Zuo, Y.; Panda, B. (2008). Two-level trust-based decision model for information assurance in a virtual organization. Decision Support Systems 45(2), 291-309.

Streszczenie. Celem niniejszego rozdziału jest zbadanie formułowania i analiza ogólnych reguł i zasad, które regulują rozwój kluczowych czynników, wpływających na rozwój systemów wspomagania decyzji (DSS) i ich modeli uzytkowania. W rozdziale przedstawiona została pierwsza część rezultatów badań Systemów Wspomagania Decyzji, opartych na analizie bibliograficznej i bibliometrycznej. W celu opracowania modelu odpowiedniego dla prognoz i rekomendacji średnioterminowych, wyszczególniono podklasy SWD, które charakteryzują rozwój tej klasy systemów. Wśród najważniejszych podklas zbadano zwłaszcza SWD ukierunkowane na dane (*data-based*), oparte na wiedzy (*knowledge-based*) oraz systemy ukierunkowane na model (*model driven*). W kolejnych podrozdziałach scharakteryzowano najważniejsze podklasy SWD i dokonano wstępnej analizy bibliometrycznej ich trendów rozwojowych do roku 2025, także w kontekście wybranych zastosowań. Omówione zostały także trendy rozwojowe systemów opartych na komunikacji współdecydentów (Grupowe Systemy Wspomagające Decyzje), SWD oparte o sieć (*web-based*) oraz przestrzenne SWD (*spatial DSS*).

Słowa kluczowe: Technologie społeczeństwa informacyjnego, Systemy Wspomagania Decyzji (SWD), Taksonomia SWD, Foresight

Perspektywy rozwoju systemów rekomendujących

5

Marek Czerni,
Przemysław Pukocz,
Andrzej M.J. Skulimowski,
Ewa Szymlak

5.1. **Definicja systemu rekomendującego**

Głównym zadaniem rekomenderów (inaczej: system rekomendujący, w skrócie SR) jest inteligentne wspomaganie podejmowania decyzji użytkowników poprzez wskazanie (sugerowanie) konkretnego rozwiązania lub zbioru rozwiązań godnych uwagi. Prezentacja rozwiązań nastepuje z reguły w ustalonej kolejności, od najmocniej polecanego, do obiektów mniej istotnych dla odbiorcy informacji rekomendacyjnych (potencjalnego konsumenta, decydenta). Tym samym rekomendery stanowią podklasę SWD (Systemy Wspomagania Decyzji), istnieją jednak istotne różnice, przemawiające za wyodrębnieniem tej klasy aplikacji. Teoria SR nie jest jeszcze w pełni ugruntowana, co dotyczy zwłaszcza rozróżnienia pomiędzy SWD, a SR. Ricci i in. (2011) zwracają uwagę na aspekt przedmiotowy sugestii, jako podstawowego „produktu" systemu rekomendującego, w odróżnieniu od SWD, gdzie podstawowym produktem jest decyzja i jej implementacja.

Istnieją także dalsze różnice, związane z pojęciem interesariuszy procesu decyzyjnego, którym w przypadku SWD jest zawsze decydent (także grupowy), gdy natomiast w SR głownym interesariuszem jest operator systemu odpowiedzialny za wybór procedury rekomendacji. Interes decydenta jest często drugoplanowy, co pozwala na modelowanie procesu rekomendacji i decyzji w postaci gry Stackelberga w sposób podobny do ogólnego procesu wymiany wiedzy (por. Samaddar i Kadiyala, 2006). Problem sprawiedliwego rozłożenia korzyści wynikających z korzystania z systemu rekomendującego i związane z tym zagadnienie wiarygodności systemu były rozważane przez caly okres rozwoju teorii SR. Resnik i in. (1997) wspominają o transparentnym procesie przygotowania rekomendacji dla użytkownika bądź grupy użytkowników nieposiadających wystarczającego doświadczenia.

W ciągu dwóch dekad rozwoju teorii i implementacji SR nastąpiła duża specjalizacja i dywersyfikacja tych systemów. Optymalizacja kosztów pozyskiwania wiedzy niezbednej do generowania rekomendacji powoduje, że rekomendacje konkretnego systemu skupiają się na określonym specyficznym obszarze problemowym dedykowanym pracy tego systemu. Już w początkowym okresie rozwwoju Internetu Schafer i in. (1999) wskazali przykłady rekomendowanych obiektów takich jak pliki muzyczne, książki i inne produkty oferowane w serwisie Amazon, które aktualne są do dzisiaj pozostają jednymi z głównych obszarów rekomendacji. SR są nieodłącznie związane ze środowiskiem internetowym, gdzie są intensywnie stosowane przez najwieksze firmy webowe, takie jak Amazon.com, Yahoo! Music, YouTube, Google, czy Netflix. Rekomendery stosowane są powszechnie w serwisach aukcji internetowych, gdzie służą nie tylko do rekomendacji obiektów, lecz także oferentów i (rzadziej) nabywców, a także w serwisach turystycznych, w tym zwłaszcza w systemach rezerwacyjnych, takich jak booking.com, czy otel.com.

Obecnie wyróżnia się trzy podstawowe grupy systemów rekomendujących:

- SR stosujące rekomendacje oparte na zawartości, w której zbiór cech produktów porównywany jest z preferencjami i cechami użytkownika.
- Systemy filtracji kolektywnej, które nie biorą pod uwagę cech pojedynczych obiektów, lecz analizują informacje z dużego zbioru historycznych danych

dotyczących powiązań produktów i użytkowników systemu i na tej podstawie wykrywają statystyczne reguły dokonywania wyboru przez decydentów.
- Systemy oparte na analizie skupień (klastrów), które klasyfikują użytkowników według ich cech, a następnie przyporządkowują obiekty do grup użytkowników o wspólnych cechach.

Systemy rekomendujące pozwalają usprawnić proces współdzielenia inteligencji społecznej, a nawet go rozpowszechnić na nowe obszary stosowania. Aplikacje te głównie są kojarzone z zapewnieniem spersonalizowanych porad dotyczących produktów lub usług, którymi użytkownicy mogliby być zainteresowani. Pełnią również ważną rolę w rozwoju usług internetowych, a także w wielu gałęziach nauki i edukacji. Umiejętnie wykorzystywane SR mogą być pomocne w życiu codziennym, prywatnym i zawodowym, służąc do filtracji nadmiarowej ilości danych i informacji. Stąd też SR są nieodzowną częścią wielu systemów informatycznych, m. in. w dziedzinie e-commerce, sieciach społecznościowych, bibliotekach cyfrowych, portalach biznesowych. Pozwalają na zwiększenie zadowolenia użytkownika przez zaproponowanie mu nowej interesującej zawartości, co przekłada się zwiększenie przychodów sprzedawców produktów i usług. Analiza literaturowa, a także historia wersji konkretnych SR dostepnych w sieci wskazują, że zakres zastosowań SR jest coraz szerszy, pojawiają się wciąż SR dedykowane do nowych zastosowań, takich jak rekrutacja pracowników, odnajdywanie znajomych, czy też rekomendery medyczne.

Typowy system rekomendujący pozwala na monitorowane i przetwarzane działań użytkowników Rekomendacja ma dostarczyć wartości dodanej użytkownikowi, poprzez np. podniesienie jakości usług, skrócenie czasu zakupów, podniesienie satysfakcji klienta. Cele te są realizowane przez stosowanie specjalistycznych algorytmów wykorzystujących podobieństwo cech i zachowania obiektów, dopasowanie profilu osób rekomendujących i poszukujących. Rekomendery wykorzystują głównie techniki zmierzające do sugerowania alternatywnych rozwiązań, filtracji nadmiarowej treść lub/i dostosowanie jej do percepcji odbiorcy, czy dokonanie predykcji przyszłych wyborów lub zachowań. Dopasowanie rekomendacji do preferencji aktywnego użytkownika stanowi o sukcesie danej aplikacji. Ricci i in. (2011) wyszczególniają następujące przyczyny wzrostu popularności SR w zastosowaniach komercyjnych:

- wzrost sprzedaży produktów i usług,
- zwiększenie gamy sprzedawanych produktów,
- zwiększenie satysfakcji klienta,
- budowanie relacji z klientem,
- dynamiczne dopasowanie do potrzeb klienta.

W pracy Burke i in. (2007) traktującej o autoadaptacyjnych stronach web wyróżniono następujące istotne funkcjonalności i aspekty działania SR:

- identyfikacja pewnego zbioru dobrych rozwiązań dla użytkownika,
- identyfikacja wszystkich elementów zbioru rozwiązań zadawalających użytkownika,
- umieszczanie adnotacji z uwzględnieniem kontekstu,

- tworzenie rankingów, rekomendacja sekwencji produktów,
- wiązanie produktów i usług w zależne pakiety rekomendacji,
- adaptacyjna interakcja z treścią serwisu bez intencji nabycia produktu,
- identyfikacja preferencji użytkowników przez testową interakcję z systemem,
- modelowanie własnych danych i informacji przez użytkowników,
- stymulowanie aktywności użytkowników celem zwiększenia ilości i podniesienia poziomu rekomendacji,
- stymulowanie wśród użytkowników chęci niesienia pomocy innym oraz możliwości wpływu na innych.

Przykładem prostych SR są porównywarki sieciowe, które podają opcje zakupu produktu z pewnego zbioru potencjalnych rozwiązań. Użytkownik otrzymuje uporządkowane odnośniki do ofert spełniających warunki zdefiniowane w zapytaniu. Dalsza klasyfikacja SR odnosi się do sposobu przetwarzania informacji o użytkowniku:

- SR pasywne – związane z kolejnością stron odwiedzanych przez wyszukiwarkę,
- SR oparte na uniwersalnych kryteriach stosowanych przez wyszukiwarkę wobec wszystkich użytkowników,
- SR kontekstowe – oparte na znajomości IP użytkownika i związanych z tym zbiorowych preferencjach zapisanych w bazie wiedzy wyszukiwarki (np. użytkownik z Polski pytający o dostawcę obiadu w Wielkiej Brytanii może uzyskać w pierwszej kolejności linki do dostawców zapewniających catering „kontynentalny").
- SR kontekstowe – indywidualne, oparte na identyfikacji użytkownika i zapisie w bazie wiedzy wyszukiwarki jego indywidualnych preferencji podawanych w sposób bezpośredni, lub wyznaczonych na podstawie zgłaszanych wcześniej zapytań i dokonywanych wyborów,

Jak wspomnielismy wyżej, jedna z najwazniejszych funkcji analitycznych realizowanych przez SR jest tworzenie rankingów uzutkowników i różnorodnych obiektów. Schifanella i in. (2008) podali przykłady metod rankingowania stosowanych w SR:

- rankingowanie numeryczne (ilościowe), oparte o metody skoringowe,
- rankingowanie jakościowe, gdzie ustala się częściowy porządek,
- zdefiniowanie binarnego porządku,
- ocenianie unarne.

Oprócz najpostszych przypadków, rankingowanie zwiazane jest z reguły ze stosowaniem metod analizy wielokryterialnej. Należy zatem wyróżnić również

- wielokryterialne metody rankingowe.

5.2. **Podstawowe klasy funkcjonalne i zadania rekomenderów**

Jak wspomnielismy w poprzednim podrozdziale, rekomendery powstały nie tylko w celu wspomagania decyzji użytkownika końcowego, ale także w celu zapewnienia korzyści serwisowi, który z nich korzysta. Można wyszczególnić następujące przyczyny wzrostu popularności rekomenderów:

- Rozwój *e-commerce* – działanie na rzecz zwiększenia ilości i/lub wartości produktów sprzedawanych w Internecie to jeden z podstawowych celów rekomenderów, któremu podporządkowane są różnorodne funkcjonalności tych systemów. Cele szczegółowe poszczególnych implementacji mogą być węższe, np. maksymalizacja wartości sprzedaży produktów, których popularność jest niższa niż innych, niewymagających dodatkowej reklamy. Przykładem może być serwis Netflix (internetowa wypożyczalnia filmów DVD). Usługodawca jest zainteresowany wypożyczaniem wszystkich filmów z katalogu, nie tylko tych najbardziej popularnych. Systemy rekomendujące mają za zadnie sugerować także i mniej popularne filmy wybranym odpowiednio użytkownikom.
- Dotarcie w celu zaoferowania do sprzedaży lub tylko w celu informacyjnym do jak największej ilości obiektów trudnych do znalezienia bez precyzyjnej rekomendacji. Podstawowym celem systemów rekomendujących, z której pomocą użytkownik może odnaleźć produkty, publikacje naukowe, kursy e-learningowe itp. jest precyzyjne odczytanie preferencji użytkowników i zastosowanie tej informacji podczas generowania rekomendacji.
- Strony internetowe nie zajmujące się handlem wykorzystują funkcjonalności analogiczne do stosowanych w *e-commerce*, lecz ukierunkowane na przyciagnięcie na możliwie najdłuższy okres czasu uwagi odbiorcy na stronie internetowej, gdzie zastosowano rekomender. Przykład stanowi strona z newsami agencyjnymi, gdzie rekomneder ma na celu zachęcenie czytelnika, do przeczytania jak największej ilości artykułów.
- Konkurencja pomiędzy dostawcami informacji w Internecie powoduje intensyfikację działań na rzecz zwiększenia satysfakcji użytkowników. Badania webometryczne wskazują, że dobrze zaprojektowane systemy rekomendujące potrafią powodować wzrost zadowolenia użytkownika strony czy aplikacji. Zapewnia to równowagę pomiędzy korzyściami dysponenta SR, a zadowoleniem jego użytkowników. Użytkownik może znaleźć interesujące, trafne rekomendacje przy pomocy prawidłowo zaprojektowanej interakcji człowiek-komputer. Połączenie efektywności, tj. trafnych rekomendacji i użytecznego interfejsu powoduje wzrost subiektywnej oceny przez użytkowników systemu, a to z kolei powoduje zwiększenie ilości użytkowników systemu i wzrost prawdopodobieństwa akceptowalności rekomendacji.
- Potrzeba zwiększenie poziomu lojalności użytkowników – podstawową cechą systemów rekomendujących jest wykorzystywanie informacji uzyskanych od użytkowników podczas ich poprzednich interakcji, np. ocen wystawianych różnym przedmiotom lub sprzedawcom. W konsekwencji, im

więcej zaistniało interakcji użytkownika ze stroną internetową, gdzie zainstalowany jest rekomender, tym bardziej wyrafinowany powstaje jego model. System konstruuje model reprezentujący preferencje, emocje i schematy behawioralne użytkownika. Dzięki algorytmom optymalizującym każda kolejna rekomendacja może coraz lepiej odpowiadać preferencjom użytkownika.

- Lepsze zrozumienie potrzeb klienta – opis preferencji użytkownika zbierany bezpośrednio przez system lub przez niego przewidywany, Operator serwisu może podjąć decyzję o użyciu ponownie tej wiedzy dla wielu innych celów, takich jak np. poprawa zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie. W dziedzinie turystyki biuro podróży może zdecydować o reklamowaniu specyficznego regionu dla nowego klienta docelowego lub zareklamować go poprzez konkretny typ wiadomości, na podstawie analizy danych zebranych przez systemy rekomendujące, w tym zwłaszcza transakcji użytkowników.

Do zadań i procedur realizowanych przez systemy rekomendujące należą m.in.:

- Polecanie użytkownikowi kilku pozycji w postaci listy rankingowej, utworzonej w oparciu o przewidywania odnośnie wielkości zainteresowania daną pozycją (np. według skali *1-5* gwiazdek); jest to główne zadanie wielu rekomenderów (niektóre z nich nie pokazują przewidywanej oceny).
- Rekomendowanie wszystkich obiektów, spełniających określone potrzeby użytkownika. Oprócz korzyści wynikających z analizy wszystkich możliwości użytkownik może czerpać korzyści z tworzonych rankingów lub z dodatkowych wyjaśnień, które generują systemy rekomendujące.
- Tworzenie adnotacji w kontekście konkretnego obiektu lub ich grupy – przykładem może być system rekomendujący program TV, dokonujący adnotacji, jakie programy telewizyjne wyświetlanie w przewodniku elektronicznym po programach są warte obejrzenia.
- Polecanie sekwencji – rekomenduje się szereg pozycji, które tworzą odpowiednią całość; np. rekomendowanie seriali telewizyjnych czy utworów muzycznych.
- Polecanie pakietów – rekomenduje grupę przedmiotów, które do siebie pasują; przykładem może być plan podróży, zawierający opis wielu atrakcji, miejsc i usług noclegowych, znajdujących się w miejscu przeznaczenia; z punktu widzenia odbiorcy różne alternatywy mogą zostać rozważone w ten sposób i wybrany może zostać pojedynczy cel podróży.
- Doskonalenie profilu – użytkownik posiada możliwość wprowadzania informacji o swoich upodobaniach do systemu rekomendującego; trend polegający na gromadzeniu takich informacji w sposób zapewniający pełną prywatność, w tzw. elektronicznym rekordzie preferencji został zidentyfikowany w artykule (Skulimowski, 2011).
- Pomoc innym użytkownikom – systemy rekomendujące mogą umożliwiać altruistyczne działanie na rzecz społeczności użytkowników; poprzez dzielenie się informacjami.
- Pomoc w promocji opinii, poglądów, lub punktu widzenia użytkownika – w internetowych systemach rekomendujących istnieją użytkownicy, dla

których podstawowym celem jest wpływanie na innych, by przyjęli ich punkt widzenia.

Wymienione wyżej funkcjonalności i zadania można utożsamiać z aktualnymi trendami rozwojowymi SR – w każdej z klas następuje zwiększenie ilości aktywnych systemów i na podsatwie zarówno trendów bibliograficznych, jak i badań delfickich można wyciagnąc wniosek, że ta tendencja utrzyma się w ciągu najbliższych 5-15 lat.

Innym ważnym trendem, zaobserwowanym głownie na podstawie badań trendów bibliograficznych, jest wzrost złożoności systemów rekomendujących, polegający na implementacji w tym samym systemie wielu algorytmów i modeli.

5.3. **Podstawowe metody stosowane w systemach rekomendujących**

Implementacja systemów rekomendacyjnych stała się możliwa dzięki rozwojowi sieciowych technologii informatycznych w ostatnich kilku dekadach, przede wszystkim Internetu. Jednocześnie miał miejsce rozwój metod analizy decyzyjnej i innych technik analitycznych mogących służyć generowaniu i przekazywaniu rekomendacji. W obecnym podrozdziale dokonamy przeglądu najważniejszych metod i technik używanych w rekomenderach.

5.3.1. Filtracja kolektywna (Collaborative Filtering)

Filtracja kolektywna (*Collaborative filtering*, CF) jest techniką bardzo często wykorzystywaną w systemach rekomendujących. CF jest procesem filtrowania informacji lub pewnych wzorców, z wykorzystaniem technik obejmujących wykrywanie powiązań pomiędzy różnymi agentami, punktami widzenia, źródłami danych itp. W związku z tym aplikacje wykorzystujące filtrację kolektywną często muszą operować na bardzo dużych zbiorach danych. Jak dotąd metoda ta sprawdzała się przy operowaniu na bardzo różnych zbiorach danych i znalazła zastosowanie w różnych dziedzinach, np. w handlu elektronicznym, gdzie największy nacisk kładzie się na pozyskiwanie klientów i dobieranie dla nich odpowiednich, dopasowanych do nich, ofert.

W nowszym i nieco węższym rozumieniu, filtracja kolektywna jest metodą służącą do tworzenia automatycznych prognoz dotyczących preferencji danego użytkownika (klienta) na podstawie preferencji większej liczby użytkowników. Podstawowym założeniem, na jakim bazuje *Collaborative filtering* jest to, że jeżeli osoba *A* ma w pewnych kwestiach takie same opinie, jak osoba *B*, to bardziej prawdopodobne jest to, że zdanie osoby *A* na inny temat *X*, będzie takie samo, jak osoby *B*, niż że będzie takie samo jak losowo wybranej osoby.

W najczęściej używanych systemach rekomendujących CF może być zredukowanych do dwóch kroków:

- Wyszukaj użytkowników, u których można zauważyć te same wzorce zachowań, podobne oceny tych samych produktów, podobne opinie na dane tematy, co badany użytkownik, dla którego opracowywane są rekomendacje,
- Użyj danych na temat osób znalezionych w pierwszym kroku (np. ich wspólnie polubione produkty), aby obliczyć, które z produktów/usług polubionych przez te osoby, mogłyby spodobać się badanemu użytkownikowi.

Filtracja kolektywna bazująca na przedmiotach

Alternatywnym wykorzystaniem filtracji kolektywnej jest tzw. *item-based collaborative filtering* (filtracja kolektywna bazująca na przedmiotach). Pierwszy raz została ona wykorzystana przez serwis *Amazon.com* i generalnie opiera się na zasadzie: „zauważmy, że użytkownik, który kupił produkt *A*, kupił również produkt *B*".

Algorytm tej metody również można uprościć do dwóch kroków:

- Zbuduj macierz przedmiot-przedmiot, zawierającą relacje pomiędzy parami przedmiotów,
- Wywnioskuj, jakie są preferencje bieżącego użytkownika poprzez analizę powyższych danych i dopasowanie macierzy z kroku pierwszego dla tego użytkownika.

Jeszcze inną formą wykorzystania filtracji kolektywnej, jest prowadzenie obserwacji zachowań danego użytkownika (a nie informacji o jego opiniach na temat danych produktów, jak to ma miejsce w przypadku user-based collaborative filtering). Tego typu systemy, gromadzą informacje na temat tego, jak użytkownik zachowywał się w przeszłości, jakie były jego akcje (jakiej muzyki słuchał, jakie przedmioty kupował) i używanie tych danych do przewidzenia, jakie może być jego zachowanie w przyszłości, lub jak użytkownik może się zachować, mając przed sobą wybór.

Metody analityczne: Badanie korelacji Pearsona, klasteryzacja pearsonowska, metody wykorzystujące sieci Kohonena (sieci samoorganizujące się, por. Chen i in., 2008, Cho i in., 2009), analiza korelacji rangowej Spearmana i in., por. m.in. Agarwal i in. (2010), Ahn (2010), Al.-Shamri, Bharadwaj (2008), Blanco-Fernandez i in. (2010), Chen i in. (2008abc).

5.3.2. Klasteryzacja (analiza skupień)

W przypadku SR metody klasteryzacji są wykorzysywane jako technika, która pozwala na grupowanie użytkowników w klastry opierając się na ich poprzednich działaniach (np. kupionych przedmiotach). Każdemu klastrowi przypisuje się preferencje, które są wypadkową preferencji zgrupowanych w nim użytkowników. Rekomendacje dla użytkowników bazują na profilu klastra, do którego "należy" użytkownik.

Systemy rekomendujące oparte na klasteryzacji główny nacisk kładą na pogrupowanie użytkowników według pewnych wspólnych cech, a następnie wewnątrz tych grup stosowane są inne techniki, jak np. *Collaborative Filtering*. Pozwala to na dokładniejsze zdefiniowanie profilu danego klienta.

Przykładem takiego systemu jest SR działający w oparciu o dane o lokalizacji użytkowników. Dane na temat działań użytkownika, wraz z danymi o jego lokalizacji, są zapisywane w bazie danych. Po przejrzenia historii akcji innych użytkowników, jakie zostały zarejestrowane dla podobnej lokalizacji i po przypisaniu im pewnych wag, w zależności od odległości ich wystąpienia od bieżącej lokalizacji danego użytkownika następuje wybranie odpowiedniej akcji, zazwyczaj z wykorzystaniem innych metod rekomendacji, np. *Collaborative Filtering*.

5.3.3. Rekomendacje oparte na zawartości (*Content-Based Recommendation*)

Systemy rekomendujące oparte na zawartości analizują opisy produktów lub innych obiektów, aby zidentyfikować te produkty, które z punktu widzenia danego użytkownika są najbardziej interesujące. Ważną rolę odgrywają tu m.in. profil użytkownika, opisy produktu, słowa kluczowe. Istnieje wiele różnych implementacji tego podejścia, w zależności np. od sposobu przechowywania danych. Rekomendacje oparte na zawartości najczęściej znajdują zastosowanie w różnego rodzaju sklepach internetowych i serwisach informacyjnych, por. Azzedin, Ridha (2009), Cabrerizo i in. (2010). Z tej metody korzystać mogą też rekomendacje kursów e-learningowych i publikacji.

5.3.4. Rekomendacje oparte na zaufaniu

Systemy oparte na zaufaniu w głównej mierze bazują na informacjach dotyczących różnych relacji pomiędzy użytkownikami. Znając te powiązania, system jest w stanie lepiej zidentyfikować profil preferencji danego użytkownika, pod kątem tego, co może być dla niego interesujące, o ile jest rekomendowane przez innych użytkowników cieszących się zaufaniem wybranej osoby.

Jako narzędzia analityczne systemy tego typu wykorzystują grafy, których wierzchołki reprezentują użytkowników i są oznaczane symbolami "+" lub "-", lub przez liczbę oznaczającą siłę polecenia, w zależności od tego, czy dany użytkownik poleca dany produkt, czy nie. Krawędzie łączące wierzchołki odpowiadają powiązaniom pomiędzy użytkownikami typu "użytkownik *A* darzy zaufaniem użytkownika *B*". Bazując na takim zbiorze danych, system musi potrafić oznaczyć wszystkie nieoznaczone wierzchołki (symbolizujące użytkowników niemających jeszcze zdania na temat danego produktu i poszukujących porady). Jest to osiągane poprzez analizę bezpośrednich sąsiadów danego wierzchołka (użytkownika) oraz sąsiadów tych sąsiadów itd. W efekcie system taki jest w stanie zasymulować rzeczywisty proces polecania/odradzania produktów, na podstawie relacji opartych na zaufaniu, por. Azzedin, Ridha (2009), Bae, Kim (2010), Cai i in. (2008), Victor, Cornelis, De Cock (2011), Pu i Chen (2007), Pu i in. (2012) .

5.3.5. Rekomendacje oparte na wyszukiwaniu

Systemy filtracji kolektywnej (CF) nie sprawdzają się za dobrze w przypadku rzadko kupowanych produktów, gdy nie można zbudować bazy danych historycznych transakcji. W takich przypadkach stosuje się systemy oparte na wyszukiwaniu, w którym proponowane są produkty będące najlepszymi wynikami wyszukiwania na zadane przez użytkownika słowo kluczowe lub zapytanie złożone, do którego może być przypisana pewna klasa obiektów. Niektóre warianty implementacji tej metody łączą najbardziej adekwatne wyniki wyszukiwania dla danego użytkownika z wynikami uzyskanymi od podobnych użytkowników, zwiększając skuteczność rekomendacji. Do analizy podobieństw stsowane sa metody filtracji kolektywnej, metody wektora cech i badanie kąta pomiędzy nimi, oraz ich specjalistcyczne odmiany, jak np. CFRRobin, CFAqQuery, por. Blanco-Fernandez i in. (2008), Delannay, Verleysen (2008), Chan i in. (2011).

Metody rekomendacji oparte na wyszukiwaniu sa szczególnie atrakcyjne dla dysponentów wyszukiwarek, którzy mogą tworzyć listy rankingowe o funkcjach rekomendacyjnych praktycznie dla każdego zapytania skierowanego do wyszukiwarki. W wyniku analizy wypowiedzi ekspertów podczas badań delfickich i dyskusji panelowych niniejszego Projektu, jako obiecujący kierunek rozwoju SR opartych na wyszukiwaniu wskazano systemy, w których rekomendowane sa nie tylko niektóre obiekty znalezione po zadaniu pytania, lecz także kierunki samego wyszukiwania. Odbywac się to może poprzez rekomendację kolejnych zapytań w oparciu o oszacowanie wskaźników *precision* i *recall* oraz ich bardziej zaawansowanych wersji biorących pod uwagę stopień satysfakcji ze znalezienia każdego obiektu. Tego typu rekomendacje mogą stosować schemat kreatywnego procesu decyzyjnego opisany w Skulimowski (2011).

5.3.6. Rekomendacje oparte na kategoriach

Rekomendacje oparte na uogólnionych typach użytkowników, produktach przyporządkowanych do kategorii szczególnie często wykorzystywane w systemach, w których występuje częste dodawanie nowych produktów. Systemy te wykorzystują także metody filtracji kolektywnej, lecz używane są w tych sytuacjach, gdzie zwyczajna filtracja kolektywna wprowadza zbyt duże opóźnienia w przetwarzaniu danych. Przyporządkowanie użytkowników lub obiektów do kategorii może mieć charakter bayesowski, dlatego tez systemy oparte na kategoriach wykorzystują również sieci i inne metody bayesowskie, por. np. metoda CRCM (Forsati, Meybodi; 2010).

5.4. Scenariusze zastosowań rekomenderów

Rekomendery są typowymi systemami zmierzającymi do osiągnięcia równowagi Pareto pomiędzy kryteriami dostawcy i użytkownika systemu. Z jednej strony - celem systemu rekomendującego jest umożliwienie użytkownikowi dokonania najlepszego

wyboru przy zadanych preferencjach użytkownika, jednak z drugiej strony w wielu przypadkach korzyści z działania rekomendera chciałby także odnieść jego dostawca (właściciel licencji itp.). Dostępne dane możliwe do analizy w niniejszym Projekcie foresightowym dotyczą jedynie tzw. otwartych systemów rekomendujących, tj. systemów funkcjonujących na ogólnodostępnych witrynach i serwisach internetowych. W takim przypadku właściciel serwisu, którego częścią składową jest rekomender, może na wiele sposobów osiągać zyski z udzielanych rekomendacji. Może być to np. serwis zajmujący się tylko wyszukiwaniem ofert określonych usług (np. koncerty). Wtedy system rekomendujący będzie podstawowym elementem całego serwisu, a przychody mogą pochodzić z reklam, z prowizji od sprzedanych w ten sposób towarów, lub też z opłat od użytkowników. W tym ostatnim przypadku dostawca rekomendera powinien zapewnić określoną bezstronność w przedstawianiu kolejności ofert i np. serwis wolny od reklam. Rekomender może jednak służyć także jako narzędzie ułatwiające dostosowywanie oferty do oczekiwań klientów – np. w sklepie internetowym. Trafne rekomendacje mogą przyczynić się do wzrostu sprzedaży poprzez oferowanie konsumentom towaru, którym są w danej chwili czy dłuższej perspektywie zainteresowani. Możliwe jest także zastosowanie systemu rekomendującego jako narzędzia pozwalającego na dostosowanie treści reklam wyświetlanych w serwisie do preferencji odwiedzających.

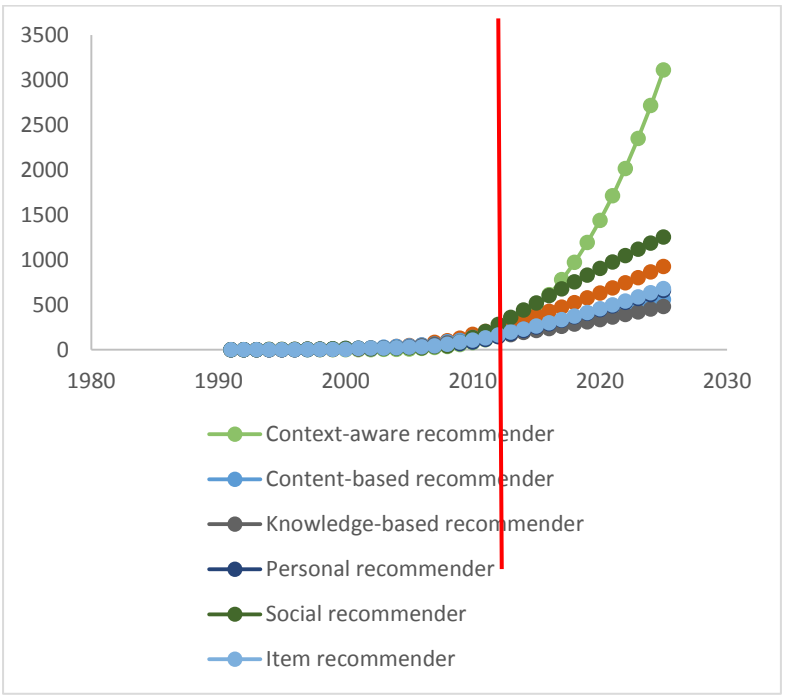
Osobną klasę rekomenderów stanowią porównywarki cenowe, które nie powinny być związane z żadnym konkretnym dostawcą, serwisy rekomendacji wzajemnych, będące także często funkcjonalnością oferowaną w ramach serwisów społecznościowych, a także rekomendery indywidualne, w których użytkownik gromadzi często wrażliwe informacje o swoich preferencjach w celu uzyskania wsparcia decyzyjnego przy podejmowaniu wyborów w różnych sytuacjach osobistych i biznesowych. Ta ostatnia klasa systemów jest bardzo zbliżona do SWD, a jej kwalifikacja zależy od schematu stosowania, np. gdy użytkownik udostepnia zebrane informacje o preferencjach różnym systemom rekomendującycm, po czym we własnym zakresie dokonuje porównaia ich rekomendacji, wówczas mamy do czynienia ze schematem klasycznego SWD. Natomiast, gdy pod wpływem rekomendacji innego użytkownika właściciel informacji o preferencjach korzysta z określonego systemu dokonującego wstępnego wyboru (np. biura podróży), wówczas mamy do czynienia z typową rekomendacją.

Analiza zagadnień konwergencji SWD i SR prowadzi do wniosku, że możliwość integracji tradycyjnego doradztwa i rekomendacji w jednym systemie może być atrakcyjna dla użytkowników i że konwergencja tego rodzaju zachodzić będzie w horyzoncie prognostycznym projektu SCETIST, tj. fo roku 2025. Towarzyszyć jej będzie wzrost złożoności tych systemów, przejawiający się w ilości zaimplementowanych metod analizy preferencji, filtracji, klasteryzacji, optymalizacji itp.

Wśród nowych metod i zastosowań warto wymienić tzw. rekomendery boole'owskie (Chojnacki, Kłopotek, 2012) i globalne systemy rekomendacyjne (Carciolo i in., 2010).

5.5. Prognozy i trendy rozwojowe systemów rekomendujących

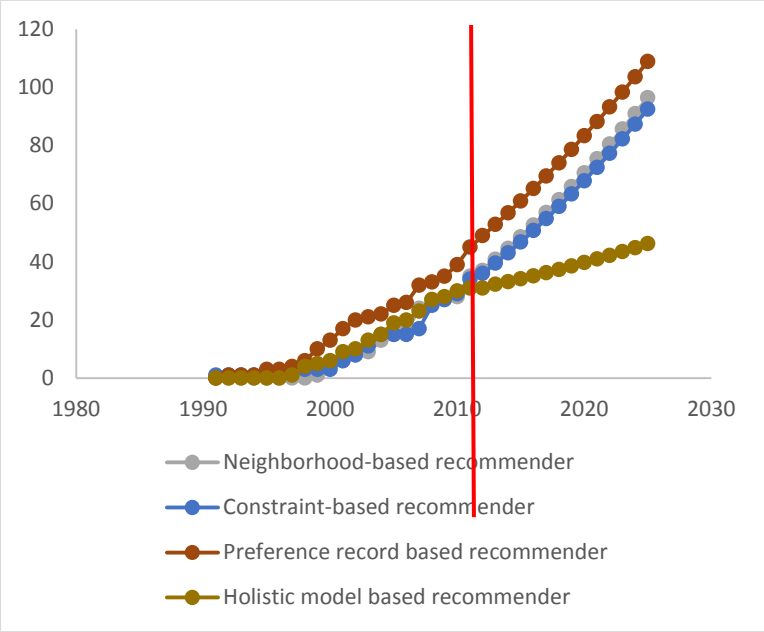
Na Rys. 5.1 i Rys. 5.2 poniżej przedstawiliśmy trendy bibliometryczne, które umożliwiają priorytetyzację technologii i algorytmów rekomendacyjnych ze względu na intensywność prac rozwojowych i zaplecza badawczego.



Rys. 5.1. Trendy bibliometryczne i priorytetyzacja technologii rekomendacyjnych (źródło: Microsoft Academic Network, 2011-2013)

Rekomendery znajdują swoje zastosowanie w wielu dziedzinach. Pierwszym i podstawowym zastosowaniem jest sprzedaż różnych produktów *on-line*. W tym scenariuszu widać wyraźnie wzrost zastosowania filtrowania i rekomendacji przez różne portale. Dobrym przykładem jest tutaj Amazon czy Netflix. Jest to jeden z kierunków, w którym będą rozwijać się silniki rekomendacji.

Kolejnym obszarem, w którym rekomendery będą prężnie się rozwijać, są serwisy społecznościowe. Przykładami są popularne portale ‘Facebook’, czy ‘LinkedIn’, stosujące różnorodne rekomendacje dla użytkowników, w tym np. sugerujące innych użytkowników, których możemy potencjalnie znać. Rekomendery znajdują swoje zastosowanie także w portalach branżowych takich jak ‘money.pl’ czy ‘Goldenline’. W ostatnim czasie pojawiły się także analizy możliwości rekomendacji przy pomocy krótkich informacji tekstowych przy wykorzystaniu serwisów takich jak Twitter.

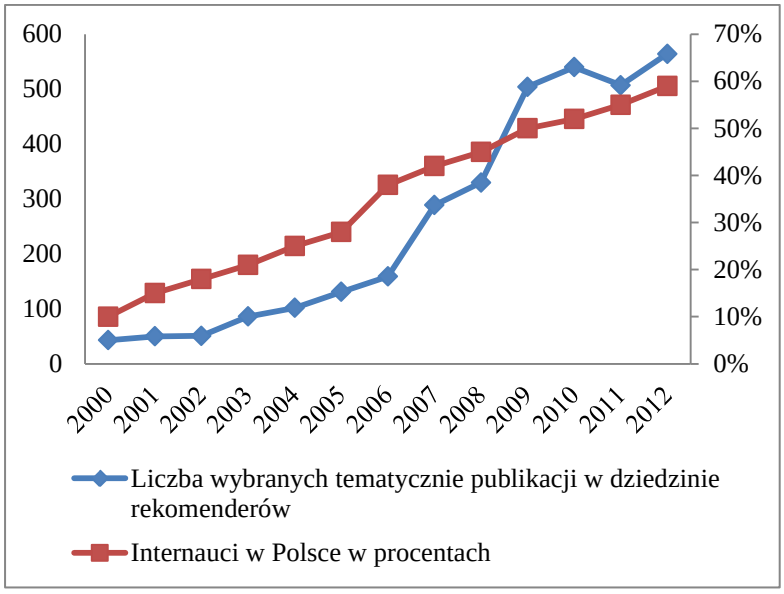


Rys. 5.2. Trendy algorytmów rekomendacyjnych o mniejszym rozpowszechnieniu (źródło: Microsoft Academic Network, 2011-2013)

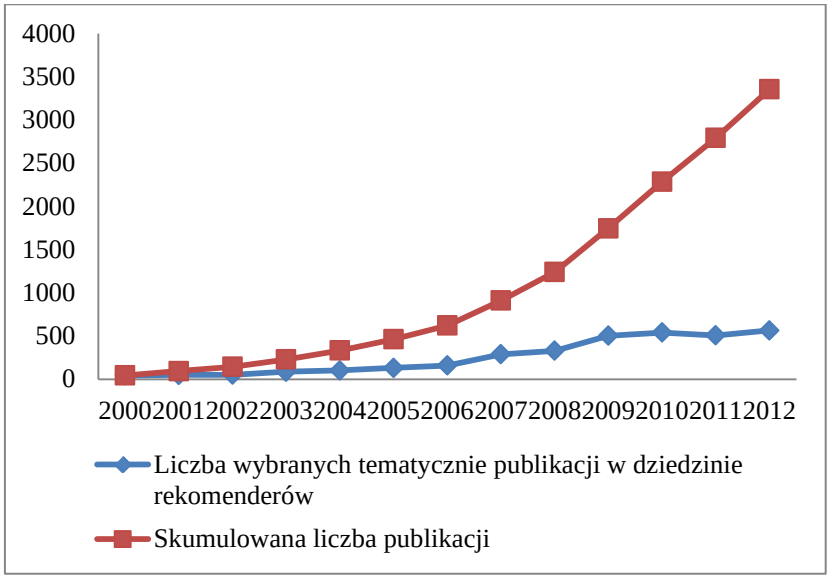
Jednym z liderów stosowania rekomendacji jest ‘Google’. Silnik wyszukiwania tej firmy jest wzorowym przykładem wdrożenia wyrafinowanych algorytmów nie tylko wyszukiwania, ale także rekomendacji wyników na podstawie zachowania i preferencji użytkowników. Na podstawie obserwacji rozwoju serwisu podczas ostatnich kilku lat oraz opracowań teoretycznych autorów związanych z Google Research prognozujemy, że zbiór algorytmów rekomendacyjnych tej firmy będzie się bardzo dynamicznie rozwijał w kierunku zastosowań zaawansowanych metod sztucznej inteligencji.

Przewidujemy również wzrost znaczenia rekomenderów w medycynie, szczególnie w krajach wysoko rozwiniętych, umożliwiającym swoim obywatelom wybór sposobu korzystania z usług służby zdrowia. W Polsce rekomendacje o profilu medycznym będą nadal domeną przede wszystkim ogólnych i medycznych serwisów społecznościowych i forów internetowych.

Rekomendery będą nadal odgrywać bardzo ważną rolę w zastosowaniach komercyjnych, takich jak systemy sprzedaży, sklepy internetowe, sprzedaż usług turystycznych i w wielu innych obszarach związanych z konsumpcją. Możliwy jest również rozwój rekomenderów, które będą sugerować pewne rozwiązania dla różnych automatów decyzyjnych. W tym przypadku celem dla rekomendacji nie będzie już człowiek, ale inny system sztucznej inteligencji.



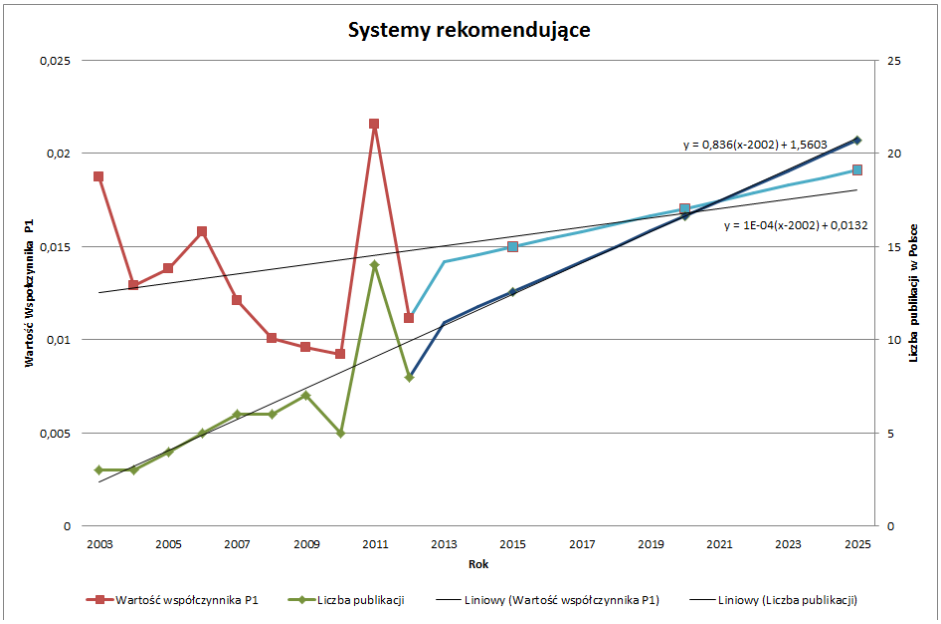
Rys. 5.3. Wykres zależności między liczbą wybranych tematycznie publikacji w dziedzinie rekomenderów w odniesieniu do wzrastającej liczby internautów w Polsce (MAN, 2012)



Rys. 5.4. Wykres wzrastającej liczby wybranych tematycznie publikacji w dziedzinie rekomenderów i jego wartość skumulowana. Widoczny jest wyraźny szybki wzrost skumulowanej ilości publikacji, przy osłabieniu tempa wzrostu przyrostów rocznych (MAN, 2012).

Na rysunkach wyżej przedstawiliśmy wykresy ilustrujące dotychczasowe zależności między liczbą wybranych tematycznie publikacji w dziedzinie rekomenderów, a liczbą internautów w Polsce oraz trendy bibliograficzne wg Microsoft Academic Network. Natomiast dane o ilości publikacji na temat rekomenderów polskich autorów podane zostały w Rozdz. 16.

Poniżej prezentujemy diagram opisujący prognozę rozwoju badań w zakresie systemów rekomendujących w Polsce na podstawie wskaźnika stosunku ilości publikacji nt. rekomenderów w Polsce do globalnej ilości publikacji (P_1). Linie trendu zostały wyznaczone przy pomocy metody trendu adaptacyjnego Holta. Pomimo znikomej jak do tej pory liczby publikacji autorów afiliowanych w krajowych instytucjach, wyraźnie widoczny na diagramie jest trend rosnący, szybszy od analogicznego trendu dla globalnej liczby publikacji. Wykres wykonano na podstawie kwerendy w Web of Science. Zastosowane szczegółowe zapytania podane są w podrozdz.16.2.



Rys. 5.5. Prognoza rozwoju badań w zakresie systemów rekomendujących w Polsce na podstawie wskaźnika P_1. Prawa oś pionowa oznacza wartość wskaźnika P_1, lewa oś oznacza liczbę publikacji w danym roku w Polsce, a oś pozioma – odpowiadający danej wartości rok. Krzywa oznaczona kolorem czerwonym przedstawia rzeczywistą wartość wskaźnika P_1, kolorem zielonym - liczbę publikacji, a kolorem niebieskim - odpowiadające im prognozy

5.6. **Podsumowanie**

Rekomendery stanowią istotny element gospodarki opartej na wiedzy. Dalszy ich rozwój związany jest przede wszystkim ze zwiększeniem ich dostępności głównie za sprawą rozwiązań *e-commerce*, a także ze wzrostem możliwości przetwarzania danych poprzez zwiększenie mocy obliczeniowej komputerów, przepustowości łączy, czy opracowaniem nowych metod i technik przetwarzania informacji. Oznacza to nie tylko szanse, ale również problemy związane chociażby z przetwarzaniem wrażliwych danych i ich ochroną. Wraz ze wzrostem możliwości sprzętowych na znaczeniu zyskiwać będzie jakość otrzymanych danych, gdyż możliwe będzie przetwarzenie dużych ilości danych w rozsądnym czasie przy pomocy technik *big data*, co spowoduje lepsze dopasowanie rekomenderów do rzeczywistych potrzeb dysponentów i uzytkownikow. W takich sytuacjach konieczne będzie jednak zwrócenie uwagi na zapewnienie odpowiedniej walidacji danych.

Analiza trendów patentowych i bibliograficznych dotyczących rekomenderów prowadzona była w ramach Zad.4. projektu SCETIST.

Bibliografia Rozdziału 5

1. Agarwal, N.; Galan, M.; Liu, H.; Subramanya, S. (2010). WisColl: Collective wisdom based blog clustering, Information Sciences 180, 39 – 61.
2. Ahn, H.J. (2010). Evaluating customer aid functions of online stores with agent-based models of customer behavior and evolution strategy. Information Sciences. 180, 1555 – 1570.
3. Ahn, H.J.; Kang, H.; Lee, J. (2010). Selecting a small number of products for effective user profiling in collaborative filtering, Expert Systems with Applications 37, 3055 – 3062.
4. Albadvi, A.; Shahbazi, M. (2009). A hybrid recommendation technique based on product category attributes. Expert Systems with Applications 36, 11480 – 11488.
5. Al-Shamri, M.Y.H.; Bharadwaj, K.K. (2008). Fuzzy-genetic approach to recommender systems based on a novel hybrid user model, Expert Systems with Applications 35, 1386 – 1399.
6. Azzedin, F.; Ridha, A. (2009). Recommendation Retrieval in Reputation Assessment for Peer-to-Peer Systems. Electronic Notes in Theoretical Computer Science. 244, 13 – 25.
7. Bae, J.K.; Kim, J. (2010). Integration of heterogeneous models to predict consumer behavior. Expert Systems With Applications. 37, 1821 – 1826.
8. Bagheri, E.; Ghorbani, A.A. (2009). A belief-theoretic framework for the collaborative development and integration of para-consistent conceptual models. The Journal of Systems & Software. 82, 707 – 729.
9. Blanco-Fernandez, Y.; Pazos-Arias, J.J.; Gil-Solla, A.; Ramos-Cabrer, M.; Lopez-Nores, M.; Garcia-Duque, J.; Fernandez-Vilas, A.; Diaz-Redondo, R.P.; Bermejo-Munoz, J. (2008). A flexible semantic inference methodology to reason about user preferences in knowledge-based recommender systems. Knowledge-Based Systems. 21, 305 – 320.

10. Blanco-Fernandez, Y.; Pazos-Arias, J.J.; Lopez-Nores, M.; Gil-Solla, A.; Ramos-Cabrer, M.; Garcia-Duque, J.; Fernandez-Vilas, A.; Diaz-Redondo, R.P. (2010). Incentivized provision of metadata, semantic reasoning and time-driven filtering: Making a puzzle of personalized e-commerce. Expert Systems with Applications 37, 61 – 69.
11. Burke, R. (2007). Hybrid web recommender systems. W: The adaptive web, B. Peter, K. Alfred, and N. Wolfgang, (Red.), Lecture Notes in Computer Science 4321, Springer-Verlag. s. 377-408.
12. Cabrerizo, F.J.; Perez, I.J.; Herrera-Viedma, E. (2010). Managing the consensus in group decision making in an unbalanced fuzzy linguistic context with incomplete information. Knowledge-Based Systems 23, 169 – 181.
13. Cai, Y.L.; Wang, W.D.; Gong, X.Y.; Li, Y.H.; Chen, C.F.; Ma, J. (2008). Mobile E-commerce model based on social network analysis, The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications 15, 79-83, 97.
14. Cetinkaya, A.S. (2010). Information and Communication Technologies in Tourism 2008. Tourism Management. 31, 150 – 151.
15. Chan, W. K.; Chiu, Yuen Yau; Yu, Yuen Tak. (2011). A web search-centric approach to recommender systems with URLs as minimal user contexts. Journal of Systems and Software 84(6), 930-941.
16. Chen, G.; Wang, F.; Zhang, C. (2009). Collaborative filtering using orthogonal nonnegative matrix tri-factorization, Information Processing and Management 45, 368 – 379.
17. Chen, L.S.; Hsu, F.H.; Chen, M.C.; Hsu, Y.C. (2008). Developing recommender systems with the consideration of product profitability for sellers. Information Sciences 178, 1032 – 1048.
18. Chojnacki, S.; Klopotek, M.A. (2012). Technical Evaluation of Boolean Recommenders. 3rd International Conference on Human System Interaction. Rzeszow, 2010 Human-Computer Systems Interaction: Backgrounds and Applications 2, Pt 2. Advances in Intelligent and Soft Computing 99, Springer, s. 429-441.
19. Cornelis, C.; Lu, J.; Guo, X.; Zhang, G. (2007). One-and-only item recommendation with fuzzy logic techniques. Information Sciences 177, 4906 – 4921.
20. Denguir-Rekik, A.; Montmain, J.; Mauris, G. (2009). A possibilistic-valued multi-criteria decision-making support for marketing activities in e-commerce: Feedback Based. European Journal of Operational Research 195, 876 – 888.
21. Forsati, R.;Meybodi, M.R. (2010). Effective page recommendation algorithms based on distributed learning automata and weighted association rules, Expert Systems with Applications 37, 1316 – 1330.
22. Pu, P.; Chen, L. (2007). Trust-inspiring explanation interfaces for recommender systems. Knowledge-Based Systems. 20, 542 – 556.
23. Pu, Pearl; Chen, Li; Hu, Rong. (2012). Evaluating recommender systems from the user's perspective: survey of the state of the art. User Modeling and User-Adapted Interaction 22(4-5) SI. 317-355.
24. Resnick, P.; Varian, H.R. (1997). Recommender systems Commun. ACM 40(3): 56-58.
25. Ricci, F.; Rokach, L.; Shapira, B. (2011). Recommender systems handbook. F. Ricci and B. Shapira, Editors., Springer US.
26. Chen, J.B.; Konstan, J.; Riedi, J. (1999). Recommender systems in e-commerce, in Proceedings of the 1st ACM Conference on Electronic Commerce., ACM: Denver, Colorado, USA. s. 158-166.

27. Samaddar, S.; Kadiyala, S.S. (2006). An analysis of interorganizational resource sharing decisions in collaborative knowledge creation. European Journal of Operational Research 170 (1), 192–210.
28. Schifanella, R., Panisson, A.; Gena, C.; Ruffo, C. (2008). MobHinter: epidemic collaborative filtering and self-organization in mobile ad-hoc networks. in RecSys '08: Proceedings of the 2008 ACM conference on Recommender systems.. Lausanne, Switzerland: ACM.
29. Skulimowski, A.M.J. (2011). Freedom of Choice and Creativity in Multicriteria Decision Making.W: Theeramunkong, T.; Kunifuji, S.; Nattee, Ch.; Sornlertlamvanich, V. (Red.) (2011). Knowledge, Information, and Creativity Support Systems: KICSS2010 Revised Selected Papers, Springer, LNAI 6746, 190-203.
30. Skulimowski, A.M.J. (2012). The role of creativity in cooperative foresight activities in living labs. W: GeNeMe'12 : Gemeinschaften in Neuen Medien = Communities in new media : virtual enterprises, research commmunities & social media networks: 15. Workshop, Dresden, 04./05.10.2012, red. Thomas Köhler, Nina Kahnwald; Część A: Eingeladene Vorträge (Gościnne wykłady plenarne). Technische Universität Dresden. Medienzentrum. Dresden, TUDpress. ISBN 978-3-942710-86-2, s. 1–9
31. Skulimowski, A.M.J. (2013). Impact of Future Intelligent Information Technologies on the Methodology of Scientific Research. Raport Techniczny projektu SCETIST, Progress & Business Foundation, Kraków.
32. Victor, P.; Cornelis, C.; De Cock, M. (2011). Trust Networks for Recommender Systems. Springer. ISBN: 978-94-91216-07-7.

Wybrane odnośniki do stron dotyczących rekomenderów

- *Blog o rekomenderach* – http://recsys.acm.org/index.html [dostęp 16.03.2013]
- *Rekomender* http://www.sourcelight.com
- *Rekomender* http://www.choicestream.com
- *Rekomender* http://www.microsoft.com/enterprisesearch/en/us/
- *Rekomender* http://www.mediaunbound.com/
- *Rekomender* http://www.aggregateknowledge.com/
- *Rekomender* http://www.criteo.com
- *Rekomender* http://www.atg.com
- *Rekomender* http://spotback.com
- *Rekomender* http://www.minkey.com
- *Rekomender* http://www.rollsense.com
- *Rekomender* http://www.collarity.com
- http://www.google.com/insights/search
- http://pclab.pl/news32569.html
- http://www.internetstandard.pl/news/print.asp?id=93560
- Organisation for Economic Co-operation and Development – http://www.oecd.org
- http://www.readwriteweb.com/archives/recommender_systems.php
- http://www.acm.org/crossroads/xrds10-2/recommenders.html
- http://mobblog.cs.ucl.ac.uk/2008/11/27/a-pitch-on-future-recommender-systems/
- http://www.deitel.com/ResourceCenters/Web20/RecommenderSystems/PopularRecommenderSystems/tabid/1312/Default.aspx

Dodatek 5.1. Przykłady rekomenderów i ich perspektywy rozwojowe

Systemy rekomendacyjne znalazły wiele zastosowań w biznesie i nauce. Wykorzystują je wszystkie największe firmy handlowe, np. Amazon, BestBuy, eBay. Są wykorzystywane przez sieci społecznościowe: *Facebook, Twitter, LinkedIn, Google+;* służą do personalizacji utworów w *Pandora Radio*, filmów w *Netflix*, wiadomości w *Google News*; odpowiadają za adekwatne reklamy kontekstowe (*Google AdWords*). Służą do proponowania nowych restauracji (*Yelp*), podobnych stron (Goo*gle Similar Pages*), a nawet znajdowania partnerów.

Serwisy używające rekomenderów rzadko udostępniają informacje na temat używanych przez siebie technologii. Czasem nawet informacje o tym, że dany serwis używa systemu rekomendującego można uzyskać jedynie poprzez analizę jego działania. Z tego względu skupiono się przede wszystkim na opisie funkcjonalnym znalezionych systemów rekomendujących. W rozdziałach 5.9.1 i 5.9.2 (Cornelis i in. 2007) opisano wykorzystywanie rekomenderów przez dwa znaczące serwisy internetowe – *Amazon.com* i *Google*. Poniżej przedstawiono zbiorcze zestawienie i opisy rekomenderów (Agarwal i in., 2010, Ahn i in., 2010ab, Albadyi, Shahbazi, 2009, Al.-Shamri, Bharadwaj, 2008, Azzedin, Ridha, 2009, Bae, Kim, 2010, Bagheri, Ghorbani, 2009, Blanco-Fernandez i in., 2008, 2010, Cabrerizo i in., 2010, Cai i in., 2008, Cetinkaya, 2010, Denguir-Rekik i in., 2009).

Amazon.com - http://www.amazon.com

Amazon.com możemy uznać za jednego z największych graczy na rynku marek używających rekomenderów do sprzedaży produktów. Jest to też firma, która jako jedna z pierwszych zaczęła ich używać i poświęca bardzo wiele starań na ich dopracowywanie. Analiza ich systemu rekomendacji wyjawiła, że Amazon.com (co nie jest zaskakujące) używa wszystkich możliwych podejść do zagadnień rekomendacji (*personal-*, *social-*, *item-based*). W efekcie oznacza to, że najpierw dobierane są produkty zależnie od określonych preferencji użytkownika, a w dalszej kolejności na podstawie powiązań między przedmiotami, lub zachowań zbliżonych grup użytkowników.

Google http://www.google.com

Google używa rekomenderów w swojej wyszukiwarce i dodatkowych e-usługach. Stosowany jest powszechnie mechanizm tzw. „rekomendowanych linków". Podczas wyszukiwania dostępne są dwa rodzaje rekomendacji w zależności od tego, czy dany użytkownik jest zalogowany.

- Jeśli nie jest, to rekomendacje tworzone są na podstawie lokacji oraz ostatnich wyszukań
- W wypadku, gdy jest zalogowany, rekomendacje powstają również na bazie całej historii aktywności danego użytkownika

Można więc uznać, że mechanizm rekomenderów Google oparty jest głównie na „*personalized recommendation*". Możemy też jednak zaobserwować dwa inne podejścia:

- Ranga nadawana stronom przez Google (tzw. *Page Rank*) jest w gruncie rzeczy typem *social recommendations.* Preferowane strony to te, do których linkują grupy użytkowników (internautów).
- Mechanizm „Czy chodziło Ci o" pojawiający się, gdy można zaproponować korzystniejsze słowo kluczowe w wyszukiwarce, jest oparty na trzecim typie rekomendacji - *item recommendation.*

Rekomendery w edukacji i nauce

Systemy rekomendacyjne wykorzystywane są również w edukacji i nauce (por. Skulimowski, 2012, 2013). Powstało w tym celu wiele bibliotek i frameworków, często na otwartej licencji. Oto największe z nich:

1. *Apache Mahout***:** obszerny kombajn do uruchamiania własnych systemów typu Collaborative Filtering, oparty na silniku map-reduce Apache Hadoop, obsługujący big data, napisany w Javie,
2. *C/Matlab Toolkit*: biblioteka do środowiska MATLAB obsługująca systemy Collaborative Filtering,
3. *Cofi:* biblioteka Java do systemów Collaborative Filtering ,
4. *Crab:* silnik rekomendacyjny dla Pythona,
5. easyrec: aplikacja webowa z interfejsem graficznym do dodawania rekomendacji do stron internetowych (Java),
6. *LensKit:* implementacja różnych algorytmów rekomendacyjnych w Javie przygotowana przez GroupLens Research,
7. *MyMediaLite:* lekka biblioteka w C#/Mono,
8. *RACOFI:* system collaborative filtering z zastosowaniem ról
9. *SUGGEST:* silnik Top-N implementujący wiele algorytmów rekomendacyjnych,
10. *SVDFeature:* framework oparty na regułach asocjacji w C++,
11. *Vogoo PHP LIB:* silnik Collaborative Filtering pozwalający na dodawanie rekomendacji do serwisów webowych w PHP,
12. *Decision-Theoretic Interactive Video Advisor (DIVA):* wielokryterialny framework do rekomendacji filmów.

Źródła: Bagheri, Ghorbani (2009).

Dalsze przykłady implementacji systemów rekomendujących podane są w Tab. 5.1 niżej.

Tab. 5.1. Wybrane rekomendery

Nazwa rekomendera	Producent	Link	Opis
Sourcelight	Sourcelight	http://www.sourcelight.com	Dedykowany dla filmów (wypożyczalnie, sklepy). Na stronie jest rozbudowane demo pokazujące działanie – ocenianych jest kilka filmów (od 0 – 5, lub

Nazwa rekomendera	Producent	Link	Opis
			informacja, że oceniający nie oglądał filmu) i od razu pojawiają się oceny dla kilkudziesięciu następnych.
RealRelevance Recommendations	ChoiceStream	http://www.choicestream.com	Dedykowany dla sklepów online. Do analizy bierze to, co aktualnie jest w koszyku klienta, historyczne dane z zakupów online i offline; karty stałego klienta; korespondencję email. Dostępny panel administracyjny. Klienci: Tesco, Yahoo, BBC.
Search from Microsoft	FAST Search (Microsoft)	http://www.microsoft.com/enterprisesearch/en/us/	Nie jest dedykowany dla jakiejś konkretnej dziedziny, służy do optymalizowania wyszukiwania. Produkt szybko się zmieniający (od telefonii komórkowej po wyszukiwanie).
MediaUnbound's Personalization Platform	MediaUnbound	http://www.mediaunbound.com/	Dedykowany jest dla dziedzin media/rozrywka (muzyka, filmy, dzwonki na komórkę).
Dynamic Creative	Aggregate Knowledge	http://www.aggregateknowledge.com/	Dedykowany do sklepów internetowych. Wykorzystuje dane o użytkowniku z innych źródeł, co pozwala na rekomendacje produktu klienta przed pierwszym wyszukiwaniem.
Pandora media	Pandora	http://www.pandora.com	Jest dedykowany dla radia internetowego. Producent zrezygnował ze sprzedawania systemu na rzecz własnego radia.
Criteo	Criteo	http://www.criteo.com	Ma celu ponowne ściągnięcie osób, które weszły na stronę sklepu online i nic nie zakupiły poprzez spersonalizowane banery. Płaci się za użytkowników, którzy dostali się przez baner Criteo.
ATG Recommen-dations	ATG	http://www.atg.com	Rekomender dedykowany dla sklepu internetowego.
Spotback	Spotback	http://spotback.com/	Oparty na głosowaniu użytkowników; na tej podstawie można określić preferencje użytkownika i decydować np. o pokazywanej treści. Rekomender dostępny jako widżet na stronę internetową.
Minkey	Minkey	http://www.minkey.com	Tworzy profil użytkownika na podstawi treści, którą ma wyświetloną. Rekomender jest w postaci widżetu, dedykowany dla blogów. Jest darmowy przez pierwsze 30 dni.
Rollsense	Rollsense	http://www.rollsense.com/	Kolejny rekomender w postaci widżetu, który decyduje o wyświetlanej treści na podstawie artykułów, które czyta użytkownik strony. Dedykowany dla blogów.
Collarity	Collarity	http://www.collarity.com	Dedykowany dla mediów strumieniowych (filmów, muzyki, zdjęć). Rekomendacje dotyczące wyświetlanej treści wydawane są na podstawie poprzednich zachowań użytkownika, jak i grupy użytkowników podobnych.
Netflix		http://www.netflix.com/	Nastawiony na sprzedaż DVD. Poleca filmy na podstawie oglądalności, oceny użytkowników i opinii krytyków. Z początku powiadamiamy system, jakie filmy chcielibyśmy wypożyczyć. System nadzoruje proces wypożyczeń i zwrotów, jednocześnie dbając o to żeby zawsze przedstawić użytkownikowi listę pozycji, którymi mógłby być ewentualnie

Nazwa rekomendera	Producent	Link	Opis
			zainteresowany w następnej kolejności, bazując na jego poprzednich wyborach.
Triplehop's TripMatcher		http://www.eyefortravel.com	System rekomendacji turystycznej (TRS), który na wejściu zbiera preferencje użytkownika, takie jak rodzaj aktywności/sportów uprawianych przez użytkownika, zainteresowania, rodzaj grupy (rodzina, znajomi, para), datę wyjazdu, budżet, rodzaj preferowanego zakwaterowania. Na podstawie tych danych są dokonywane operacje mające na celu zaproponowanie najbardziej odpowiednich pakietów wycieczkowych, biorąc po uwagę wybory użytkowników, u których stwierdzono zbliżone wymagania i preferencje.
MovieLens		http://movielens.umn.edu/login	System rekomendacji filmów oparty na badaniu preferencji użytkownika oraz porównywania ich z preferencjami pozostałych użytkowników; w efekcie najczęściej otrzymujemy propozycję filmów, które oglądały osoby o zbliżonym do nas guście.
WhatShouldIReadNext.com		http://www.whatshouldireadnext.com/	Nastawiony głównie na książki. Wpisujemy, jaką książkę czytaliśmy ostatnio i uzyskujemy listę książek, które mogłyby nas zainteresować spośród 20 000 książek w bazie. Serwis dodaje również rekomendacje muzyczne oraz filmowe.
Last.fm		http://www.last.fm/	Zainstalowany przy stacji radia internetowego, działający na zasadzie badań preferencji użytkowników i dopasowywaniu do nich rodzaju granych utworów. Nie jest to system „grania na żądanie".
StumbleUpon		http://www.stumbleupon.com	Skupiony na stronach internetowych. Proponuje użytkownikom ciekawe strony internetowe na podstawie ich zbadanych preferencji.
ChoiceStream		http://www.choicestream.com/	Tworzy rekomendacje na podstawie preferencji użytkownika nastawione na sprzedaż poprzez sklepy internetowe, telewizje i akcesoria i dodatki do telefonów komórkowych. Rekomender jest też rozwijany w kierunku wspierania e-marketingu (internetowe kampanie reklamowe zorientowane na odbiorcę).

Streszczenie. W Rozdziale 5 niniejszego Raportu przedstawiono wyniki analizy trendów rozwojowych systemów rekomendujących decyzje (rekomenderów) w perspektywie roku 2025. Szczególną uwagę poświecono tym klasom rekomenderów i stosowanych w nim metodom, które zostały zidentyfikowane jako najbardziej perspektywiczne podczas badań aktualnego stanu rozwoju technologii rekomendacyjnych (Zadanie 1 Projektu) oraz w ramach analizy delfickiej. Należą do nich zwłaszcza rekomendery edukacyjne i związane ze wspomaganiem badań naukowych, rekomendery wykorzystujące metody analizy wielokryterialnej oraz technologie mobilne, czy też rekomendery zintegrowane z wyszukiwarkami. Ich trendy rozwojowe zos tały przeanalizowane w kontekście synergii z systemami wspomagającymi uczenie się w horyzoncie czasowym Projektu, zwłaszcza w powiązaniu z jednoczesnym wspomaganiem kreatywności, biorąc pod uwagę również wyniki analizy delficckiej dla tych klas systemów rekmendacyjnych.

Słowa kluczowe. systemy rekomendujące, rekomendery edukacyjne, analiza wielokryterialna, technologie mobilne.

Perspektywy rozwoju systemów zarządzania zasobami małych i średnich firm – implementacje oparte o CMS open-source

6

Andrzej M.J. Skulimowski,
Inez Badecka,
Dawid Golonka,
Magdalena Krzyszkowska-Pytel

6.1. **Systemy zarządzania zasobami przedsiębiorstw, a zarządzanie treścią**

Systemy klasy *Enterprise Resource Planning* (ERP) oparte na pracy grupowej wspomaganej przez przeglądarki internetowe oraz typowe systemy zarządzania treścią (*Content Management Systems*, CMS) zostały zidentyfikowane już we wstępnej fazie projektu SCETIST, jako podstawa przyszłego, lecz widocznego już obecnie, trendu informatyzacji małych i średnich przedsiębiorstw (MSP). W odróżnieniu od dużych firm, gdzie stosowane są rozbudowane wielomodułowe aplikacje ERP takie jak SAP, w przedsiębiorstwach małych i średnich – ze względu na koszt – dominują rozwiązania własne, działające off-line, lub – coraz częściej - oparte właśnie na CMS. Z badania potrzeb przeprowadzonego w ramach niniejszego projektu wynika, że zwłaszcza małe i mikro przedsiębiorstwa o profilu usługowym lub handlowym posiadają lub zamierzają dopiero zainwestować w takie systemy. Ponadto – zgodnie z powszechnym obecnie trendem integracji aplikacji w przedsiębiorstwach (EAI), celowa jest analiza perspektyw rozwoju ERP w kontekście szerszej klasy aplikacji, tj. *Enterprise Resource Management* (ERM) zawierającej ERP, por. definicje podane niżej.

System zarządzania treścią (ang. *Content Management System*, CMS) jest aplikacją instalowaną po stronie serwera webowego i umożliwiającą utworzenie i udostępnienie strony www oraz dalszą modyfikacje wyświetlanej informacji przy pomocy edytorów treści, bez konieczności posiadania umiejętności posługiwania się językami programowania. Do zarządzania w ten sposób treścią służy tzw. panel administracyjny, który jest aplikacją dostępną dla użytkowników z odpowiednimi uprawnieniami do zmiany treści na stronie.

System ERP oparty na CMS (ERP-CMS) to system informacyjny w przedsiębiorstwie, umożliwiający dostęp do baz danych materiałowych, magazynowych i związanych z obsługą sprzedaży poprzez przeglądarkę internetową lub intranetową. Edycja danych w ERP-CMS odbywa się przez panel administracyjny o rozbudowanej hierarchii uprawnień, który również służy do wymiany informacji wewnątrz przedsiębiorstwa pomiędzy użytkownikami o wyższych poziomach uprawnień. Ponadto systemy ERP-CMS mogą być zintegrowane z systemami CRM.

Ze wskazanego wyżej względu przedstawiona w niniejszym rozdziale analiza scenariuszy rozwojowych CMS pozwoli na analizę ich wpływu na kierunki rozwoju technologii informatycznych w przedsiębiorstwach, gdzie CMS mogą pełnić rolę tzw. technologii zalążkowej (*seed technology*, por. Skulimowski i in., 2013) dla systemów zarządzania ich zasobami ERP i ERM, CRM, w tym zwłaszcza dla korporacyjnych systemów wspomagania decyzji. Natomiast z punktu widzenia metodologii foresightu, technologia CMS odgrywa dla systemów informacyjnych przedsiębiorstw rolę czynnika sprawczego (*driver*, por. Amer, Daim, Jetter, 2013), który decyduje, lub – co ma miejsce w przypadku CMS i ERP/ERM - współdecyduje o możliwościach rozwojowych technologii zależnych.

Niniejsze opracowanie wykorzystuje wyniki raportów technicznych Projektu powstałych w roku 2011 oraz w marcu 2013 i zawiera informacje o najlepszych

praktykach w zakresie CMS i perspektywach rozwoju tej grupy oprogramowania z punktu widzenia jej zastosowań w przedsiębiorstwach.

W zależności od zastosowania systemy CM w przedsiębiorstwach podzielić można na kilka typów, tj. na systemy zarządzania:

- wiedzą – posiadające często funkcjonalności systemów eksperckich (*Enterprise Knowledge Management*),
- dokumentami i zasobami cyfrowymi (Enterprise Digital Asset Management lub *Enterprise Document Management*),
- obiegiem informacji w przedsiębiorstwie – umożliwiające przekazywanie wiedzy pomiędzy równymi działami firmy – (*Enterprise Content Management*) – w tej klasie najszybciej rozwijają się systemy mobilne,

oraz - najczęściej stosowane w pierwszej fazie implementacji CMS w firmie:

- systemy zarządzania treściami znajdującymi się na stronie internetowej (*Web Content Management*).

6.2. **Rodzaje systemów CMS**

Klasyfikacja CMS – tak jak większości nowych grup oprogramowania – jest nadal płynna i wielu autorów podaje jej różne, czasami istotnie, warianty. Ważną rolę w systematyzacji wiedzy nt. CMS i ERP odgrywa Wikipedia, a podane niżej klasy CMS zostały wyróżnione biorąc pod uwagę definicje podane m.in. w Wikipedii, a także w pracy Skulimowskiego i in. (2013). Systemy zarządzania treścią dzielimy na 5 podstawowych grup (w zależności od zastosowania i zaawansowania technicznego):

- Systemy zarządzania strukturą (ang. *Content Management Framework*, CMF) - platforma programistyczna służąca do budowy systemów CMS. Ta klasa CMS jest najbardziej zaawansowana technicznie i wymaga najwięcej nakładów pracy.
- Systemy o transparentnych konsolach (ang. *Page-based systems*) pozwalają na edycję struktury strony; systemy te nie wymagają odrębnych konsoli do zarządzania treścią.
- Systemy o strukturze modułowej (ang. *Module-based systems*) - oparte na skryptach użytkownika umożliwiających zarządzanie modułami systemów. W pewnych sytuacjach wymagają jednak oprogramowania modułu od podstaw, co ogranicza często szybkość rozwoju portalu.
- Systemy obiektów zawartości (ang. *Content object systems*) - opierają się na obiektach, czyli niewielkich fragmentach pełnej informacji, które można reprodukować w określonych miejscach na stronie WWW.
- Systemy zarządzania treścią w przedsiębiorstwie (ang. *Enterprise Content Management*, ECM) to systemy obejmujące m.in. gromadzenie, przechowy-

wanie, zarządzanie informacjami w całym zakresie działalności przedsiębiorstwa.

Oprócz powyższego podziału, inną ważną klasyfikacją systemów typu CM jest podział na systemy płatne oraz systemy bezpłatne z kodem tzw. *open source*. Darmowe oprogramowanie, które jest nieustannie rozwijane przez zorganizowane środowiska programistów oferuje coraz więcej możliwości. Alternatywę dla produktów darmowych stanowią rozwiązania komercyjne CMS-ERP oferowane w tej chwili przez wiele firm software'owych. Systemy komercyjne cechuje z reguły większa elastyczność – mogą one być indywidualnie dostosowywane do potrzeb klienta, a ponadto klient otrzymuje wsparcie techniczne.

6.3. **Klasy funkcjonalne CMS**

Kolejna klasyfikacja systemów typu CM związana jest z ich przeznaczeniem oraz ukierunkowaniem na określone funkcjonalności. Systemy CM możemy podzielić na:

- *Systemy wspomagające pracę grupową* to klasa systemów CMS ułatwiająca koordynację oraz zarządzanie zasobami firmy online, przez grupę współpracujących osób. Obejmują one zadania takie jak: zarządzanie kontaktami, komunikatory wewnętrzne powiązane często z pocztą email, kalendarze, planowanie itd. Istnieje wiele zastosowań systemów tego typu np. wsparcie pracy w dużych firmach i koordynacja oddziałami rozproszonymi na całym świecie.
- *Portale* to najbardziej podstawowa z klas systemów CM, posiadająca największą ilość różnych rozwiązań programistycznych. Portale wyróżniają się dużą zawartością treści, mnogością kategorii, podkategorii oraz zaawansowanym sposobem profilowania użytkowników. Portale często używane są w systemach informacyjnych, dużych stronach produktowych czy też stosowane są, jako kombinacje serwisów reklamowych. Charakteryzują się bardzo dobrze rozwiniętym systemem rejestracji kont użytkowników z możliwością dopasowania treści do preferencji użytkownika.
- *Fora internetowe* - zawierają szereg rozbudowanych funkcjonalności używanych do prowadzenia różnorodnych dyskusji na określony temat w sposób asynchroniczny przez wiele osób jednocześnie. Forum może stanowić zamknięte narzędzie do wymiany pomysłów i poglądów przez grupę ekspertów z danej dziedziny, jak również może być formą wsparcia technicznego dla szerokiej grupy internautów.
- *Handel elektroniczny (*ang. *e-commerce)* oparty jest na oprogramowaniu webowym, które poza prezentacją treści w sieci, ma na celu doprowadzenie do rzeczywistych transakcji sprzedaży produktów lub usług. Przeważnie systemy tego typu posiadają szereg dodatkowych rozwiązań, jak np.: konta klientów, moduły promocyjne, integracja z serwisami zewnętrznymi. Systemy te często są sprzężone z systemami ERP-CMS.

- *E-learning* to specjalna klasa systemów CMS ukierunkowana na publikację treści w celach nauczania. Daje ona również możliwości prowadzenia interakcji z użytkownikiem w postaci np. rozwiązywania testów.
- *Systemy mieszane* - poza wyżej wymienionymi klasami systemów CMS, wyróżnić można również systemy CMS o małym zasięgu ukierunkowane pod określone działanie. Przykładami takich systemów mogą być prywatne portfolio, galerie zdjęć, blogi internetowe.

Do powyższej klasyfikacji zalicza się czasami również systemy zarządzania zasobami informacyjnymi w przedsiębiorstwie lub instytucji, w tym treścią charakterystyczną dla danego przedsiębiorstwa, wyróżnione już jako *Enterprise Content Management* (ECM) – we wcześniejszej klasyfikacji ze względu na rodzaj zastosowania i zaawansowanie techniczne. Systemy dla przedsiębiorstw obejmują jednak w praktyce wszystkie wymienione w tym podrozdziale klasy funkcjonalne.

6.4. **Przegląd najbardziej popularnych systemów CMS**

Użytkownik, który staje przed koniecznością wyboru systemu w pierwszej kolejności wybiera rodzaj CMS, który będzie przedmiotem dalszych prac wdrożeniowych Decydując się na wybór systemu powinien wziąć pod uwagę nie tylko obecne parametry, ale także jego perspektywy rozwojowe oraz możliwość dopasowania go do indywidualnych potrzeb użytkownika. Do najważniejszych kryteriów wyboru należą: cena, częstotliwość aktualizacji, dostępność wsparcia technicznego, koszty aktualizacji, koszty wdrożenia, możliwości systemu oraz bezpieczeństwo. Z tego względu szczególną role wśród CMS odgrywają systemy *open-source*. Najważniejsze z nich przedstawione są niżej.

6.4.1. WordPress

WordPress – darmowy system zarządzania treścią napisany w języku PHP, wykorzystujący bazę danych MySQL, rozpowszechniany na licencji GNU (*General Public License*). Jest najpopularniejszym systemem, niezwykle łatwym w użyciu, w szczególności polecanym do prowadzenia blogów. Jest tworzony przez społeczność programistów skupioną wokół projektu wordpress.org.

6.4.2. Joomla! i Mambo

Joomla! podobnie jak Wordpress jest darmowym systemem zarządzania treścią, napisanym w języku PHP, wykorzystuje oprogramowanie obiektowe i przechowuje dane w bazach MySQL. Projekt Joomla! został założony 1 września 2005r. przez część zespołu programistów Mambo (starszej wersji tego systemu powstałego w roku 2001), który zrezygnował z dalszego jego rozwijania, wg opublikowanych informacji na

skutek nieporozumień z właścicielem systemu. Ostatnie wydanie systemu Mambo ukazało się w 2008 roku (Mambo 4.6.5), natomiast Joomla! jest nadal rozwijana.
Po porzucenia dalszego rozwoju Mambo powstało także kilka innych systemów opartych na Mambo, m.in.:

- Aliro (http://www.aliro.org);
- Drake CMS (http://sourceforge.net/projects/drakecms);
- Elxis (http://www.elxis.org) – jest on omówiony krótko w dalszej części niniejszego rozdziału;
- miaCMS (http://miacms.org);
- Lanius CMS (http://www.laniuscms.org);
- Limbo (http://www.limboportal.com).

6.4.3. Elxis

Po zakończeniu rozwoju systemu Mambo, różne koncepcje zespołu programistów tego systemu przyczyniły się do powstania kilku alternatywnych ścieżek rozwojowych. Jedną z takich koncepcji jest system Elxis, który jest darmowym systemem zarządzania treścią wydanym w ramach licencji GNU/GPL. Zaopatrzony jest w unikalne wielojęzyczne funkcje oraz zachowuje wysoką zgodność ze standardami W3C (*Word Wide Web Consortium*). Ponadto jego zaletami są bezpieczeństwo, elastyczność, łatwość w obsłudze oraz nowoczesne rozwiązania.

6.4.4. Drupal

Drupal jest darmowym systemem zarządzania treścią napisanym w języku PHP, rozpowszechnionym w ramach licencji GPL. Oryginalnie został napisany w roku 2000 przez dwóch studentów Uniwersytetu w Antwerpii, Driesa Buytaerta i Hansa Snijdera. Miał służyć do komunikacji pomiędzy akademikami. Oprogramowaniem open source stał się w roku 2001. Drupal posiada w swojej podstawowej wersji wiele niezbędnych funkcji takich jak: rejestracja użytkowników, zarządzanie profilami, automatycznie tworzenie kanałów informacyjnych RSS i innych, które umożliwiają użytkownikom tworzenie stron, blogów oraz portali społecznościowych. Cechami wyróżniającymi Drupala jest system segmentów i taksonomii (rozbudowanych modułów, których rolą jest porządkowanie treści wg kategorii).

6.5. Porównanie systemów CM

Na rynku występuje wiele systemów CM. Liczbę darmowych rozwiązań dostępnych w Internecie, gotowych do stosowania przez użytkowników, szacuje się na ok. 1200 (2012.06). Dokładną analizę porównawczą wszystkich systemów można przeprowadzić za pomocą narzędzi dostępnych na stronie: www.cmsmatrix.org. Każdy z opisa-

nych wyżej systemów (WordPress, Joomla!, Drupal, Elxis) może być używany do tworzenia i rozbudowy stron internetowych o podstawowych funkcjonalnościach. Pod względem łatwości nawigacji i obsługi liderem jest WordPress, pod względem możliwości adaptacji, dodatków i zastosowań bezkonkurencyjną okazuje się być Joomla!, a dla bardziej zaawansowanych użytkowników dobre rozwiązanie stanowi system Drupal. Największymi zaletami każdego z nich są: bezpłatność, ciekawe rozwiązania oraz łatwość w obsłudze,

Wadę może stanowić fakt, że każdy użytkownik posiada wgląd do kodu źródłowego, przez co możliwe jest tworzenie różnego rodzaju spambotów atakujących ich strukturę. Ponadto głębsze modyfikacje dotyczące niestandardowych potrzeb mogą być bardzo czasochłonne i trudne dla mniej zaawansowanych użytkowników.

6.5.1. Porównanie parametrów technicznych CMS

Tab. 6.1. Porównanie systemów – wymagania systemowe, Źródło: Badania własne

Wymagania systemowe	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Serwer aplikacji lub środowisko	CGI	Apache	Apache	Apache
Koszt	Darmowy	Darmowy	Darmowy	Darmowy
Baza danych	MySQL	MySQL	MySQL	MySQL
Licencja	Open Source	Open Source	Open Source	Open Source
System operacyjny	Niezależne od platformy	Niezależne od platformy	Niezależne od platformy	Niezależne od platformy
Język programowania	PHP	PHP	PHP	PHP
Dostęp Root wymagany do instalacji	Nie	Nie	Nie	Nie
Dostęp Shell wymagany do instalacji	Nie	Nie	Nie	Nie
Serwer internetowy	Dowolny	Dowolny	Dowolny	Dowolny

Bezpieczeństwo

Tab. 6.2. Porównanie systemów – bezpieczeństwo, Źródło: Badania własne

Sposób zabezpieczenia	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Przechowywanie informacji o wprowadzonych zmianach	Nie	Limitowane	Tak	Nie
Zabezpieczenie przed spambotami	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Tak
Zatwierdzanie treści przez publikacją	Tak	Tak	Tak	Tak
Weryfikacja email	Tak	Tak	Tak	Tak
Rozdzielanie uprawnień do systemu	Tak	Tak	Tak	Tak
Uwierzytelnianie Kerberos	Nie	Nie	Nie	Nie

Sposób zabezpieczenia	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Uwierzytelnianie LDAP	Tak	Nie	Darmowy dodatek	Nie
Historia logowań	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Uwierzytelnianie NIS	Nie	Nie	Nie	Nie
Uwierzytelnianie NTLM	Nie	Nie	Darmowy dodatek	Nie
Dodatkowe systemy uwierzytelniania	Tak	Tak	Tak	Nie
Odnotowywanie problemów	Nie	Darmowy dodatek	Nie	Nie
Sandbox - podgląd treści	Nie	Limitowane	Nie	Nie
Menadżer sesji	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Uwierzytelnianie SMB	Nie	Nie	Nie	Nie
Kompatybilność SSL	Tak	Tak	Tak	Tak
SSL - Logowanie	Tak	Tak	Darmowy dodatek	Tak
SSL - Podstrony	Tak	Limitowane	Darmowy dodatek	Tak
Historia wersji i zmian	Nie	Darmowy dodatek	Tak	Darmowy dodatek

Wsparcie użytkownika

Tab. 6.3. Porównanie systemów – wsparcie, Źródło: Badania własne

	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Program certyfikacji	Nie	Nie	Limitowane	Nie
Szkieletowa budowa kodu	Tak	Nie	Tak	Tak
Podręczniki komercyjne i książki	Tak	Tak	Tak	Tak
Wsparcie komercyjne	Tak	Tak	Tak	Tak
Szkolenia handlowe	Tak	Tak	Tak	Tak
Materiały szkoleniowe	Tak	Tak	Tak	Tak
Pomoc i wsparcie Online	Tak	Tak	Tak	Tak
Czy system może być rozbudowany o API?	Tak	Tak	Tak	Tak
Profesjonalny Hosting	Tak	Tak	Tak	Tak
Profesjonalny Serwis	Tak	Nie	Tak	Tak
Publiczne fora dyskusyjne	Tak	Tak	Tak	Tak
Publiczne listy mailingowe	Tak	Tak	Tak	Nie
System auto testujący poprawność działania	Tak	Tak	Tak	Nie
Spotkania programistów zespołu	Tak	Tak	Tak	Tak
Spotkania i konferencje	Tak	Tak	Tak	Limitowane

produktowe

Łatwość użycia

Tab. 6.4. Porównanie systemów – łatwość użycia, Źródło: Badania własne

	Joomla!	**WordPress**	**Drupal**	**Elxis**
Funkcja Drag-N-Drop	Nie	Tak	Darmowy dodatek	Nie
System wewnętrznej komunikacji	Darmowy dodatek	Limitowane	Darmowy dodatek	Nie
Przyjazne adresy URL	Tak	Tak	Tak	Tak
Modulacja rozmiarów obrazków "w locie"	Tak	Tak	Darmowy dodatek	Tak
Wsparcie dla wielojęzyczności	Tak	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Tak
Wgrywanie wielu elementów na raz	Tak	Tak	Darmowy dodatek	Tak
Niestandardowe ustawienia strony	Tak	Darmowy dodatek	Limitowane	Tak
Automatyczne sprawdzanie poprawności danych	Darmowy dodatek	Tak	Darmowy dodatek	Limitowane
Menadżer stylów CSS	Nie	Nie	Limitowane	Nie
Subskrypcja	Tak	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Tłumaczenie dla szablonów	Tak	Nie	Tak	Tak
Zagnieżdżenia menu / podmenu	Tak	Tak	Tak	Tak
Możliwość cofania wprowadzonych zmian	Nie	Limitowane	Limitowane	Tak
Edytor WYSIWYG	Tak	Tak	Darmowy dodatek	Tak
Archiwizacja Zip	Nie	Darmowy dodatek	Nie	Nie

Ustawienia techniczne

Tab. 6.5. Porównanie systemów – ustawienia techniczne, Źródło: Badania własne

	Joomla!	**WordPress**	**Drupal**	**Elxis**
Zaawansowane buforowanie danych	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Kopia zapasowa bazy danych	Nie	Darmowy dodatek	Tak	Nie
Widoczny pasek postępu ładowania danych	Tak	Tak	Tak	Nie
Buforowanie zawartości stron	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Eksport treści do statycznych podstron	Nie	Darmowy dodatek	Nie	Tak

Zarządzanie

Tab. 6.6. Porównanie systemów – zarządzanie, Źródło: Badania własne

	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Zarządzanie reklamą - banerami	Tak	Nie	Darmowy dodatek	Tak
Centralne zarządzanie bazą plików	Tak	Tak	Tak	Tak
Schowek	Nie	Nie	Nie	Nie
System planowania rozmieszczenia treści	Tak	Limitowane	Darmowy dodatek	Tak
Inicjalizacja treści	Nie	Nie	Darmowy dodatek	Nie
Administracja w jednej linie	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Administracja online	Tak	Tak	Tak	Tak
Pakietyzacja treści	Nie	Nie	Darmowy dodatek	Nie
Zarządzanie hierarchią podstron	Tak	Tak	Tak	Nie
Szablony / Skórki	Tak	Tak	Tak	Tak
Śmietnik	Tak	Tak	Nie	Tak
Statystyki	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Zarządzanie stalami danego szablonu	Tak	Tak	Tak	Tak
Wbudowany translator - system tłumaczeń	Darmowy dodatek	Limitowane	Tak	Tak
Silnik: Workflow	Nie	Nie	Darmowy dodatek	Nie

Interoperacyjność

Tab. 6.7. Porównanie systemów – inter opcjonalność, Źródło: Badania własne

	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Obsługa kanałów RSS	Tak	Tak	Tak	Tak
Wsparcie dla FTP	Tak	Darmowy dodatek	Limitowane	Tak
Implementacja harmonogramów - iCal	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Nie
Wsparcie dla standardu UTF-8	Tak	Tak	Tak	Tak
Wsparcie dla standardu WebDAV	Nie	Nie	Nie	Nie
Zgodność z XHTML	Tak	Tak	Tak	Tak

Elastyczność

Tab. 6.8. Porównanie systemów – elastyczność, Źródło: Badania własne

	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Wsparcie dla CGI-mode	Tak	Nie	Tak	Nie
Wielokrotność użycia danej treści	Tak	Nie	Limitowane	Tak
Możliwość rozszerzania profilów użytkowników	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Wielojęzyczny interfejs	Tak	Tak	Tak	Tak
Zarządzanie mata danymi	Tak	Tak	Tak	Tak
Wielojęzyczna treść na stronie	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Tak	Darmowy dodatek
Zarządzanie z poziomu jednej instalacji	Darmowy dodatek	Nie	Tak	Nie
Zarządzanie adresami URL	Tak	Tak	Tak	Tak

Wbudowane aplikacje

Tab. 6.9. Porównanie systemów – wbudowane aplikacje, Źródło: Badania własne

	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Blog	Tak	Tak	Tak	Darmowy dodatek
Chat	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Ogłoszenia	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Formularze kontaktowe	Tak	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Tak
Raporty bazodanowe	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Forum dyskusyjne	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Zarządzanie dokumentami	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Kalendarz wydarzeń	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Zarządzanie aktualnościami	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Raportowanie statystyk	Darmowy dodatek	Nie	Nie	Nie
Menadżer FAQ	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Nie
Dystrybucja plików	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Wykresy i precyzyjne statystyki	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Współpraca	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Nie
Księga gości	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek

	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Help Desk / Raportowanie o błędach	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Nie
HTTP Proxy	Nie	Nie	Nie	Nie
Zarządzanie statusami	Nie	Nie	Darmowy dodatek	Nie
Oferty pracy	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Nie
Zarządzanie linkami	Tak	Tak	Darmowy dodatek	Tak
Zarządzanie formatem mailowa	Tak	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Tak
Porównywarka	Nie	Nie	Nie	Nie
Newsletter	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Galeria zdjęć	Darmowy dodatek	Tak	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Ankiety	Tak	Darmowy dodatek	Tak	Tak
Menadżer produktów	Tak	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Tak
Zarządzanie projektami	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Wyszukiwarki	Tak	Tak	Tak	Tak
Site Map	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Notowania giełdowe	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Komunikator	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Kanały RSS	Tak	Tak	Tak	Tak
Testy i quizy	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Nie
Czasowy system logowania	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Nie
Rozbudowane konta użytkowników	Tak	Tak	Tak	Tak
Pogoda	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek
Dodatek Wiki	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Darmowy dodatek	Nie

Dla zagadnień związanych z implementacją funkcjonalności ERP najbardziej istotne są funkcjonalności CMS opisane w kolejnym podrozdziale.

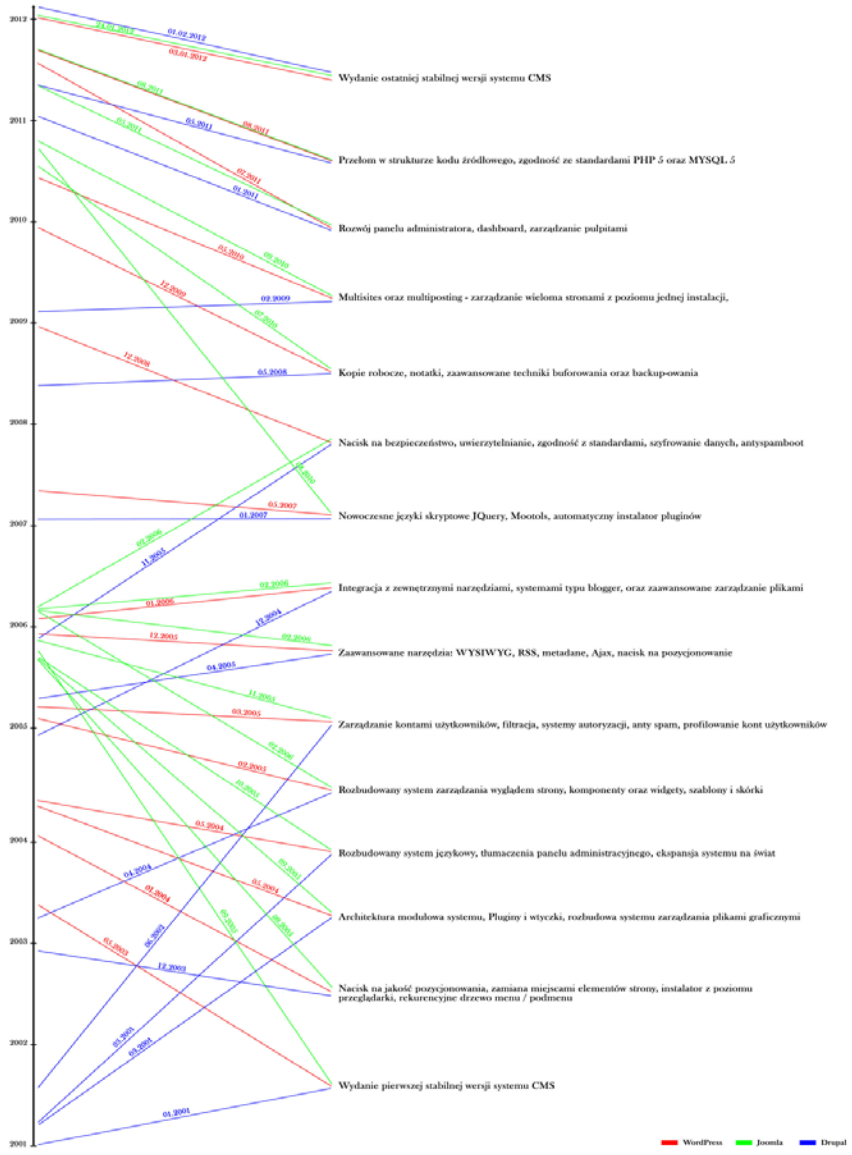
6.5.2. Porównanie funkcjonalności CMS istotnych dla trendów rozwoju ERP CMS

Wsparcie dla e-commerce

Tab. 6.10. Porównanie systemów – wsparcie dla e-commerce, Źródło: Badania własne

Funkcjonalność	Joomla!	WordPress	Drupal	Elxis
Program partnerski	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny
Zarządzanie magazynem	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny
Systemy płatności	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny
Systemy wysyłki	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny
System zarządzania podatkiem	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny
Punkty za zakupy	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny
Koszyk z zakupami	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny
Subskrypcja	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Limitowane
Lista życzeń	Darmowy dodatek	Nie	Darmowy dodatek	Dodatek płatny

6.6. **Ewolucja technologiczna systemów CM**



Rys. 6.1. Badanie trendów rozwojowych najpopularniejszych systemów CMS

Rys. 6.1 podsumowuje informacje o historii pełnej wersji i funkcjonalności najpopularniejszych CMS: Joomla, WordPress, Drupal w formie na osi czasu. Dane

zostały zebrane w pracy Skulimowskiego i in (2013) i weryfikowane w pracy Skulimowskiego (2006).

W tabeli poniżej (Tab. 6.11) znajdują się parametry charakteryzujące względną innowacyjność poszczególnych systemów CM, które posłużyły do sporządzenia Rys. 6.1 Pierwsza kolumna zawiera opis funkcjonalności. W drugiej kolumnie znajduje się czas opóźnienia wprowadzenia danej funkcjonalności przez WordPress w stosunku do Drupala. (kolumna 6). W czwartej kolumnie znajduje się czas opóźnienia wprowadzenia danej funkcjonalności przez system Joomla! w stosunku do Drupala (kolumna 6). W 6 kolumnie występują same zera, ponieważ Drupal wprowadzał każdą funkcjonalność jako pierwszy. W trzeciej, piątej i siódmej kolumnie znajduje się ilość miesięcy, która upłynęła do wprowadzenia danej funkcjonalności kolejno przez systemy: WordPress, Joomla! i Drupal.

Tab. 6.11. Odstępy czasowe w miesiącach pomiędzy wprowadzeniem ulepszeń najważniejszych CMS w odniesieniu do lidera innowacji

Opis Funkcjonalności	**WordPress**		**Joomla!**		**Drupal**	
	$f_{1,k}$	$\tau_{1,k}$	$f_{2,k}$	$\tau_{2,k}$	$f_{3,k}$	$\tau_{3,k}$
Wydanie pierwszej stabilnej wersji systemu	28	28	56	56	0	0
Nacisk na jakość pozycjonowania, zamiana miejscami elementów strony instalator z poziomu przeglądarki, rekurencyjne drzewo menu/podmenu	1	36	21	56	0	35
Architektura modułowa systemu, pluginy i wtyczki, rozbudowa systemu zarządzania plikami graficznymi	38	40	54	56	0	2
Rozbudowany system językowy, tłumaczenia panelu administracyjnego, ekspansja systemu na Świat	1	40	6	57	0	2
Rozbudowany system zarządzania wyglądem strony, komponenty oraz widgety, szablony i skórki	10	49	22	61	0	39
Zarządzanie kontami użytkowników filtracja, systemy autoryzacji, anty-spam, profilowanie kont użytkowników	33	58	41	58	0	17
Zaawansowane narzędzia: WYSIWYG, RSS, metadane, Ajax, nacisk na pozycjonowanie	8	67	10	61	0	51

Integracja z zewnętrznymi narzędziami, systemami typu blogger, oraz zaawansowane zarzadzanie plikami	13	68	14	61	0	47
Nowoczesne biblioteki skryptowe JQuery, automatyczny instalator pluginów	4	84	43	114	0	72
Nacisk na bezpieczeństwo, uwierzytelnianie, zgodność z standardami, szyfrowanie danych, antyspamboot	37	103	3	61	0	58
Kopie robocze, notatki zaawansowane techniki buforowania oraz backupowania	19	115	26	115	0	88
Multisites oraz multiposting – zarządzanie wieloma stronami z poziomu jednej instalacji	15	120	19	116	0	97
Rozwój panelu administratora, dashboard, zarządzanie pulpitami	6	134	4	124	0	120
Przełom w strukturze kodu źródłowego, zgodność ze standardami PHP 5 oraz MYSQL 5	3	135	3	127	0	124
Wydanie ostatniej stabilnej wersji systemu CMS	0	140	0	132	0	129

Dla przykładu, pierwsza wersja systemu Drupal została wprowadzona w styczniu 2001 roku, po 28 miesiącach pierwszą swoją wersję systemu wprowadził WordPress (tj. w maju 2003 roku). Następną funkcjonalność WordPress wprowadził w styczniu 2004 roku, czyli 8 miesięcy po poprzedniej funkcjonalności stąd następna wartość w tabeli w drugiej kolumnie to *28+8=36*.

6.6.1. Dwa scenariusze rozwoju technologicznego

W tej sekcji przedstawimy podstawowe założenia dwóch technologicznych modeli ewolucyjnych, które z kolei będą generować dwa scenariusze rozwoju i wdrożeń ERP-CMS. Informacje o terminach poszczególnych wersji i nowych funkcjonalnościach posłużą do budowy modelu ewolucji technologicznej CMS, który jest kluczową technologią, np. na integrację wielu aplikacji biznesowych.

Brakuje jednoznacznych i powszechnie akceptowanych modeli, które opisują generowanie innowacji oprogramowania. Dlatego będziemy rozważać tutaj dwie klasy modeli, gdzie zmienną zależną jest czas tworzenia innowacji przez zespół programistów. Jako zmienne objaśniające będziemy traktować poprzednie wartości czasu oraz inne parametry, które charakteryzują innowacje stworzone przez inne zespoły.

W pierwszym modelu, na podstawie zebranych danych do systemów CM (przedstawionych w Tab. 6.11), zakładamy, że lider technologiczny (Drupal) rozwija system autonomiczny, nie biorąc pod uwagę innowacji wprowadzonych przez mniej zaawansowane systemy. Drugi model zakłada, że niedawne wydanie innych systemów jest mniej istotne niż w dniu wprowadzenia istotnych funkcji, które system jeszcze nie posiada. Model ten będzie analizowany jako Scenariusz II. Trzeci model, który nie jest analizowany tutaj (Skulimowski i in., 2013) nie zakłada, że system Drupal będzie rozwijał się bez orientacji na inne systemu, zakłada natomiast, że rozwój wszystkich systemów będzie zależał od innowacji wprowadzonych przez inne zespoły. W kolejnych podrozdziałach pokażemy, że założenia, które doprowadziły do sformułowania obu modeli, generują dwa różne scenariusze rozwoju tej kluczowej technologii.

6.7. **Prognoza technologiczna dla Scenariusza I.**

Oznaczmy przez *x(i),y(i),z(i)* odstępy czasowe pomiędzy wygenerowaniem kolejnego (*i*-tego) ulepszenia systemu CMS, kolejno WordPress, Joomla! i Drupal. Można wówczas zbadać zależność czasu wprowadzenia kolejnych ulepszeń przez producenta każdego z systemów od częstotliwości podobnych innowacji w przeszłości, zarówno własnych, jak i konkurencji.

Zakładamy, że odstęp czasowy do powstania kolejnego ulepszenia systemu zależy liniowo od odstępów czasowych powstawania *n-1* wcześniejszych ulepszeń tego systemu oraz od częstotliwości pojawienia się ulepszeń w innych systemach. Na podstawie analizy wykresu timeline (Rys. 6.1), który wykazał pierwszeństwo systemu Drupal we wprowadzaniu wszystkich dotychczasowych innowacji, możemy przy tym dodatkowo założyć, że twórcy tego systemu działają autonomicznie, nie biorąc pod uwagę kolejnych wersji WordPress i Joomla!, które wprowadzają innowacje technologiczne już obecne w systemie Drupal. Innowacje te nie tworzą z tego powodu presji konkurencyjnej dla systemu Drupal (presja taka może jednak powstawać w wyniku wprowadzania innowacji organizacyjnych lub marketingowych, które jednak nie muszą mieć związku z innowacjami technologicznymi wnoszonymi przez kolejne wersje software'u). Powyższe założenia prowadzą do sformułowania następującego modelu kreacji innowacji w trzech analizowanych systemach:

$$x(k+1)=a_{1,1}x(k)+a_{1,2}x(k-1)+\ldots+a_{1n}x(k-n+1)+b_{1,2}\,v_{1,2}(k)+b_{1,3}\,v_{1,3}(k)+c_1 \qquad (6.1)$$

$$y(k+1)=a_{2,1}y(k)+a_{2,2}y(k-1)+\ldots+a_{2n}y(k-n+1)+b_{2,1}\,v_{2,1}(k)+b_{2,3}\,v_{2,3}(k)+c_2 \qquad (6.2)$$

$$z(k+1)=a_{31}z(k)+a_{32}z(k-1)+\ldots+a_{3n}z(k-n+1)+c_3 \qquad (6.3)$$

gdzie

- $v_{12}(k)$ – średnia częstotliwość wprowadzania wersji systemu Joomla! obliczana na podstawie $P_{1,2}(k)$ odstępów czasowych pomiędzy wersjami tego systemu bezpośrednio poprzedzających *k-tą* wersję systemu WordPress

- $v_{21}(k)$ - średnia częstotliwość wprowadzania wersji systemu WordPress obliczana na podstawie $P_{2,1}(k)$ odstępów czasowych pomiędzy wersjami tego systemu bezpośrednio poprzedzających k-tą wersję systemu Joomla!

- $v_{j,3}(k)$, dla $j=1,2$ - średnia częstotliwość wprowadzania wersji systemu Drupal obliczana na podstawie $P_{j,3}(k)$ odstępów czasowych pomiędzy wersjami tego systemu bezpośrednio poprzedzających k-tą wersję systemu WordPress – dla $j=1$ oraz systemu Joomla! – dla $j=2$.

W modelu obliczeniowym, jako $P_{i,j}(k)$, dla $i=1,2$, $j=1,2,3$, $i \neq j$, przyjęto stałą wartość 3, która pozwala na uzyskanie wystarczającej istotności modelu.

Przez $a_{j1},a_{j2},\ldots,a_{jn}$ oznaczyliśmy współczynniki kierunkowe równania regresji dla zależności odstępu czasowego pojawienia się nowej wersji j-tego systemu od wcześniejszych częstotliwości wprowadzania innowacji w tym samym systemie, tj. systemów WordPress, Joomla! i Drupal, odpowiednio dla $j=1,2,3$. Natomiast przez $b_{i,j}$ *dla* $i=1,2$ oraz $j=1,2,3$, $i \neq j$, oznaczyliśmy współczynniki funkcji regresji opisujące odpowiednio zależności:

- dla $i=1$, $j=2,3$ - $x(k)$ od $v_{1,j}(k)$

-dla $i=2$, $j=1$ – $y(k)$ od $v_{2,1}(k)$ oraz dla $i=2$, $j=3$ – $y(k)$ od $v_{1,3}(k)$,

tj. zależności od zmiennych opisujących średnie odstępy czasu pomiędzy wprowadzeniem *3* bezpośrednio poprzedzających ostatnich ulepszeń w pozostałych systemach (i), poprzedzających *k-te* ulepszenie systemu opisywanego przez równania (6.1) lub (6.2).

Współczynniki c_i, $i=1,2,3$ są wyrazami wolnymi otrzymanymi w wyniku estymacji funkcji regresji. Dla uproszczenia zapisu pomijamy czynniki losowe w równaniach (6.1), (6.2), (6.3).

Równania (6.1), (6.2), (6.3) opisują zatem dynamikę odstępów czasowych pomiędzy wygenerowaniem kolejnych ulepszeń systemów, odpowiednio, WordPress, Joomla! i Drupal. Np. dla systemu Joomla!, równanie (6.2) opisuje odstępy pomiędzy wygenerowaniem kolejnych ulepszeń tego systemu w zależności od odstępów czasowych powstawania *n-1* wcześniejszych ulepszeń Joomla! (charakterystyka innowacyjności własnej) oraz od częstotliwości pojawiania się ulepszeń w innych systemach (Drupal i WordPress), czyli od presji konkurencji. Równanie (6.3) opisuje odstępy pomiędzy wygenerowaniem kolejnego ulepszenia systemu Drupal. Zgodnie z początkowym założeniem, nie uwzględnia ono prawdopodobieństwa pojawienia się nowej funkcjonalności w innych systemach (Joomla!, WordPress), gdyż system Drupal wszystkie ulepszenia wprowadzał dotychczas jako pierwszy. Dane do obliczeń (na podstawie pracy Skulimowskiego (2006) oraz Rys. 6.1.) podane są w Tab. 6.12, niżej:

Tab. 6.12. Dane do obliczeń. Funkcjonalności systemów CM.

Kolejna funkcjonalność	**WordPress data wprowadzenia**	**x(t)**	**Joomla! data wprowadzenia**	**y(t)**	**Drupal data wprowadzenia**	**z(t)**
1	2003-05	0	2005-09	0	2001-01	0
2	2004-01	8	2005-09	0	2001-03	2
3	2004-05	4	2005-09	0	2002-06	15

Kolejna funkcjonalność	WordPress data wprowadzenia	x(t)	Joomla! data wprowadzenia	y(t)	Drupal data wprowadzenia	z(t)
4	2004-05	0	2005-10	1	2003-12	18
5	2005-02	9	2005-11	1	2004-04	4
6	2005-03	9	2006-02	3	2004-04	0
7	2005-12	9	2006-02	0	2004-12	8
8	2006-01	1	2006-02	0	2005-04	4
9	2007-05	16	2006-02	0	2005-11	7
10	2008-12	19	2010-08	53	2007-01	14
11	2009-12	12	2010-07	1	2008-05	16
12	2010-05	5	2010-09	1	2009-02	9
13	2011-07	14	2011-05	8	2011-01	23
14	2011-08	1	2011-08	3	2011-05	4
15	2012-01	5	2012-01	5	2012-01	8

W Tab. 6.13. poniżej przedstawiamy wyliczone średnie odstępy dla kolejnych wydań każdego systemu.

Tab. 6.13. Dane używane do obliczeń, dotyczące opóźnień wprowadzania kolejnych ulepszeń systemów CM

Funkcjonalność	WordPress – Joomla!	Joomla! - WordPress	Joomla! - Drupal	WordPress - Drupal
	$v_{1,2}(k)$	$v_{2,1}(k)$	$v_{1.3}(k)$	$v_{1.3}(k)$
1	0	6	4	5,67
2	0	6	4	11,67
3	0	6	4	7,33
4	0	6	4	7,33
5	0	6	4	4
6	0	9	6,33	4
7	0,67	9	6,33	6,33
8	1,67	9	6,33	6,33
9	0	9	6,33	8,33
10	0	12	13	12,33
11	0	12	13	13
12	18,33	12	13	13
13	3,33	12	16	16
14	4	10,33	12	12
15	5,33	7,66	11,67	11,67

Próba znalezienia statystycznie istotnego modelu, który wylicza zależności między prostymi odstępami czasowymi pomiędzy innowacjami okazała się niemożliwa (Skulimowski, i in., 2013). Jednak istotne funkcje regresji można znaleźć, gdy rozważymy uśrednione zmienne, zob. Tab. 6.15 i Tab. 6.14, poniżej.

Tab. 6.14. Nowe zmienne w modelach scenariusza I

Model I.1 podstawowy	Model I.2 uśredniony:	Model I.3 uśredniony:	Model I.4 uśredniony:
x(t)	*x'(t)=(x(t)-x(t-2))/2*	*x'(t)=(x(t)-x(t-3))/3*	*z'(t)=(z(t)-z(t-4))/4*
y(t)	*y'(t)=(y(t)-y(t-2))/2*	*y'(t)=(y(t)-y(t-3))/3*	*y'(t)=(y(t)-y(t-4))/4*
z(t)	*z'(t)=(z(t)-z(t-2))/2*	*z'(t)=(z(t)-z(t-3))/3*	*z'(t)=(z(t)-z(t-4))/4*

6.7.1. Istotność modelu I

W celu zbadania istotności modelu regresji użyto testu *F* (rozkład *Fishera-Snedecora*). Hipotezę zerowa można sformułować w następujący sposób H_0. Wszystkie współczynniki modelu są równe *0*, a hipotezę alternatywną H_1: Co najmniej jeden ze współczynników jest różny od *0*.

Statystyka testowa jest definiowana w następujący sposób:

$$F = \frac{SSR/k}{SSE/(n-k+1)}, \tag{6.4}$$

gdzie SSR to suma kwadratów odchyleń regresyjnych: $SSR = \sum_{i=0}^{n}(\hat{y}_i - \bar{y})^2$, a SSE to suma odchyleń błędów: $SSE = \sum_{i=0}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$. Jeśli $F<F_0$ to nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy H_0.

Drugim kryterium użytym w celu zbadania jakości dopasowania modelu jest współczynnik determinacji $R^2=SSR/SSE$, który informuje nas jaka część zmienności zmiennej objaśnianej została wyjaśniona przez model.

Wyniki obliczeń istotnych modeli scenariusza *I* dla czterech wariantów, dla uśrednionych zmiennych podano w Tab. 6.15. Tabela zawiera statystykę *Fishera-Snedecora F*, wartość *p*, współczynnik determinacji R^2 dla każdego z CMS w *4* wariantach.

Tab. 6.15. Porównanie 4 modeli scenariusza I

System:		**Model I.1**	**Model I.2**	**Model I.3**	**Model I.4**
WordPress	**Statystyka F,**	0.6395	1.315 ,	3.187	1.315,
	p-value	0.6084	0.3352	0.08436	0.3352

System:		Model I.1	Model I.2	Model I.3	Model I.4
	Współczynnik determinacji R^2	0.1757	0.3303,	0.5444	0.3303
Joomla!	**Statystyka F,**	1.563	1.253	11.58	17.78
	p-value	0.265	0.3535	0.00278	0.002174
	Współczynnik determinacji R^2	0.3425	0.3197	0.8128	0.8989
Drupal	**Statystyka F,**	0.2166,	7.274	6.537	6.196
	p-value	0.8093	0.1023	0.02077	0.03471
	Współczynnik determinacji R^2	0.04593	0.4344	0.6204	0.6738

6.7.2. Model prognostyczny w scenariuszu I

Ze względu na najlepszą dobroć dopasowania oraz najlepszy współczynnik istotności (najmniejsze *p-value*) do dalszych rozważań w Scenariuszu *I* wybieramy model *I.3*. Obliczone współczynniki modelu są zawarte w Modelu *I.3* poniżej:

Model I.3:

$$x(k+1)= 0.5405x(k)-0.1262\ v_{1,2}(k) +0.1916\ v_{1,3}(k) +2.604 \quad (6.5)$$

$$y(k+1)=-0.02911\ y(k)+-0.5882\ v_{2,1}(k) +2.91714\ v_{2,3}(k)-13.05821 \quad (6.6)$$

$$z(k+1)= 0.9769\ z(k) -0.3956\ (k-1)+ 3.8574 \quad (6.7)$$

Istotność funkcji regresji nie gwarantuje istotność współczynników modelu regresji Poniżej wyznaczone zostały *(1-α) *100%* przedziały na podstawie wzoru:

$$P(a_j-t_{(1-\alpha/2,n-k-1)}S(a_j)\leq a_j\leq a_j+t_{(1-\alpha/2,n-k-1)}S(a_j)=1-\alpha, \quad (6.8)$$

gdzie $t_{(1-\alpha/2,n-k-1)}$ jest kwantylem rozkładu t-Studenta z *n-k-1* stopniami swobody, a $S(a_j)$ to błąd standardowy współczynnika regresji. Przyjęty poziom ufności to *0.95*.

Istotność współczynników w każdym podmodelu badano klasycznym testem z hipotezą zerową H_0: Współczynnik a_j jest równy *0* i hipotezą alternatywną H_1: Współczynnik a_j jest różny od *0* oraz ze statystyką testową $t=a_j/S(a_j)$. Wyniki obliczeń przedstawiono w Tab. 6.16. poniżej.

Tab. 6.16. Współczynniki modelu 3

Współczynnik	Wartość	Przedziały ufności	p-value
a_{11}	0.5405	-7.1858; 7.7263	0.3157
a_{21}	0.02911	-0.8497; 0.9797	0.976
a_{31}	0.9769	0.3307; 1.6231	0.00824
a_{32}	-0.3956	-1.0258; 0.2347	0.18580
b_{12}	0.1262	-1.4063; 1.6587	0.3093
b_{21}	0.5882	-0.6862; 1.8626	0.167
b_{13}	0.1916	-0.5581, 0.9413	0.2028
b_{23}	2.91714	-1.7691; 4.0382	0.644
c_1	2.604	0.1742; 5.0338	0.0651
c_2	-13.05821	-27.8472; 1.7308	0.605
c_3	3.8574	-1.7057; 9.4205	0.14850

Przedstawione powyżej wyniki istotności dla współczynników pokazują, że chociaż istotność prognozy modelu liniowego *I.3*, jest znacząca, to jednak niektóre z poszczególnych współczynników regresji są nieistotne.

Tab. 6.17. zawiera prognozowane terminy kolejnych wydań z nowymi funkcjonalnościami każdego z trzech systemów rozpatrywanych w niniejszym rozdziale.

Tab. 6.17. Prognozowane wartości dla modelu I.3

Kolejna funkcjonalność	WordPress data wprowadzenia	Joomla! data wprowadzenia	Drupal data wprowadzenia
16	12-11	13.07	12-09
17	13-10	13-12	13-04
18	14-08	14-10	13-12
19	15-06	15-10	14-08
20	16-03	16-10	15-03
21	16-12	17-09	15-10
22	17-08	18-07	16-06
23	18-05	19-03	17-01
24	19-02	19-11	17-08
25	19-11	20-07	18-03
26	20-08	21-03	18-12
27	21-05	21-11	19-07
28	22-02	22-07	20-02
29	22-11	23-03	20-09
30	23-08	23-11	21-04

Kolejna funkcjonalność	WordPress data wprowadzenia	Joomla! data wprowadzenia	Drupal data wprowadzenia
31	24-05	24-07	21-11
32	25-02	25-03	22-06
33	25-11	25-11	23-01
34	26-08	26-07	23-08
35	27-05	27-03	24-03
36	28-02	27-10	24-10
37	28-11	28-07	25-05
38	29-08	29-03	25-12
39	30-05	29-11	26-07
40	31-02	30-07	27-02

Na zakończenie analizy statystycznej prognoz obliczono przedziały ufności dla liczby innowacji z wykorzystaniem następującego wzoru:

$$P[\hat{y}_i - R(x_1,..,x_n) \leq \hat{y}_i \leq \hat{y}_i + R(x_1,..,x_n)] = 1-\alpha, \tag{6.9}$$

gdzie

$$R(x_1,..,x_n) := t_{(1-\alpha/2,n-1)} S(y) \sqrt{1 + 1/n + (x_i - \bar{x}) / \sum_{i=0}^{n} (x_i - \bar{x})^2} \tag{6.10}$$

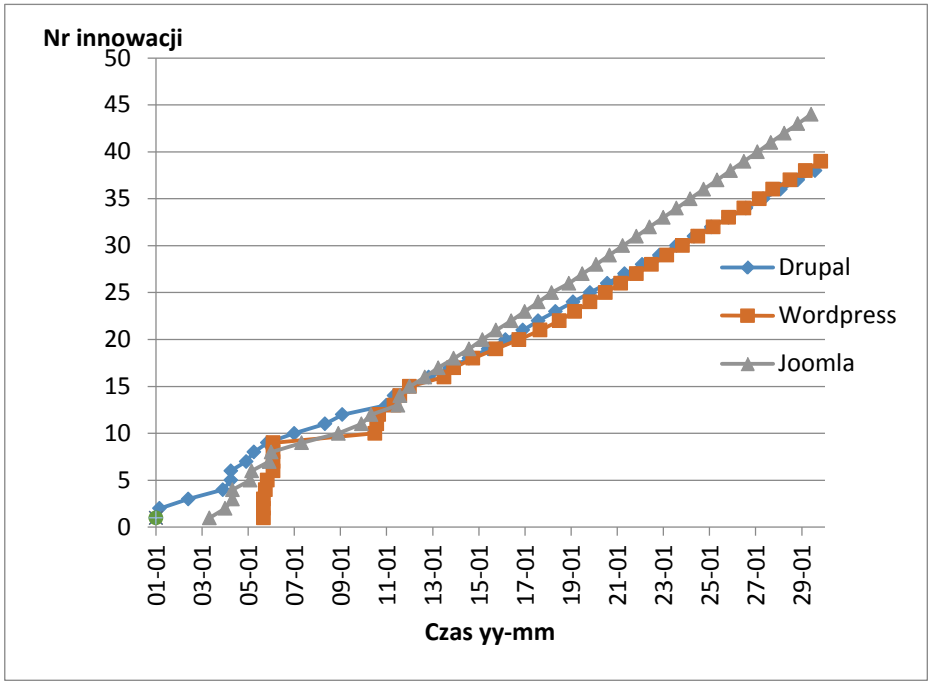
Do obliczeń przyjęto współczynnik istotności $\alpha=0.05$. Przedziały ufności dla horyzontów prognozowania 2020 i 2025 podane są w Tab. 6.18., niżej.

Tab. 6.18. Prognozowane wartości dla modelu I.3

Drupal			WordPress			Joomla!		
Horyzont prognozy	**Ilość innowacji**	**Przedział ufności**	**Horyzont prognozy**	**Ilość innowacji**	**Przedział ufności**	**Horyzont prognozy**	**Ilość innowacji**	**Przedział ufności**
2025-05	30	(29,31)	2025-05	32	(30,35)	2025-03	37	(34,40)
2030-05	36	(35,37)	2030-07	40	(38,43)	2030-01	45	(42,48)

Wizualizacja prognoz przedstawiona jest na Rys. 6.2. Wykres pokazuje, że Drupal, o którym założyliśmy, że będzie rozwijać się w sposób autonomiczny, straci swoją pozycję lidera w stosunkowo krótkim czasie - około dwóch lat. Zaskakujące jest to, że Joomla! stanie się liderem i będzie utrzymywać pozycję lidera w całym prognozowanym okresie. WordPress, obecny lider rynku będzie powoli, ale konsekwentnie uzupełniał luki technologiczne w stosunku do liderów Joomla! i Drupal, aż w końcu w roku 2026 wyprzedzi Drupala i będzie utrzymywał swoją pozycję do końca prognozowanego okresu. Zauważmy, że liczba wdrażanych innowacji na koniec progno-

zowanego okresu będzie wahać się między *38* i *44* (*38*-system Drupal, *44* – system Joomla!).



Rys. 6.2. Prognozowane wartości wg modelu 3

6.8. **Prognoza technologiczna dla Scenariusza II**

Oznaczmy przez *x(i),y(i),z(i)* odstępy czasowe pomiędzy wygenerowaniem kolejnego (*i*-tego) ulepszenia systemu CM, kolejno WordPress, Joomla! i Drupal. Można wówczas zbadać zależność czasu wprowadzenia kolejnych ulepszeń przez producenta każdego z systemów od częstotliwości podobnych innowacji w przeszłości, zarówno własnych, jak i konkurencji.

Zakładamy, że odstęp czasowy do powstania kolejnego ulepszenia systemu zależy liniowo od odstępów czasowych powstawania *n-1* wcześniejszych ulepszeń tego systemu oraz od odstępów czasowych pomiędzy wprowadzeniem tej samej funkcjonalności w różnych systemach.

Tak samo jak w scenariuszu pierwszym, na podstawie analizy wykresu timeline (Rys. 6.1), który wykazał pierwszeństwo systemu Drupal we wprowadzaniu wszystkich dotychczasowych innowacji, możemy przy tym dodatkowo założyć, że twórcy tego systemu działają autonomicznie, nie biorąc pod uwagę kolejnych wersji Word-

Press i Joomla!, które wprowadzają innowacje technologiczne już obecne w systemie Drupal. Innowacje te nie tworzą z tego powodu presji konkurencyjnej dla systemu Drupal (presja taka może jednak powstawać w wyniku wprowadzania innowacji organizacyjnych lub marketingowych, które jednak nie muszą mieć związku z innowacjami technologicznymi wnoszonymi przez kolejne wersje software'u).

System WordPress, wprowadzał dotychczasowe innowacje technologiczne już obecne w systemie Drupal, ale prawie we wszystkich przypadkach niedostępne jeszcze w systemie Joomla! Tylko w dwóch przypadkach system Joomla! wyprzedził system WordPress, a w jednym przypadku systemy Joomla! i WordPress wprowadzili nowe ulepszenie w tym samym czasie. Możemy założyć zatem, że innowacje wprowadzane przez system Joomla! nie stanowią presji konkurencyjnej dla systemu WordPress. System Drupal natomiast stanowi presję konkurencyjną dla pozostałych systemów, oraz system WordPress stanowi presję konkurencyjną dla systemu Joomla!

Powyższe założenia prowadzą do sformułowania następującego modelu kreacji innowacji w trzech analizowanych systemach:

$$x(k+1)=a_{1,1}x(k)+a_{1,2}x(k-1)+\ldots+a_{1n}x(k-n+1)+ b_{1,3}\, v_{1,3}(k) +c_1 \tag{6.11}$$

$$y(k+1)=a_{2,1}y(k)+a_{2,2}y(k-1)+\ldots+a_{2n}y(k-n+1)+b_{2,1}\, v_{2,1}(k) + b_{2,3}\, v_{2,3}(k)+c_2 \tag{6.12}$$

$$z(k+1)=a_{31}z(k)+a_{32}z(k-1)+\ldots+a_{3n}z(k-n+1) + c_3 \tag{6.13}$$

gdzie:

- $v_{2,1}(k)$ – odstęp czasowy pomiędzy czasem wprowadzenia tej samej funkcjonalności systemu Joomla!, która została już wprowadzona w systemie WordPress. Jeśli system Joomla! wprowadził swoją funkcjonalność wcześniej niż system WordPress to przyjmowano $v2,1(k)=0;$

- $v_{j,3}$(k), dla $j=1,2$ – odstęp czasowy pomiędzy czasem wprowadzenia tej samej funkcjonalności systemu WordPress $(j=1)$ oraz systemu Joomla! $(j=2)$, która została już wprowadzona w systemie Drupal.

Przez $a_{j1},a_{j2},\ldots,a_{jn}$ oznaczyliśmy współczynniki kierunkowe równania regresji dla zależności odstępu czasowego pojawienia się nowej wersji j-tego systemu od wcześniejszych częstotliwości wprowadzania innowacji w tym samym systemie, tj. systemów WordPress, Joomla! i Drupal, odpowiednio dla $j=1,2,3$.

Przez $b_{j,3}$ oznaczyliśmy współczynniki funkcji regresji opisujące zależność

- dla $j=1$ $x(k)$ od $v_{1,2}(k)$, dla $j=2$ $y(k)$ od $v_{2,3}(k)$, tj. od zmiennych opisujących odstęp czasu pomiędzy wprowadzeniem tej samej funkcjonalności w systemie WordPress oraz Joomla!, która została już wprowadzona w systemie Drupal.

Przez $b_{2,1}$ oznaczyliśmy współczynnik funkcji regresji opisujący zależność $y(k)$ od $v_{2,1}(k)$, tj. od zmiennej stanowiącej odstęp czasu pomiędzy wprowadzeniem w systemie Joomla! tej samej funkcjonalności, która została wprowadzona wcześniej w systemie WordPress.

Współczynniki c_i, $i=1,2,3$ są wyrazami wolnymi otrzymanymi w wyniku estymacji funkcji regresji. Podobnie, jak w przypadku równań (6.1)-(6.3) i (6.5)-(6.7), czynniki losowe w równaniach (6.11), (6.12) i (6.13) dla uproszczenia zapisu pomijamy.

Równania (6.11), (6.12) i (6.13) opisują zatem dynamikę odstępów czasowych pomiędzy wygenerowaniem kolejnych ulepszeń systemów, odpowiednio, WordPress, Joomla! i Drupal: równanie (6.11) opisuje odstępy pomiędzy wygenerowaniem kolejnych ulepszeń systemu Wordpress w zależności od odstępów czasowych powstawania *n-1* wcześniejszych ulepszeń tego systemu (charakterystyka innowacyjności własnej) oraz od pojawiania się tych samych ulepszeń w systemie Drupal, czyli od presji konkurencji. Równanie (6.12) opisuje odstępy pomiędzy wygenerowaniem kolejnych ulepszeń tego systemu w zależności od odstępów czasowych powstawania *n-1* wcześniejszych ulepszeń Joomla! (charakterystyka innowacyjności własnej) oraz od pojawiania się tych samych ulepszeń w innych systemach (Drupal i WordPress), czyli od presji konkurencji. Równanie (6.13) opisuje odstępy pomiędzy wygenerowaniem kolejnego ulepszenia systemu Drupal. Zgodnie z początkowym założeniem, nie uwzględnia ono prawdopodobieństwa pojawienia się nowej funkcjonalności w innych systemach (Joomla!, WordPress), gdyż system Drupal wszystkie ulepszenia wprowadzał dotychczas jako pierwszy.

Tab. 6.19. Dane do obliczeń. Daty wprowadzenia kolejnych funkcjonalności systemów CM

Kolejna funkcjonalność	**Drupal**	**z(t)**	**WordPress**	**x(t)**	**Joomla!**	**y(t)**
1	2001-01	0	2003-05	0	2005-09	0
2	2001-03	2	2004-01	8	2005-09	0
3	2002-06	15	2004-05	4	2005-09	0
4	2003-12	18	2004-05	0	2005-10	1
5	2004-04	4	2005-02	9	2005-11	1
6	2004-04	0	2005-03	9	2006-02	3
7	2004-12	8	2005-12	9	2006-02	0
8	2005-04	4	2006-01	1	2006-02	0
9	2005-11	7	2007-05	16	2006-02	0
10	2007-01	14	2008-12	19	2010-08	53
11	2008-05	16	2009-12	12	2010-07	1
12	2009-02	9	2010-05	5	2010-09	1
13	2011-01	23	2011-07	14	2011-05	8
14	2011-05	4	2011-08	1	2011-08	3
15	2012-01	8	2012-01	5	2012-01	5

Tab. 6.20. Dane do obliczeń. Odstępy pomiędzy pojawieniem się tej samej funkcjonalności w różnych systemach

Funkcjonalność	WordPress←Drupal	Joomla!←Drupal	Joomla!←WordPress
	$v_{1,3}(k)$	$v_{2,3}(k)$	$v_{2,1}(k)$
1	28	56	28
2	1	21	20
3	38	54	16
4	1	6	5
5	10	22	12
6	33	41	8
7	8	10	2
8	13	14	1
9	4	43	39
10	37	3	0
11	19	26	7
12	15	19	4
13	6	4	0
14	3	3	0
15	0	0	0

Tab. 6.21. Nowe zmienne w modelach scenariusza II

Model II.I podstawowy	Model II.2 uśredniony:	Model II.3 uśredniony :	Model II.4 uśredniony:
$x(t)$	$x'(t)=(x(t)-x(t-2))/2$	$x'(t)=(x(t)-x(t-3))/3$	$z'(t)=(z(t)-z(t-4))/4$
$y(t)$	$y'(t)=(y(t)-y(t-2))/2$	$y'(t)=(y(t)-y(t-3))/3$	$y'(t)=(y(t)-y(t-4))/4$
$z(t)$	$z'(t)=(z(t)-z(t-2))/2$	$z'(t)=(z(t)-z(t-3))/3$	$z'(t)=(z(t)-z(t-4))/4$
	$v_{1,3}'(k)=(v_{1,3}(k)-v_{1,3}(k-2))/2$,	$v_{1,3}'(k)=(v_{1,3}(k)-v_{1,3}(k-3))/3$	$v_{1,3}'(k)=(v_{1,3}(k)-v_{1,3}(k-4))/4$,
	$v_{2,3}'(k)=(v_{2,3}(k)- v_{2,3}(k-2))/2$	$v_{2,3}'(k)=(v_{2,3}(k)- v_{2,3}(k-3))/3$	$v_{2,3}'(k)=(v_{2,3}(k)- v_{2,3}(k-4))/4$
	$v_{2,1}'(k)=(v_{2,1}(k)- v_{2,1}(k-2))/2$	$v_{2,1}'(k)=(v_{2,1}(k)- v_{2,1}(k-3))/3$	$v_{2,1}'(k)=(v_{2,1}(k)- v_{2,1}(k-4))/4$

6.9. **Istotność modelu II**

Istotność modeli w modelu II, który odpowiada Scenariuszowi II rozwoju CMS, została obliczona w taki sam sposób jak istotność modeli w Scenariuszu I.

Tab. 6.22. Porównanie 4 modeli w Scenariuszu II

System:		Model II.1	Model II.2	Model II.3	Model II.4
WordPress	Statystyka F,	0.1799	1.081	5.378	3.567
	p-value	0.9067	0.3842	0.02907	0.09534
	Współczynnik R^2	0.0716	0.2127	0.5444	0.5432
Joomla!	Statystyka F,	0.633	1.493	21.25,	2.73
	p-value	0.6169	0.2974	0.0003627	0.1364
	Współczynnik R^2	0.2134	0.3902	0.8885	0.5772
Drupal	Statystyka F,	0.2166,	7.274	6.537	6.196
	p-value	0.8093	0.1023	0.02077	0.03471
	Współczynnik R^2	0.04593	0.4344	0.6204	0.6738

6.10. **Model prognostyczny w scenariuszu II**

Ze względu na najlepszą dobroć dopasowania oraz najlepszy współczynnik istotności (najmniejsze *p-value*) do dalszych rozważań w Scenariuszu *II* wybieramy model *I.3*. Obliczone współczynniki modelu są zawarte w Modelu *II.3* poniżej, a istotność współczynników i przedziały ufności w Tab. 6.23.

Model II.3

$$x(k+1)= 0.71931x(k)-0.0089\, v_{1,2}(k) +3.98323 \quad (6.14)$$

$$y(k+1)= 0.50347\, y(k)+ 0.84245\, v_{2,1}(k) -0.55797\, v_{2,3}(k)+ 7.77001 \quad (6.15)$$

$$z(k+1)= 0.9769\, z(k) -0.3956\, z(k-1)+ 3.8574 \quad (6.16)$$

Tab. 6.23. Współczynniki modelu II.3

Współczynnik	Wartość	Przedziały ufności	p-value
a_{11}	0.71931	0.2205; 1.2182	0.00981
a_{21}	0.50347	0.2374; 0.7695	0.002401
a_{31}	0.9769	0.3307; 1.6231	0.00824
a_{32}	-0.3956	-1.0258; 0.2347	0.18580
b_{12}	-0.0089	-0.4680; 0.2882	0.60386
b_{21}	0.84245	0.4653; 1.2196	0.000873
b_{23}	-0.55797	-0.7825; -0.3334	0.000439
c_1	3.98323	-2.6152; 10.5817	0.20522
c_2	7.77001	2.3614; 13.1786	0.010654
c_3	3.8574	-1.7057; 9.4205	0.14850

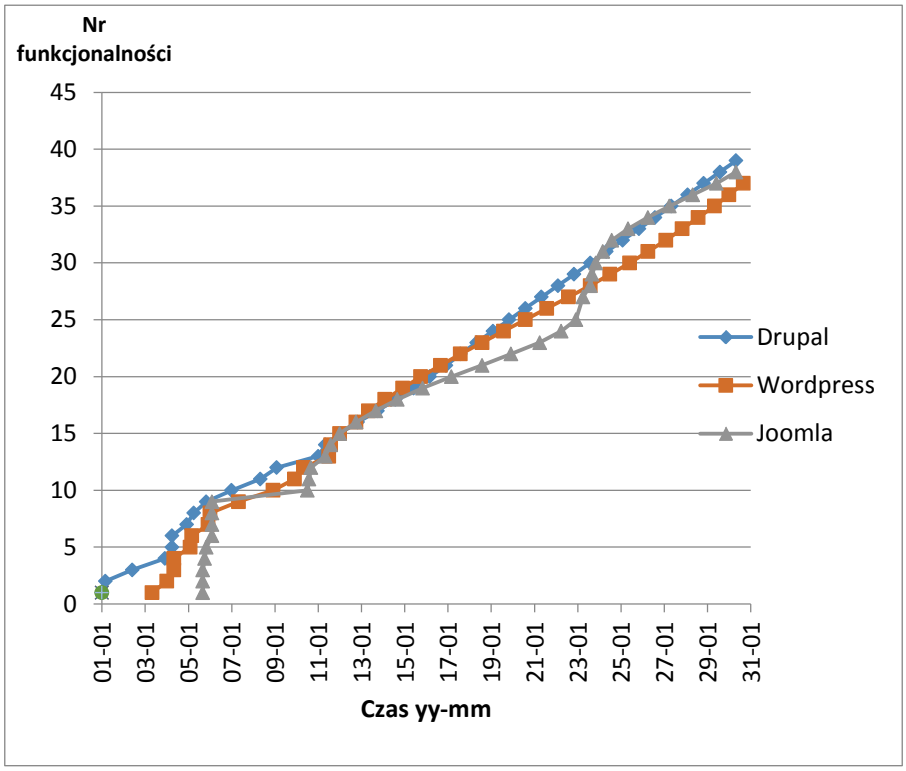
Wyniki prognoz innowacji CMS w scenariuszu *II* przedstawiono w Tab. 6.24. poniżej:

Tab. 6.24. Prognozowane wartości dla modelu II.3

Kolejna funkcjonalność	Drupal	WordPress	Joomla!
1.	12-11	12-10	12-10
2.	13-10	13-05	13-09
3.	14-08	14-02	14-09
4.	15-06	14-12	15-11
5.	16-03	15-10	17-03
6.	16-12	16-09	18-08
7.	17-08	17-08	19-12
8.	18-05	18-08	21-04
9.	19-02	19-08	22-04
10.	19-11	20-08	22-12
11.	20-08	21-08	23-04
12.	21-05	22-08	23-07
13.	22-02	23-08	23-08
14.	22-11	24-07	23-09
15.	23-08	25-06	23-11
16.	24-05	26-04	24-03
17.	25-02	27-02	24-08
18.	25-11	27-11	25-05
19.	26-08	28-08	26-04
20.	27-05	29-05	27-04
21.	28-02	30-01	28-05
22.	28-11	30-09	29-06
23.	29-08	31-05	30-05

Tab. 6.25. Prognozowane wartości dla modelu II.3

Drupal			WordPress			Joomla!		
Horyzont prognozy	**Ilość innowacji**	**Przedział ufności**	**Horyzont prognozy**	**Ilość innowacji**	**Przedział ufności**	**Horyzont prognozy**	**Ilość innowacji**	**Przedział ufności**
2025-05	30	(29,31)	2025-06	30	(29,31)	2025-05	33	(32,34)
2030-05	36	(38,40)	2030-01	36	(35,37)	2030-05	38	(37,39)



Rys. 6.3: Prognozowane wartości wg modelu 7

6.11. **Porównanie scenariuszy I i II**

Porównanie obu scenariuszy jest przedstawione w Tab. 6.26. poniżej. Okazuje się, że występuje znaczna różnica w tworzeniu innowacji pomiędzy systemem Joomla!, a innymi systemami. System Joomla! wykazuje większą aktywność w Scenariuszu *I*. Pozostałe dwa systemy generują nowe wersje i funkcjonalności według tego samego wzorca. Różnica ta może wskazywać, że team developerski Joomla! uważa, iż wydawanie nowych wersji jest ważniejsze, niż wprowadzane kolejnych funkcjonalności.

Tab. 6.26. Liczba wyprowadzonych innowacji w CMS do 2030 roku – porównanie scenariuszy.

	Drupal		**WordPress**		**Joomla!**	
Horyzont prognozy	**Scenariusz I**	**Scenariusz II**	**Scenariusz I**	**Scenariusz II**	**Scenariusz I**	**Scenariusz II**
2020	26	26	25	25	28	22
2025	33	33	32	30	36	33
2030	39	39	40	37	45	38

Inne porównanie przedstawiono w Tab. 6.27. Pokazuje ono wartość nowego wskaźnika: *"indeksu innowacyjności CMS*", który jest obliczany jako stosunek średniej liczby prognozowanych rocznie innowacji w okresie 2012-2015 (2 wiersz w Tab. 6.27.) i obserwowanej średniej wartości w okresie 2005-2012 (3 wiersz).

Tab. 6.27. Liczba wyprowadzonych innowacji w CMS do 2030 roku – porównanie scenariuszy.

	Drupal		**WordPress**		**Joomla!**	
	Scenariusz I	**Scenariusz II**	**Scenariusz I**	**Scenariusz II**	**Scenariusz I**	**Scenariusz II**
Liczba innowacji w latach 2005-2012	7	7	10	10	14	14
Liczba innowacji w latach 2012-2025	17	17	22	15	22	18
Średnia liczba innowacji w latach 2005-2012	1	1	1.43	1.43	2	2
Średnia liczba innowacji w latach 2012-2025	1.31	1.31	1.69	1.15	1.69	1.38
Średni wzrost innowacji	1.31	1.31	1.18	0.8	0.85	0.69

Wyniki pokazują, że przyjęte przy obu scenariuszach założenia nie mają decydującego wpływu na innowacyjność. Zmieniają jednak siłę rynkową konkurencyjnych systemów. Drupal, lider innowacji, może stracić swoją pozycję lidera w obu scenariuszach, ale pozostaje silnym graczem rynkowym w obu przypadkach. Pozwala to stwierdzić, że innowacje dotyczące aplikacji ERM wprowadzane przez system Drupal będą nadal odgrywały kluczową rolę na rynku CMS.

6.12. **Dyskusja i kierunki przyszłych badań**

W tym rozdziale zostały omówione trzy istotne kwestie, które mogą być sformułowane na podstawie poprzednich rozdziałów: jaki będzie jakościowy rozwój CMS jako klucza technologicznego umożliwiającego oprogramowanie dla przedsiębiorstw, które inne aplikacje dla przedsiębiorstw mogą zostać zintegrowane przy użyciu tej technologii oraz w jaki sposób można zbudować model rynku dla ERP-CMS. Odpowiedzi na te pytania znajdujemy w kolejnych podrozdziałach.

6.12.1. Przyszłe cechy i funkcjonalności CMS

Ważnym zagadnieniem, które nie zostało jeszcze wyczerpująco omówione, jest przejście między ilościowymi charakterystykami innowacji, a konkretną sekwencją innowacji, która zostanie wprowadzona przez każdy z zespołów developerskich CMS. Częściową odpowiedź można uzyskać na podstawie planów rozwoju publikowanych przez te zespoły na stronach systemów, jednak zostają one ogłoszone dla stosunkowo krótkiego okresu – roku lub dwóch lat (np. www.Elxis.com, dostęp 11'2012). Dalsze wskazówki otrzymujemy na podstawie wykonanej w podrozdziale 6.4 analizy wersji i funkcjonalności. Wynika z tego, że Drupal odgrywa rolę wiodącego innowatora, podczas gdy inne systemy wprowadzają jego funkcjonalności z pewnym opóźnieniem. Biorąc pod uwagę to, że Drupal planuje ekspansję oprogramowania dla przedsiębiorstw, takiego jak ERM, można stwierdzić, że wszystkie systemy będą podążać tą drogą w ciągu następnej dekady.

Ponadto wszyscy przedstawieni w tym rozdziale twórcy CMS zwracają dużą uwagę na badania, co sprzyja szybkiemu wdrażaniu nowych technologii. Poniżej znajduje się lista pomysłów, funkcjonalności i nowych modułów, które albo są w trakcie badań, albo są zaplanowane do wdrożenia w ciągu najbliższych kilku lat. Część z nich będzie bezpośrednio związana z funkcjonalnościami ERP, inne zaspokajać będą ogólne potrzeby kooperacji. Kilka nowych funkcjonalności, a mianowicie jakość modułów wsparcia innowacji, jak również systemy zarządzania HR zostały wskazane przez respondentów badań delfickich w roku 2012 (por. Rozdz. 11,12) i są wymienione poniżej:

- Kognitywne modele użytkownika - umożliwiające systemowi uczenie się z jakich witryn korzysta użytkownik i jakie aplikacje zostały zainstalowane. Modele te będą dalej rozwijane w kierunku inteligentnych systemów rekomendacyjnych.
- Wspomaganie decyzji menedżerskich w przedsiębiorstwach poprzez SWD zaimplementowane w ERP w oparciu o systemy CM.
- Zarządzanie zasobami ludzkimi.
- Moduły zarządzania jakością - różne wersje w zależności od potrzeb sektora, wersji i rodzaju normy ISO.
- Automatyczna aktualizacja na żywo.
- Aktualizacje do nowej wersji PHP, po pojawieniu się wersji stabilnej.
- Tworzenie nowych szablonów w prosty sposób z panelu administracyjnego.
- Zaawansowane, zintegrowane narzędzia do statystyk internetowych (np. ruch na stronie).
- Systemy wspomagania innowacji w firmach.

Powyższy wykaz nie jest oczywiście kompletny.

6.12.2. Dalsze zastosowania CMS w ERM jako technologii konwergentnych

Wsparcie pracy grupowej w przedsiębiorstwach (i nie tylko) jako kolejne rozszerzenie CMS to być może najbardziej oczywiste rozszerzenie zakresu istniejących aplikacji, które zresztą w wielu systemach (np. Plone, Drupal) jest już dostępne. Charakterystyczną cechą usług Web 2.0 Internetu jest stały wzrost średniej liczby interakcji między ich użytkownikami. Dotyczy to także interakcji dla celów służbowych, przy czym schematy prywatnych zachowań społecznych użytkowników przenoszone są do domeny procedur biznesowych. Przykładami mogą być np. korporacyjne strony w mediach społecznościowych typu *LinkedIn*, *Twitter*, czy *Facebook*, budowa w oparciu o nie sieci kontaktów, zapraszanie potencjalnych klientów jako „znajomych", służbowy udział pracowników w forach i grupach dyskusyjnych.

Przykładowo, oprogramowanie MediaWiki[6] zostało stworzone, podobnie jak Wikipedia, w języku PHP. Jako silnika bazy danych używa MySQL, PostgreSQL lub Ingres. Rozpowszechniane jest na licencji GNU GPL umożliwiając tworzenie specjalistycznych aplikacji typu „wiki". MediaWiki ma strukturę modułową i stosunkowo łatwo może być modyfikowane i ulepszane przez rozszerzenia o nowe funkcje widoczne dla użytkownika systemu jako nowe strony specjalne lub nowe możliwości znaczników wiki.

Innym wyspecjalizowanym systemem zarządzania treścią stosowanym często w przedsiębiorstwach jest Plone, który oparty jest na środowisku Zope. Plone został oprogramowany w języku Python i jest rozpowszechniany jako wolne oprogramowanie na licencji GPL. Może być wykorzystywany jako sieciowy serwer aplikacji, system publikowania dokumentów lub narzędzie do pracy zespołowej.

Wszystkie te aplikacje są w stanie dodatkowo wzmocnić istniejący system oprogramowania *open-source* dla przedsiębiorstw. Intranet umożliwia utworzenie spójnego systemu komunikacji wewnątrz firmy i pozwala na integrację funkcjonujących w firmie aplikacji.

Innym potencjalnym obszarem integracji systemów informacyjnych firm są systemy CRM. Jak już wspomniano, integracja CRM i CMS (Lee i in., 2003) stanowi alternatywny sposób dla EAI. Ważną kwestią jest zapewnienie jednolitego systemu baz danych we wszystkich procesach biznesowych – od początku procesu sprzedaży poprzez serwis do sporządzania odpowiednich statystyk wykorzystywanych przy tworzeniu portfela produktów.

6.12.3. Wyzwania dla przyszłych badań: dalsza analiza trendów rozwojowych CMS i rynku ERP/ERM

W niniejszym rozdziale wykazaliśmy, ze analiza trendów rozwojowych systemów klasy CM i aplikacji pochodnych może być oparta na oszacowaniu występowania lub

[6] https://www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki [dostep 03'2013]

intensywności poszczególnych cech/funkcjonalności tych systemów. Ze względu na dostępność danych analiza statystyczna możliwa jest jedynie dla najbardziej rozpowszechnionych i zarazem reprezentatywnych CMSów, które były omawiane w niniejszym opracowaniu. Kolejnym rodzajem informacji, która może być wykorzystana przy budowie modeli jest upowszechnienie (liczba użytkowników) każdego systemu. Można zdefiniować zintegrowany wskaźnik d_i oparty na szacunkowej ilości funkcjonujących CMS opartych na danym systemie:

a) w Polsce
b) w Unii Europejskiej
c) na świecie

wśród:

i. „top 10000 sites",
ii. „top 1000000 sites" (wg Asprey, 2008, Builtwith website, dostęp 2012'10).

W szczególności, dla każdej funkcjonalności φ_j , $j=1,\ldots,J$, może być obliczony zintegrowany wskaźnik $\gamma_j(t)$, będący sumą ważoną intensywności w_i danej cechy w różnych systemach, z wagami d_i będącymi wskaźnikami upowszechnienia tych systemów w chwili t,

$$\gamma_j(t) := \sum_{i=1}^{n} w_{ji}(t) d_{ji}(t), \tag{6.17}$$

gdzie i jest numerem kolejnego współistniejącego systemu. W ten sposób każdy CMS opisany jest jako wektor intensywności cech φ_j , $j=1,\ldots,J$,

$$w_i(t) := (w_{ij}(t),\ldots ,w_{iJ}(t)),\ i=1,\ldots,n, \tag{6.18}$$

a ewolucja rynku CMS - jako wektor zintegrowanych wskaźników odpowiadających poszczególnym cechom w chwili t,

$$\gamma(t) := (\gamma_1(t),\ldots,\gamma_J(t)). \tag{6.19}$$

Do tak obliczonych wartości historycznych dotyczących rynku modelowanej klasy aplikacji, pochodzących z obserwacji własnych, danych wytwórców i specjalistycznych firm śledzących bieżące trendy internetowe, można zastosować metodę ekstrapolacji trendu opartą o dobrany empirycznie model autoregresji ARIMA(p,r,q), co pozwali na obliczenie spodziewanych wartości upowszechnienia na rynku systemów o cechach φ_j, $j=1,\ldots,J$, do roku 2025, a nawet 2030.

W oparciu o rozważania dotyczące modelu konkurencyjności CMS w poprzednim rozdziale można założyć, że różne systemy osiągają po pewnym czasie zbliżone funkcjonalności. Wynika z tego, że ekstrapolacji trendu dla rożnych cech można dokonać niezależnie, gdyż interferencja pomiędzy cechami nie ma charakteru kauzalnego. Dzięki temu założeniu w Modelu 1 nie występują równania współzależne, co pozwala uniknąć trudności z zastosowaniem metody VARIMA, gdy macierz określająca współzależność jest osobliwa.

Podany wyżej model opisuje ogólnie rozwój szerokiej klasy aplikacji *open-source*. Do celów dalszego zbadania trendów rozwojowych ERP/ERM-CMS, w różnych systemach wyróżnimy te cechy, które są istotne dla uzyskania funkcjonalności ERM w firmach. Następnie utworzymy oddzielny wskaźnik rozwoju λ odnoszący się tylko

do tych cech. Dla tego wskaźnika zastosujemy w podobny sposób jak wyżej metodę ekstrapolacji trendu (ARIMA) w celu obliczenie jego spodziewanych wartości w określonym według potrzeb interesariuszy horyzoncie prognostycznym.

Iloraz prognozowanych wartości obu wskaźników stanowić będzie miarę trendu wykorzystania CMS dla celów ERP. Tak otrzymana prognoza może być zweryfikowana poprzez powtórne (pierwsze badanie miało miejsce w roku 2010) badania ankietowe w firmach, zwłaszcza małych i średnich, zainteresowanych wdrożeniem ERP/ERM poprzez rozwój już istniejącego w firmie systemu CMS lub CRM.

6.13. **Wnioski dla użytkowników**

W niniejszym rozdziale przeprowadzono przegląd i porównanie najbardziej popularnych systemów *open-source* CMS wykorzystywanych powszechnie przez polskie przedsiębiorstwa z sektora MŚP. Ich wybór został oparty o analizę najlepszych praktyk i doświadczeń polskich MSP w zakresie implementacji tych systemów. Na podstawie badania potrzeb MSP twierdzimy, że znajomość zbadanych trendów i scenariuszy CMS - poprzez możliwość wyboru perspektywicznego systemu i wskazany tu trend konwergencji funkcjonalności trzech najważniejszych CMS - przyniesie nowe korzyści technologiczne dla MŚP.

Korzystając z modułów oprogramowania *open-source*, MŚP będą mogły objąć więcej obszarów działalności handlowej przez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań ICT. Trend ten nie będzie kolidował z trendami „*going mobile*" i przetwarzaniem w chmurze („*moving into the cloud*"), które są związane prawie ze wszystkimi przedsiębiorcami, ale mają szczególne znaczenie dla małych i mikro firm. W szczególności aplikacje ERP-CMS oparte na sieci Web mają znacznie lepsze możliwości włączania mobilnych technologii, niż systemy off-line. W przypadku aplikacji zbudowanych w technologii CMS jest tak zarówno dla systemów *open-source*, jak i komercyjnych.

Chociaż aplikacje oparte na CMS będą szybko rozwijać się w chmurze i świecie mobilnym, z opinii przedsiębiorców wynika, że w perspektywie roku 2025 oprogramowanie dla księgowości nadal podlegać będzie wolniejszej integracji z systemami opartymi na chmurze (*cloud computing*). Wynika to częściowo z tradycyjnej (por. Skulimowski, A.M.J. i in., 2006) niechęci przedsiębiorców do ujawniania swoich danych finansowych w przestrzeni publicznej, nawet jeśli poziom bezpieczeństwa IT stale rośnie. W ten sposób pliki osobiste i związane z rachunkowością mogą pozostać podstawą tradycyjnych systemów ERP. Może się to jednak różnić w poszczególnych krajach (Leina i in., 2008).

Ponadto możliwość budowania systemów zarządzania organizacją z portalu internetowego nie ogranicza się do przedsiębiorstw i może być również podejmowana przez szkoły, organizacje pozarządowe, szpitale (Motahar i in., 2013) lub lokalną administrację. Wraz z rozwojem rynku nowe moduły i funkcjonalności będą tworzone w zależności od potrzeb dla konkretnych grup użytkowników. W ten sposób liczba użytkowników aplikacji komercyjnych i specjalistycznych modułów CMS może rosnąć szybciej niż rynek oprogramowania dla przedsiębiorstw i CMS-ERP może znaleźć nowe zastosowanie w nowych obszarach zastosowań.

Inny, wspomniany już na wstępie trend, mianowicie EAI (*Enterprise Application Integration*) – integracja aplikacji w firmie będzie również kontynuowany, obejmując także aplikacje zbudowane w oparciu o CMS. Tradycyjnie integracja aplikacji dotyczyła początkowo księgowości firmy i aplikacji magazynowych, a następnie dalszych aplikacji związanych z produkcja i sprzedażą. Jednak w firmach produkcyjnych i we wszystkich dużych korporacjach w Polsce integracja taka jest już faktem, zatem średnia wielkość firmy rozpoczynającej integrację będzie się zmniejszać. Ten ostatni warunek może być traktowany jako warunek ekspansji rynkowej dla dostawców oprogramowania opartego na CMS. Dla dostawców gotowych rozwiązań, takich jak SAP, głównym obszarem działań marketingowych pozostanie oprogramowanie ERP/ERM dla dużych firm. Natomiast oprogramowanie dla MSP, zwłaszcza usługodawców i sprzedawców, powinno być oferowane zgodnie z trendem zwiększania wygody i wydajności oraz posiadać możliwość integracji z różnorodnymi usługami sieciowymi (Jinping i in., 2011). Wniosek ten opiera się na analizie trendów podażowych oraz wartości sprzedaży oprogramowania klasy ERP/ERM.

Kolejny trend w informatyzacji przedsiębiorstw stanowią aplikacje budowane od podstaw na ERP *open-source*, które jednak nie odnotowują znacznego wzrostu liczby użytkowników, co potwierdzają także inne niezależne opinie na temat oprogramowania tego typu (Muscatello i in., 2003; Yanjing i in., 2009).

Inny wniosek związany jest z dynamiką innowacyjności dostawców CMS *open-source*, którą badano w podrozdziałach 6.5-6.10 tego rozdziału. Szacujemy, że wśród nowych funkcjonalności około *50%* nowych wersji w ciągu najbliższych 10 lat stanowić będą istotne usprawnienia z punktu widzenia zastosowań w przedsiębiorstwach. Dzięki temu technologie CMS rozprzestrzeniać się będą na rynku oprogramowania dla przedsiębiorstw, który w przeszłości był domeną dużych dostawców ERP. Innym uzasadnieniem tego spostrzeżenia jest obserwacja (np. podrozdział 6.4), że najbardziej rozpowszechnionymi CMS open source jest obecnie WordPress, który – jak wykazuje Rys. 6.1 – podążał do tej pory za rozwojem funkcjonalnym systemu Drupal - najbardziej dotąd aktywnego przy wprowadzaniu modułów dla celów ERM. Można zatem przypuszczać, że w ciągu następnej dekady, w CMSach open source wprowadzonych zostanie wiele nowych funkcjonalności użytecznych dla przedsiębiorstw. Biorąc dodatkowo pod uwagę ich malejące opóźnienie do uruchomienia innowacji w odniesieniu do Drupala, co ma miejsce we wszystkich zbadanych tu scenariuszach, a także łatwość instalacji oprogramowania CMS, pokrycie większości potrzeb MŚP w zakresie ICT przy pomocy oprogramowania opartego na CMS może urzeczywistnić się jeszcze przed rokiem 2025.

Podsumowując, rozwój CMS-ERP, który był początkowo traktowany jako drugorzędny, może odegrać wiodącą rolę w procesie rozwoju komputeryzacji MŚP w Polsce w perspektywie roku 2025. Inne systemy informacyjne przedsiębiorstw, takie jak CRM, w szerokim znaczeniu także *e-commerce*, również ewoluują w powyższym kierunku. Tendencje rozwojowe i scenariusze tych systemów nakreśliliśmy w podrozdziałach 6.5-6.10. Na podstawie porównania poszczególnych wersji najważniejszych systemów, potencjalny użytkownik aplikacji opartych o CMS

może wywnioskować o przyszłych funkcjonalnościach, które pojawią się w ciągu najbliższych lat jako kontynuacja historii poszczególnych systemów i ich wersji.

Bibliografia Rozdziału 6

1. Amer, M.; Daim, T.U.; Jetter, A. (2013). A review of scenario planning. Futures 46, 23–40.
2. Asprey, L.; Middleton, M.R. (2008). Integrated document management for decision suppport. In: Burstein & Holsapple, Handbook on Decision Support Systems. Vol.1, s. 191-206.
3. Builtwith website (web technology lookup), trends.builtwith.com/cms, Dostęp: 2012/07
4. Cardoso, J.; Bostrom, R.P.; Sheth, A. (2004). Workflow Management Systems and ERP Systems: Differences, Commonalities, and Applications, Information Technology and Management 5, 319–338.
5. Castellina, N. (2011). Saas and Cloud ERP trends, observations, and performances. Aberdeen Group.
6. Charofas, D.N. (2001). Integrating ERP, CRM, supply chain management, and smart materials, Auerbach, New York.
7. Chia-Chen, Y.; Chiaming, Y.; Jih-Shih, H. (2008). A Web-based CMS/PDM Integration for Product Design and Manufacturing, IEEE International Conference on e-Business Engineering, s. 549-553.
8. Devos, J.; Landeghem, H.; Deschoolmeester, D. (2012). Using bricolage to facilitate emergent collectives in SMEs, 6th European Conference on Information Management and Evaluation Proceedings.
9. Drupal website, Drupal Foundation, www.drupal.org, Dostęp: 11’2012.
10. Elxis website. Elxis - Open Source CMS, www.elxis.org, Dostęp: 11’2012.
11. Hailu, A.; Rahman, S. (2012). Evaluation of Key Success Factors Influencing ERP Implementation Success, Proc. of the 2012 IEEE 8th World Congress on Services, 89-91.
12. Hallikainen, P.; Kivijarvi, H.; Nurmimaki, K. (2002). Evaluating strategic IT investments: an assessment of investment alternatives for a web content management system, System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference, s. 2977 – 2986.
13. Jinping, Y.; Wenjie, S. (2011). Research on ERP System Based on Web Architecture, Internet Technology and Applications (iTAP), 2011 International Conference, s. 1-4,
14. Joomla, www.joomla.org , Open Source Matters, Inc., [Dostęp: 2012/11]
15. Keller, A.; Hüsig, S. (2009). Ex ante identification of disruptive innovations in the software industry applied to web applications: The case of Microsoft's vs. Google's office applications. Technological Forecasting & Social Change 76, 1044–1054.
16. Lee, J.; Siau, K.; Hong, S. (2003). Enterprise Integration with ERP and EAI, Communications of the ACM 46(2), 54-60.
17. Leina, Z.; Tiejun; P.; Guoyan, R.; Chengbin, F. (2008). Development and Implementation of ERP/CRM System Based on Open Source Software to Small and Medium-sized Enterprise in China, Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), 2008 International Conference , Vol. 2, s. 725-730.
18. Motahar, S.M.; Safie, N.; Mukhtar, M.; Aljunid, S.M.; Mostafavi, S. (2013). An Applied Approach to Teach Hospital Information Systems Development using an Open

Source ERP Framework, 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI 2013), zaakceptowane do druku w Procedia Technology (preprint).
19. Muscatello, J.R.; Small, M.H.; Chen, I.J. (2003). Implementing enterprise resource planning (ERP) systems in small and midsize manufacturing firms, International Journal of Operations & Production Management 23(8), 850 – 871.
20. Nalepa, G.J.; Ligęza, A.; Wojnicki, I. (2007). From Content to Knowledge: a Perspective on CMS, Automatyka 11(1-2), 217-226.
21. Nordheim, S.; Päivärinta, T. (2004). Customization of Enterprise Content Management Systems: An Exploratory Case Study, Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2004.
22. Patel, S.K.; Rathod, V.R.; Parikh, S. (2011). A StatisticalComparison of Open Source CMS, Trendz in Information Sciences and Computing (TISC), 3rd International Conference, s.182-187.
23. Shreves, B. (2006). Mambo: Your visual blueprint for building and maintaining Web sites with the Mambo Open Source CMS. Visual, ISBN:0470040564.
24. Skulimowski, A.M.J. i in. (2006), ICT&SME – Raport końcowy. Leonardo da Vinci Reference Material, Fundacja Progress & Business, Kraków.
25. Skulimowski, A.M.J.; Badecka I.; Golonka, D.; Krzyszkowska-Pytel, M. (2013). Technological development prospect of ERP-CMS, Fundacja Progress & Business, Kraków, Raport techniczny projektu SCETIST, Wersja 2.1.
26. Smets-Solanes, J.P.; Carvalho, R. (2003). ERP5: A Next-Generation, Open-Source ERP Architecture, IT Professional Magazine 5(4), 38-44.
27. WordPress, www.wordpress.org, Dostęp: 2012/09.
28. Yanjing, J. (2009). Integration of CRM and ERP in E-commerce Environment, Management and Service Science, 2009. MASS '09. International Conference, s.1-4.
29. Zhang, Y. (2010). An Analysis on the ERP Application Status of the Small and Medium Manufacturing Enterprises, Second International Conference on Communication Systems, Networks and Applications, s.165-168.

Streszczenie. W niniejszym opracowaniu przedstawione zostały wyniki badania trendów związanych z rozwojem zastosowań technologii webowych open-source w przedsiębiorstwach, w szczególności w MŚP i z punktu widzenia rozwoju biznesowych SWD (systemy wspomagania decyzji). Wybór tych technologii wynika z obserwacji, że MŚP często szukają możliwości, aby nadać swoim stronom internetowym zbudowanym przy pomocy oprogramowania CMS open-source (Content Management Systems, Systemy Zarządzania Treścią) nowe funkcjonalności typowe dla systemów klasy ERP/M (Planowanie i Zarządzanie Zasobami Przedsiębiorstwa). Trend ten, chociaz obserwowany i opisywany w literaturze, jest sprzeczny z obowiązującym paradygmatem, że przedsiębiorstwa będą stopniowo wprowadzać profesjonalne oprogramowanie ERP zbudowane wokół modułów rachunkowości, magazynowego i sprzedażowych. Na podstawie ogólnodostępnych danych zbadaliśmy dynamikę kolejnych wersji i nowych funkcjonalności najpopularniejszych systemów CM open-source (Drupal, Joomla!, Word-Press). Szczególną uwagę zwrócono na innowacje w oprogramowaniu, które umożliwiają korzystanie z systemów CM do implementacji części funkcjonalności typowych dla ERP i SWD. Wyścig technologii oprogramowania można modelować za pomocą systemu quasi-liniowych równań stochastycznych ze zmiennymi stanu opisujących czas wygenerowania kolejnego uaktualnienia. W opracowaniu przedstawiono dwa takie modele zastosowane do trzech wymienionych wyżej systemów CM. Pierwszy model odnosi się do generowania nowych wersji, niezależnie od tego, czy przynoszą one istotną poprawę funkcjonalności oprogramowania, czy też nie. Drugi model uwzględnia jedynie pojawianie się istotnych nowych funkcjonalności w nowych wydaniach systemów. Ekstrapolacja metodą wektorowej autoregresji pozwaliła przewidzieć perspektywy rozwoju funkcjonalności CMS związane z ERP i SWD do roku 2025 i później. Możemy stwierdzić, że rozwój ERP opartych na CMS może mieć istotny wpływ na modele biznesowe w branży oprogramowania, w szczególności na architekturę menedżerskich SWD.

Słowa kluczowe: Foresight ICT, Systemy Zarządzania Treścią (CMS), Planowanie i Zarządzanie Zasobami Przedsiębiorstwa (ERP/ERM), scenariusze rozwoju biznesowych SWD, trendy rozwoju software'u, wektorowe modele autoregresyjne

Dodatek A1: Historia wersji i rozwój funkcjonalności WordPress

Tab. A1: Historia wersji systemu WordPress zastosowana w obliczeniach scenariuszy, Źródło: Porównanie plików changelog.txt (Skulilmowski, 2013)

Numer wersji	Data wydania	Uwagi do wersji
0.7	27. 05.2003	Pierwsza oficjalna wersja WordPressa
0.71	09. 06.2003	
0.7.1.1	25. 06. 2003	
0.72	11. 10. 2003	
1.01.2000	03. 01. 2004	
1.0.1	25. 01. 2004	Nazwa kodowa Miles, na cześć Milesa Davisa
1.0.2	14. 03. 2004	
1.2	22. 05. 2004	Nazwa kodowa Mingus, na cześć Charlesa Mingusa
1.2.1	06. 10. 2004	
1.2.2	15. 12. 2004	
1.5	17 02. 2005	Nazwa kodowa Strayhorn, na cześć Williama Thomasa 'Billy' Strayhorna
1.5.1	09. 05. 2005	Wersja ta została zastąpiona wersją 1.5.1.1, w której naprawiono kilka przeoczonych błędów
1.5.1.2	27. 05. 2005	
1.5.1.3	29. 06. 2005	
1.5.2	14. 08. 2005	
2.0	31. 12. 2005	Nazwa kodowa Duke, na cześć Edwarda 'Duke' Ellingtona
2.0.1	31. 01. 2006	
2.0.2	10. 03. 2006	
2.0.3	01. 06. 2006	
2.0.4	29. 06. 2006	
2.0.5	27. 10. 2006	Wersja nazwana Ronan, dla uczczenia narodzin syna jednego z głównych twórców Wordpressa
2.0.6	05. 01. 2007	
2.0.7	15. 01. 2007	
2.0.8		Wersja z tym numerem nie została wydana
2.0.9	21. 02. 2007	
2.0.10	03. 04. 2007	
2.0.11	05. 08. 2007	
2.1	22. 01. 2007	Nazwa kodowa Ella, na cześć Elli Fitzgerald
2.1.1	21. 02. 2007	
2.1.2	02. 03. 2007	Aktualizacja po podmianie kodu źródłowego wersji 2.1.1 dostępnego na oficjalnej stronie
2.1.3	03. 04. 2007	
2.2	16. 05. 2007	Nazwa kodowa Getz, na cześć Stana Getza
2.2.1	21. 06. 2007	
2.2.2	05. 08. 2007	
2.2.3	08. 09. 2007	
2.3	25. 09. 2007	Nazwa kodowa Dexter, na cześć Dextera Gordona
2.3.1	26. 10. 2007	

2.3.2	29. 12. 2007	
2.3.3	05. 02. 2008	
2.5	29. 03. 2008	Nazwa kodowa Brecker, na cześć Michaela Breckera
2.5.1	25. 04. 2008	
2.6	15. 07. 2008	Nazwa kodowa Tyner, na cześć Alfreda McCoy Tynera
2.6.1	15. 08. 2008	
2.6.2	08. 09. 2008	
2.6.3	23. 10. 2008	
2.6.4		Wersja ta nie została wydana, pod tym numerem - pojawiła się fałszywa aktualizacja, zawierająca konia trojańskiego
2.6.5	23. 10. 2008	Autorzy świadomie pominęli numer 2.6.4, aby uniknąć pomyłek z fałszywą wersją
2.7	11. 12. 2008	Nazwa kodowa Coltrane, na cześć Johna Coltrane
2.7.1	10. 02. 2009	
2.8	01. 06. 2009	Nazwa kodowa Baker, na cześć Cheta Bakera
2.8.1	09. 07. 2009	
2.8.2	20. 07. 2009	
2.8.3	03. 08. 2009	
2.8.4	12. 08. 2009	
2.8.5	20. 10. 2009	
2.8.6	12. 11. 2009	
2.9	19. 12. 2009	Nazwa kodowa Carmen na cześć Carmen McRae
2.9.1	04. 01. 2010	
2.9.2	15. 02. 2010	
3.0	17. 06. 2010	Nazwa kodowa Thelonius na cześć Theloniousa Monka
3.0.1	29. 07. 2010	
3.0.2	30. 11. 2010	
3.0.3	08. 12. 2010	
3.0.4	29. 12. 2010	
3.0.5	07. 02. 2011	
3.1	22. 02. 2011	Nazwa kodowa Reinhardt na cześć Django Reinhardta
3.1.1	05. 04. 2011	
3.1.2	26. 04. 2011	
3.1.3	25. 05. 2011	
3.1.4	29. 06. 2011	
3.2	04. 07. 2011	Nazwa kodowa Gershwin na cześć George'a Gershwina
3.2.1	12. 07. 2011	
3.3	12. 12. 2011	Nazwa kodowa Sonny na cześć Edwarda "Sonny" Stitta
3.3.1	03. 01. 2012	

Tab. A2: Rozwój funkcjonalności systemu WordPress – dane zastosowane w obliczeniach scenariuszy, Źródło: Porównanie plików changelog.txt (Skulimowski, i in., 2013)

Wersja	Opis i uwagi do wersji
Wersja 0.7	Pierwsza wersja WordPress-a wydana 23 05. 2003 r. W wyniku prac powstał silnik bazowy, dostosowano do wówczas pasującego standardu HTML 1.1. Opracowany został panel administracyjny dzięki czemu użytkownik mógł samodzielnie zarządzać stroną. Stworzone został również szablony tzw. templates.
Wersja 1.0	Wersja 1.0 opracowana w styczniu 2004 roku, była jak na swój czas najnowocześniejszym systemem dostępnym na rynku za darmo. Wprowadziła przełomowy jak na tamten czas system umożliwiający zmianę miejsca elementów na stronie. Kolejnym bardzo ważnym elementem było użycie serwerowej funkcji mod_rewrite, dzięki czemu wprowadzano przyjazne linki dla wyszukiwarek internetowych. Zastosowano funkcje rekurencyjne do tworzenia drzewa menu bez ograniczeń jeśli chodzi o poziom zagłębienia. Uproszczony został instalator systemu, dzięki czemu więcej ludzi nie znających podstaw języków programowania mogła dokonać samodzielnej instalacji. Niestety wersja z racji małej ilości testów posiadała wiele znaczących błędów
Wersja 1.2	Oficjalna data wydania to 05. 2004. Wersja 1.2 prezentowała w pełni dojrzały produkt, przez co podbiła rynek zdobywając największa liczbę użytkowników. Zmieniona została architektura, która została określona architekturą „pluginową". Ważnymi funkcjami jakie zostały wprowadzone to: możliwość tworzenia miniaturek zdjęć „w locie" o zadanych rozmiarach i proporcjach. Poprawiono również system bezpieczeństwa i zarządzania hasłami, które od tej pory były szyfrowane. Wprowadzono możliwość podglądania postów przed publikacją, oraz zarządzania komentarzami. Wdrożono nowatorski jak na tamten czas kanał RSS. Poczyniono pierwsze kroki w kierunku rozszerzenia oprogramowania na zagraniczne rynki wprowadzając wersje językowe oraz systemy kodowania znaków.
Wersja 1.5	Wersja wydana w lutym 2005 roku przyniosła przełom jeśli chodzi o zarządzanie wyglądem szablonów. Opracowany został elastyczny system zarządzania komponentami z możliwością indywidualnego dostosowania prostego szablonu do własnych potrzeb poprzez doinstalowywanie dodatków i wtyczek. Poprawiony został system komentarzy, dodawania użytkowników do białej i czarnej listy. Wprowadzono możliwość zarządzania i autoryzacji kont, przez weryfikację email, link potwierdzający itd. Poprawiony oraz unowocześniony został również system administracyjny oraz sam interfejs administratora. Wprowadzona została tzw. „tablica", gdzie zaraz po zalogowaniu administrator widział nowości i najnowsze sprawy.
Wersja 2.0	Wersja 2.0 przyniosła kilka nowych rozwiązań i udogodnień. Pierwszy z nich było wprowadzenie nowego edytora typu WISYWIG TinyMCE, dzięki czemu w sposób graficzny możliwe było komponowanie artykułów stosując wszystko elementy znane z desktopowych programów tekstowych. Wprowadzone zostały kanały transmisyjne oraz możliwość importowania danych z RSS czy Blegger-a. Poprawione zostały mechanizmy pozycjonowania treści oraz używkowy otrzymał możliwość zarządzania metadanymi. Kolejnym udogodnieniem był podgląd strony przed jej opublikowaniem, oraz możliwość tworzenia i zarządzania kopiami bazy danych. Unowocześnienia znalazły miejsce również w panelu administracyjnym poprzez wprowadzenia technologi AJAX. Poprawione zostały również systemy antyspamowe i różnego rodzaju filtry.
Wersja 2.1	Wersja 2.1 opracowana została w styczniu 2007 roku. Była jedną z najpopularniejszych wersji, która pobrana została ponad 1 800 000 razy. Funkcjami, która zostały wprowadzone to system automatycznego zapisu danych przed

	przypadkowym zamknięciem. Wprowadzono możliwość przełączania się między edytorem graficznym WISYWIG a kodem źródłowym. Ponadto system rozbudowany został o filtr sprawdzający poprawność wprowadzanych słów. Rozszerzono generator XML przez co znacznie prostsze i szybsze było wymienianie danych pomiędzy systemami. Poprawiono i rozbudowano system pozycjonowania oraz dostosowanie zgodności do Google. Przełomem było również zwiększenie wydajności oraz szybkości działania bazy danych oraz całego systemu WordPress. Wprowadzono więcej AJAX-a do panelu administracyjnego oraz uruchomiony został menadżer wgrywania plików.
Wersja 2.2	Wersja wydana w maju 2007 roku, zawierała szereg poprawek jak również nowych funkcji. Wprowadzone zostało pojęcie widgetów, oraz automatycznego systemu instalacji pluginów. Całościowej zmianie poddany został kod Javascript na rzecz szybszego i bardziej wydajnego Jquery. Zaktualizowano wersję TinyMCE.
Wersja 2.7	W wersji wydanej w grudniu 2008 poprawiono systemy postów oraz komentarzy. Wprowadzone zostały skróty wiadomości. Kluczowe zmiany dotyczyły wproszenia oraz automatyzacji systemu instalacyjnego. Wersja wprowadzała szereg poprawek błędów oraz poprawiała zabezpieczenia
Wersja 2.8	Wersja wydana w kwietniu 2008 roku. Wprowadzono nowy system drag-and-drop w panelu administracyjnym, przez co administrator mógł przesuwać oraz zarządzać wyglądem panelu. Kompresjo poddane zostały skrypty przez co ładowanie strony znacznie się poprawiło. Przełomem w tej wersji było również dołożenie szeregu widgetów oraz skryptów Jquery dla wersji 1.3.2
Wersja 2.9	Dołożony został system generowania galerii z możliwością dołączania oraz odłączania. Możliwość cofnięcia się do poprzedniego kroku bez zapisania automatycznie zmiany. Poprawiono i unowocześniony system szablonów oraz rozbudowano system zarządzania wyglądem. Wdrożony został najnowocześniejszy system TinyMCE 3.2.7
Wersja 3.0	Data wydania wersji to maj, rok 2010. Wersja ta przeniosła szereg zmian oraz unowocześnień zarówno w funkcjach jak również w samym silniku kodowym. Największym przełomem było wprowadzenie systemu Multisite – zarządzania wieloma systemami z poziomu jednej instalacji. Wprowadzono motyw Twenty Ten, który stał się motywem domyślnym, zawierającym wykorzystanie wszystkich funkcji aktualnej wersji. Kolejnym elementem było wprowadzenie menadżera menu, który umożliwiał łączenie postów, stron informacyjnych, kategorii, linków , tagów, widgetów itd. w jednym miejscu. Przy instalacji dodana została możliwość tworzenia nazwy użytkownika wraz z hasłem. Poprawiono oraz nieco unowocześniono system generowania krótkich linków.
Wersja 3.1	Poprawiony i rozbudowany został panel administratora, głównie pod kątem dostępu oraz ekranów informacyjnych. Rozbudowano również system zarządzania wieloma systemami z poziomu jednego panelu administratora. Ułatwiono dodawanie hiperłączy do innych materiałów na stronie, dodano formaty wpisów, dodano pasek administracyjny na górze strony oraz opcję sortowania kolumn w panelu administracyjnym. Uproszczono także domyślny widok przy edycji wpisów na stronie ukrywając kolumny z opcjami, których rzadko się używa
Wersja 3.2	Wersja wydana w sierpniu 2011 roku, zrywa z kompatybilnością ze starymi wersjami php i mysql i wymusza tym samym na użytkownikach aktualizacje tychże wersji do Php 5 oraz MySql 5. Wprowadzony zostaje nowy motyw przewodni nazwany Twenty Eleven. Zmianie ulega panel administracyjny, oraz odchudzeniu poddany zostaje kod źródłowy przez co całość staje się dużo szybsza. Wycofane zostaje wsparcie dla starych przeglądarek internetowych np. Internet Expolorer 6.0

Dodatek A2. Historia wersji i rozwój funkcjonalności Mambo i Joomla!

Tab. A3. Zestawienie kluczowych wersji systemu Joomla - dane zastosowane w obliczeniach scenariuszy, Źródło: (Hailu i in., 2012).

Wersja	Data wydania	Wsparcie do
1.01.2000	16.09.2005	22.07.2009
1.5.X (LTS)	22.01.2008	10.04.2012
1.6.X	10.01.2011	19.08.2011
1.7.X	19.07.2011	24.02.2012
2.5.X (LTS)	24.01.2012	10.10.2013

W tabeli wyżej 1.5.X oznacza wersje od 1.5.0 do 1.5.26 czyli X jest z przedzialu 1 do 26, czyli że każda z tych wersji była wydawna co miesiąc lub dwa.

Tab. A4: Rozwój funkcjonalności w poszczególnych wersjach Joomla! - dane zastosowane w obliczeniach scenariuszy, Źródło: Porównanie plików changelog.txt (Hailu i in., 2012).

Wersja	Opis i uwagi do wersji
Mambo 4.5.2	Wydana: 17 02. 2005. Była to ostatnia wersja Mambo przed przejściem do projektu Joomla. W celach testowych dodano biblioteki patTemplate Rozszerzenia do praw dostępu do plików. Usunięto błędy.
Joomla! 1.0	Wydana: 15 09. 2005. Wprowadzone zmiany: - Mambo 4.5.2.3 pod nową marką - Usunięto błędy, luki bezpieczeństwa - Kilka dodatków do kodu
Joomla! 1.0.1	Wydana: 21 09. 2005. Wprowadzono szereg poprawek do wersji stabilnej
Joomla! 1.1	Wydana: 11. 2005. Wprowadzono: - Tłumaczenie panelu administracyjnego - Rozwiązanie to umożliwi stosowanie plików językowych do tłumaczenia statycznej zawartości zaplecza administracyjnego - Podstawy wsparcia RTL (tekst z prawej do lewej) - Boty użytkowników - Umożliwiają alternatywne metody autoryzacji użytkowników, jak na przykład LDAP. Dodatkowo są stanowią punkt zaczepienia dla między aplikacyjnych mostów Joomla! - Zaawansowana obsługa zestawów znaków innych niż ISO-8859-1, przez wprowadzenie standardu UTF-8 - Dodatkowy bot SSL zapewniający obsługę stron zabezpieczanych tym protokołem
Joomla! 1.2	Wydana: 02. 2006. Wprowadzono: - Podwaliny pod wsparcie różnych platform bazodanowych - W celu uzyskania większej niezależności od platformy bazy danych zintegrujemy popularną bibliotekę ADODB. Dla zwiększenia kompatybilności z innymi platformami poprawiony też będzie kod rdzenia Joomla! - Pierwszy etap rozszerzeń ACL - Dodanie możliwości tworzenia i edycji grup, z możliwością ustawienia zezwoleń czynności dla każdej grup (np. instalacja komponentów) - Ulepszone buforowanie strony - Sprawność Joomla będzie systematycznie

	udoskonalana przez zastosowanie wielopoziomowych warstw Cache, a także odpowiedniej kostrukcji obiektów - Separacja warstwy logicznej od prezentacji za pomocą patTemplate - Nowa struktura Javascript - Tryb instalacji FTP - Aby ominąć problemy z zabezpieczeniami różnych systemów, zastosowany zostanie zintegrowany tryb FTP do instalacji wszelkich dodatków Joomla! - Ulepszenie optymalizacji SEO/SEF - Optymalizacja strony i generowanego adresu URL pod kątem wyszukiwarek sieciowych zostanie przeniesiona na barki botów, aby ułatwić integrację i współpracę różnych innych dodatków Joomla! - Podstawy dla dalszego wsparcia Dostępności - Joomla! zdecydowanie polepszy swoją zgodność ze standardami sieci, aby ułatwić dostęp osobom niepełnosprawnym. Zgodność z WCAG A wymaga spełnienia prawie 508 standardów. - Implementacja projektów SOC - Wirtualny system wsparcia plików - używając zwykłego API jako dostępu do plików, ftp itd., Automatyczne aktualizacje - jak większości popularnych aplikacji (jak Firefox) z możliwością sprawdzania uaktualnień itd., Korola wersji zawartości
Joomla! 1.3	Wydana: 08. 2006. Wprowadzono: -Drugi etap rozszerzeń ACL (zezwolenia obiektów) - detaliczna możliwość ustawienia zezwoleń obiektów dla danych grup. W ten sposób można będzie uprawniać wybrane grupy użytkowników do oglądania poszczególnych sekcji/kategorii/elementów -Wbudowane rozwiązania Dostępności -Pełna kontrola zawartości
Joomla! 1.5	Wydana: 16 07. 2010. Jest to wydanie poprawiające bezpieczeństwo. Włączono nowy dodatek systemowy Unowocześnienie Mootools 1.2.4
Joomla! 1.7	Wydana: 26 09. 2011. Jest to wydanie poprawiające bezpieczeństwo. Dodano nowy moduł administracyjny nazwany mod_multilangstatus. Zadaniem modułu jest sprawdzanie konfiguracji wielojęzyczności i ostrzeganie o problemach w konfiguracji witryny. Usunięto ponad 90 usterek różnego typu. Poprawiono również polskie pliki językowe w instalatorze, usuwając usterkę powodującą, że na niektórych serwerach instalator nie przełączał się na język polski. W pakiecie języka polskiego dla Joomla 1.7.1 udostępnionym w kilka godzin po opublikowaniu nowego wydania Joomla!, poza zmianami, o których można dowiedzieć się z oficjalnego komunikatu, poprawiono nazewnictwo dodatków i modułów, dostosowując pisownię do wymagań ortografii polskiej.
Joomla! 2.0	Wydana: 08. 2011. Wprowadzono: -Drugi etap rozszerzeń ACL (zezwolenia obiektów) - detaliczna możliwość ustawienia zezwoleń obiektów dla danych grup. W ten sposób można będzie uprawniać wybrane grupy użytkowników do oglądania poszczególnych sekcji/kategorii/elementów -Wbudowane rozwiązania Dostępności -Pełna kontrola zawartości
Joomla! 2.5	Wydana: 01. 2012. Jest to wydanie poprawiające bezpieczeństwo. Wersja 2.5.0 jest kolejną aktualizacją Joomla! z wersji 1.7. Joomla 2.5.0 zawiera: 26 nowy właściwości, 4 poprawki bezpieczeństwa, 356 poprawionych usterek. Oprócz nowej platformy Joomla! dodano następujące nowe funkcje: - Dodano możliwość wyłączenia email do użytkownika, gdy administrator tworzy konto użytkownika

- Udoskonalono przetwarzanie wsadowe
- W danych pozycji menu dodano parametr "Uwaga"
- Powiadamianie administratora mailem o nowym użytkowniku
- Implementacja domyślnego tekstu dla języka w module Kolporter
- Implementacja opcji własnej grafiki na domyślnej stronie offline.php - Witryna wyłączona
- Powiadomienia o aktualizacjach Joomla! w module Ikony Skrótów
- Udoskonalona prezentacja danych w konsoli diagnostycznej
- Możliwość ustawienia opcji Witryna wyłączona podczas instalacji Joomla!
- Poprawka umożliwiająca zmianę kierunku tekstu doniesień
- Dodanie do CMS prawdziwego autoloadera
- Sprawdzanie wersji bazy danych
- Wybór typu pozycji menu w oknie modalnym podczas edycji pozycji menu
- Poprawa SEO: Nowy dodatek systemowy: Kod języka
- Menadżer nadpisywania tłumaczeń
- Łatwiejszy przepływ pracy - łącze w Projektancie Menu: Dodaj menu do menedżera modułów: Moduł menu
- Dodanie opcji filtrowania grup w module Gościmy
- Sprawdzanie podczas instalacji, czy na serwerze dostępna jest natywna obsługa ZIP
- Dodano możliwość obsługi innych baz danych, począwszy od Microsoft SQL Server / Windows Azure
- Zoptymalizowano moduł zaplecza Pasek Stanu
- Udoskonalono filtr kategorii artykułów - filtrowane są także podkategorie
- Dodano możliwość sporządzania notatek o użytkownikach
- W konfiguracji artykułów dodano pola umożliwiające zdefiniowanie obrazków i łączy do tworzenia prostych standaryzowanych układów
- Własny filtr tekstu Czarna Lista Custom - Gotowy do testów - Umożliwia zastąpienie domyślnej czarnej listy - Joomla 1.7
Captcha w rdzeniu
- Integracja wyszukiwarki indeksującej

Dodatek A3: Historia wersji i rozwój funkcjonalności systemu Drupal

Tab. A5. Historia wersji systemu Drupal- dane zastosowane w obliczeniach scenariuszy, Źródło: Porównanie plików changelog.txt (Cardoso i in., 2004). Historia wersji CMS Drupal

Wersja	Data wydania
Drupal 1.0.0	15.01.2001
Drupal 2.0.0	15.03.2001
Drupal 3.0.0	15.09.2001
Drupal 4.0.0	15.06.2002
Drupal 4.1.0	01.02.2003
Drupal 4.2.0	01.08.2003
Drupal 4.3.0	01.11.2003
Drupal 4.3.1	01.12.2003
Drupal 4.3.2	01.01.2004
Drupal 4.4.0	01.04.2004
Drupal 4.4.1	01.05.2004

Drupal 4.4.2	04.07.2004
Drupal 4.4.3	01.06.2005
Drupal 4.5.0	18.10.2004
Drupal 4.5.1	01.12.2004
Drupal 4.5.2	15.01.2005
Drupal 4.5.3	01.06.2005
Drupal 4.5.4	29.06.2005
Drupal 4.5.5	15.08.2005
Drupal 4.5.6	30.11.2005
Drupal 4.5.7	12.12.2005
Drupal 4.5.8	13.03.2006
Drupal 4.6.0	15.04.2005
Drupal 4.7.0	01.05.2006
Drupal 4.7.1	24.05.2006
Drupal 4.7.2	01.06.2006
Drupal 4.7.3	02.08.2006
Drupal 5.0	15.01.2007
Drupal 5.1	29.01.2007
Drupal 5.2	26.07.2007
Drupal 5.3	17.10.2007
Drupal 5.4	05.12.2007
Drupal 5.5	06.12.2007
Drupal 5.6	10.01.2008
Drupal 5.7	28.01.2008
Drupal 6.0	13.02.2008
Drupal 6.1	27.02.2008
Drupal 6.2	09.04.2008
Drupal 6.3	09.07.2008
Drupal 6.4	13.08.2008
Drupal 6.5	08.10.2008
Drupal 6.6	22.10.2008
Drupal 6.7	10.12.2008
Drupal 6.8	11.12.2008
Drupal 6.9	14.01.2009
Drupal 6.10	25.02.2009
Drupal 7.0	05.01.2011
Drupal 7.1	25.05.2011
Drupal 7.2	25.05.2011
Drupal 7.3	29.06.2011
Drupal 7.4	29.06.2011
Drupal 7.5	27.07.2011
Drupal 7.6	27.07.2011
Drupal 7.7	27.07.2011
Drupal 7.8	31.08.2011
Drupal 7.9	26.10.2011
Drupal 7,10	05.12.2011

Drupal 7,11	01.02.2012
Drupal 7,12	01.02.2012

Tab. A6: Historia rozwoju funkcjonalności systemu Drupal- dane zastosowane w obliczeniach scenariuszy, Źródło: Porównanie plików changelog.txt (Cardoso i in., 2004)

Wersja	**Opis i uwagi do wersji**
Drupal 2.0.0	Poprawiono system komentarzy, zmieniając system nawigacji przez co poruszanie się po komentarzach powinno być znacznie prostsze. Dodano możliwość sposobów sortowania. Istotną zmianą było dodanie sekcji i menadżera sekcji, przez co uzyskano możliwość zarządzania fragmentami strony z poziomu panelu administracyjnego. Wiele hostów – wiele kategorii: możliwość skonfigurowania wiele witryn drupala, zarządzanych z jednego centralnego punktu. Dodano rozbudowaną infrastrukturę wyszukiwarki. Elementem przełomowym wprowadzonym znacznie szybciej niż w konkurencyjnych systemach był system wielojęzykowy. Usprawniony i rozbudowany został system nadawania uprawnień użytkownikom systemu, z rozbiciem na najmniejsze składowe. Dodano moduł FAQ. Ulepszono moduły: * Moduł zarządzania kontami * Moduł pamiętnika * Moduł nagłówków Znacząco poprawiono i rozbudowano dokumentację oraz wprowadzono zgodność na najwyższym poziomie z W3C.
Drupal 3.0.0	Wersja 3.0 przyniosła wiele zmian w samej strukturze, a zwłaszcza w strukturze bazy danych. Baza danych została poddana remontowi: wszystko zostało oparte na węzłach: węzły są koncepcyjne "czarna skrzynka" do pary i zarządzanie różnego rodzaju treścią, która promuje ponowne wykorzystanie istniejącego kodu, co zmniejsza złożoność i wielkość Drupal, jak również poprawę długoterminowej stabilności. Na nowo przepisany został system moderacji queue.module. Usunięto moduł FAQ i dokumentacja i połączono je w "book module". Usprawnieniu poddano również zarządzanie kontami: * usunięto moduł banowania użytkowników, łącząc go z modułem z modułem kontroli dostępów * dodano filtry dostępności Przepisano kod sekcji i przemianował ją na meta.module, dodając obsługę nieograniczonej ilości zagnieżdżonych tematów. Tematy mogą być zagnieżdżone tworząc wielopoziomową hierarchię. Dodane zostało buforowanie co sprawiło, że Drupal stał się bardziej skalowalny. Dodano i rozbudowano wiele modułów: blog.module, poll.module, system.module, statistics.module, moderate.module. Stworzony został system umożliwiający tworzenie statycznych (i dynamiczne) stron za pośrednictwem interfejsu administracyjnego. Istotnym na ten czas elementem był system podglądu na żywo publikowanych materiałów przed ich wypuszczeniem do obiegu. Rozbudowano dokumentację oraz system pomocy Drupal.
Drupal 4.0.0	Dodany został system pełnego buforowania, dzięki czemu czas ładowania strony dla nowych użytkowników znacząco się skrócił. Dodano wsparcie dla zewnętrznych bibliotek SMTP. Dodano rozszerzenie archiwum do kalendarza. Dodano wsparcie dla Blogger API. Zmiana nastąpiła w strukturze bazy danych:

Drupal 5.0.0	zmieniono abstrakcyjną warstwę bazy danych, zmieniono system zapytań na ANSI SQL. Na nowo przepisany został system użytkownika, dodając wsparcie dla użytkowników poprzez : XML-RPC i przez serwer Jabber. Użytkownicy uzyskali większe prawa, np. możliwość osuwania własnych kont, dodano interfejs informacyjny: kto jest nowy, kto jest aktualnie online. Rozbudowany został system modłów przez co można było decydować, które bloki się wyświetlają, a które nie, jak również które bloki przypisane są do danej strony. Bardzo ważnym elementem było dodanie automatycznego systemu aktualizacji systemu, która zachowywała zgodność z poprzednimi wersjami. Poprawiono system wyszukiwania dodając filtr czułości wyszukiwania. Dodano indeksowanie. Zmieniono wyjście do XHTML. Dodano wsparcie dla identyfikatorów sesji w adresach URL, zamiast ciasteczek. Udoskonalono system zarządzania wieloma witrynami z poziomu jednej instalacji Drupala. W wersji 5.0 wprowadzono poprawki sformułowań dotyczących obsługi Unikodu. Całościowej mienie poddany został panel administracyjny: Dodano stronę raport ze szczegółowymi informacjami PHP / MySQL. Dodano internetowy instalator, który może: * Sprawdzić instalację i zainicjować proces aktualizacji * Automatycznie generować pliki konfiguracji bazy danych * Zaktualizować poszczególne moduły * Dokonać instalacji bazy danych dodając prefiksy do nazw tabel Dodano nowy domyślny motyw Garland. Dodano moduł kolorów do poszczególnych szablonów. Zaktualizowano JaveScript do popularnego wówczas Jquery w wersji 1.0.4. Wprowadzono możliwość zmiany maili wysłanych z systemu. Poprawiono system aktualizacji i doinstalowywania nowych modułów do systemu bazowego. Poprawiono użyteczność dodając obsługę AJAX-a do różnych zdarzeń np. system automatycznego sprawdzania poprawności danych wprowadzanych w poszczególnych polach, lub system generowania dynamicznych podpowiedzi w systemie wyszukiwania. Poprawiono i rozbudowania system zarządzania blokami na stronie z możliwością pełnego indywidualnego zarządzania każdym z nich dla każdej ze strony osobno. Rozszerzono system uwierzytelniania. Dodano robots.txt domyślna kontrola robotów indeksujących. Znacząco rozbudowano system szablonów oraz możliwości wyszukiwania szablonów. Poprawiono wydajność całego systemu poprzez ulepszony system sesji, odciążający częściowo samą bazę danych, lepsza kontrola dostępu, dodano „agresywną" politykę buforowania danych, dodano CSS agregator (do 40% szybciej ładuje strony). Zmodyfikowano instalator, który uwzględnia teraz także podstawową konfigurację witryny oraz umożliwia włączenie przyjaznych adresów. W Drupalu 5 nazwę witryny, jej e-mail, a także konto administratora należało skonfigurować po wyjściu z instalatora. Dołączono obsługę OpenID, dzięki czemu użytkownicy mogą się logować (za pomocą ich OpenID, podobnych do Drupal ID) bez potrzeby wypełniania formularza utworzenia konta. Pojawił się moduł Trigger, umożliwiający zaplanowanie wykonania pewnych czynności (np. wysłanie powiadomienia e-mailem) w określonych sytuacjach (np. gdy użytkownik doda artykuł). Rozszerzono obsługę wielu języków o możliwość publikowania wersji językowych treści. Wersje te mogą być publikowane pod adresami korzystającymi z różnych przedrostków (np. „en" dla języka angielskiego) lub pod innymi sub domenami. Zmiany dotyczące skórek: * Usprawniony system szablonów PHPTemplate umożliwia teraz modułom
Drupal 6.0.0	

	dostarczanie własnych szablonów, a przez to łatwe modyfikowanie związanych z nimi elementów interfejsu. * Poprzez nadanie odpowiedniej nazwy plikowi z szablonem można uzależnić jego wykorzystywanie m.in. od adresu strony. Do tej pory jedynym kryterium był rodzaj zawartości. * Twórcy skórek będą w nich mogli definiować ustawienia ich dotyczące, a prezentowane na stronie konfiguracji skórki. * Standardowe arkusze stylów dają się w łatwy sposób zamieniać na inne, napisane przez twórcę skórki. Wystarczy dodać za pomocą funkcji drupal_add_css() arkusz o takiej samej nazwie, co arkusz CSS dodawany przez moduł. * Informacje o autorze i dacie dodania wpisu mogą być wyświetlane w niestandardowy sposób. Wprowadzono również pewne zmiany dotyczące interfejsu. Dla przykładu, na stronie konfiguracji bloków, po wybraniu „wagi" lub obszaru dla danego bloku jest on przesuwany w odpowiednie miejsce formularza bez konieczności przeładowywania strony. Na stronach zawierających długie formularze (np. na stronie uprawnień użytkowników) szczególnie przydatne może być stałe wyświetlanie („pływanie") nagłówków tabeli. Inne ważne usprawnienia: * Dzięki zmianom w modułach książek i forum, na forach można publikować także – dla przykładu – ankiety. * Zmiany dotyczące wydajności – możliwe wyłączenie kompresji stron przy jednoczesnym korzystaniu z pamięci podręcznej. Pamięć ta może teraz obejmować także bloki i skrypty JavaScript. * Informacje o pojawieniu się aktualizacji modułów dostępne bez konieczności instalowania osobnego modułu. Istotne zwłaszcza w przypadku aktualizacji związanych z bezpieczeństwem. * Zamiast skrótu i pełnej wersji mamy teraz treść oraz jej podsumowanie, które może być wyświetlane – ale nie musi – na stronie wpisu. * Wiadomości dziennika Drupala (komunikaty dot. błędów itp.) mogą być przesyłane do dziennika systemu. * Ustawienia odpowiedzi są powiązane z danym rodzajem zawartości. * Zmiana podpisu wpływa na wpisy dodane w przeszłości. Podpis nie jest także wyświetlana w samej treści wpisu podczas jego edycji. Wprowadzono szereg zmian i unowocześnień: * poprawiony interfejs zarządzania * większa kontrola nad polami we wpisach * wbudowane ułatwienia dotyczące załączania grafik (zmiana rozmiaru, przycinanie, itp.) * poprawki w obsłudze bazy danych * lepsza wydajność * ponad 850 modułów dodatkowych kompatybilnych z nową wersją
Drupal 7.0.0	Do najważniejszych zmian i nowości, które warto wymienić, należą: * Optymalizacja wielu aspektów systemu - duże zmiany nastąpiły m. in. w JavaScript, CSSie, poprawiono i rozbudowano obsługę cache'owania i wiele więcej, * Dużo bardziej elastyczny system przechowywania niestandardowych treści - teraz można definiować je niezależnie od typów, użytkownika, komentarzy i innych wpisów. Mogą one być teraz również przechowywane jako wpisy SQL,

	NoSQL lub na zdalnych serwerach, * Lepszy system szablonów - nowy system pozwala na dużo większą kontrolę tego co jest wyświetlane na stronie i w jaki sposób. W dużym stopniu pomaga tu nowe Render API i możliwość jego rozszerzenia, * Nowy system obrazów i plików - system ten został włączony do Drupala i pozwala on na tworzenie dowolnych miniaturek, podglądów i innych obrazków. Teraz zarówno pliki prywatne mogą być używane wraz z publicznymi, * Poprawiona obsługa baz danych - Drupal może być teraz użyty z wieloma różnymi bazami, np.: SQLite, MySQL/MariaDB i PostgreSQL. * Instalując dodatkowe moduły możliwa jest obsługa: MS SQL Server, Oracle i wielu innych, * Zautomatyzowany system kontroli - autorzy utworzyli stronę, dzięki której każdy może sprawdzić jak kolejne zmiany/poprawki/nowości wpływają na wynik testów, których jest ponad 30 tysięcy.

Dodatek A4: Historia wersji i rozwój funkcjonalności systemu Elxis

Tab. A7: Historia wersji systemu Elxis, Źródło: Materiały porównawcze na stronie producenta

Wersja	Data wydania	Opis wersji
Elxis 2006,0 Zeus	06. 2006	Elxis pierwsza stabilna wersja systemu. Wydanie prywatne
Elxis 2006,1 Rio	08. 2006	Nazwa tej wersji pochodziła od słynnego mostu greckiej w Rio (Patras). Nazwa most była tutaj nieco bardziej znacząca – wersja ta wprowadziła możliwość współpracy systemu z zewnętrznymi aplikacjami. Wydanie prywatne
Elxis 2006,2 Medusa	09. 2006	Nazwane od mitologicznej istoty, które spojrzeniem zamieniała ludzi w kamień. Elxis 2006,2 wprowadzała dodatkowe systemy zabezpieczeń nazwane: Flood Blockers oraz Elixis defender
Elxis 2006,3 OpenMind	10. 2006	Nazwa równie symboliczna jak poprzednie. Projektanci chcieli dać jasno do zrozumienia, iż od tej pory Elxis będzie systemem otwartym.
Elxis 2006,4 Nestor	12. 2006	Elxis stał się „mądrzejszy”. Jest to ostatnia wersja z serii 2006.x. Elxis zmienił się istotnie w stosunku do jego poprzednika (Mambo), rdzeń systemu został przygotowany do dalszych, przełomowych aktualizacji (przygotowanie do 2008.x/2009.x wersji).
Elxis 2008,0 Olympus	02. 2008	Po roku pracy nad kodem źródłowym, wydamy został system Elxis „drugiej generacji”. Była to pierwsza wersja wydana w ramach drugiej generacji do globalnych testów, posiadająca zupełnie nową strukturę w odróżnieniu od wersji 2006,x Elxis 2008.0 była ściągana i wykorzystywana tysiące razy i można ją znaleźć jeszcze w wielu stronach internetowych.
Elxis 2009,0 Pandora	05. 2009	Kolejna rewolucyjna wersja, wydana nieco ponad rok, od poprzedniej, dająca mnóstwo nowych funkcji. Poprawiono

		szybkość, elastyczność, prostotę zarządzania.
Elxis 2009,1 Hekate	10. 2009	Wprowadzono obsługę PHP5 z kompatybilnością wsteczną, nowy system wyszukiwania, system szybkiego blogowania: eblog, szablony parametryzowane przez XML, różne inne drobne zmiany i poprawki.
Elxis 2009,2 Electra	06. 2010	Szablony systemowe, aktualizacje EDC, automatyczne tłumaczenia, bezpiecznych adresów URL, szablony systemu, narzędzia podział łącza i wiele innych.
Elxis 2009,3 Aphrodite	04. 2011	Wersja posiadała szereg zabezpieczeń oraz poprawek.
Elxis 4,0 Nautilus	koniec 2011 r.	Elxis CMS nowej generacji - w fazie rozwoju.

Funkcjonalności systemu Elxis (wg Elxis website)

Obsługa językowa:

- Możliwość posiadania nieograniczonej liczby języków publikowanych w witrynie
- Łatwe tworzenie wielojęzycznych stron internetowych. Każdy przedmiot może być ustawiony do wyświetlania dla określonego języka lub grupy języków
- Pełna obsługa UTF-8. Elxis wykorzystuje specjalne funkcje do obsługi znaków wielobajtowych
- Pełne wsparcie dla wielu języków opartych na alfabetach niełacińskich. Elxis wykrywa je automatycznie i ustawia odpowiedni kierunek tekstu lub nawet całkowicie odwraca strony poziomo (w zależności od wybranego szablonu)
- Wbudowany moduł automatycznego narzędzia do tłumaczenia
- Interfejs przetłumaczony w około 30 językach
- Wielojęzyczny system ścieżek URL,
- Wielojęzyczne tytuły modułów i parametrów
- Automatyczne wykrywanie języka użytkownika i przekierowanie do odpowiedniej wersji językowej dla jego regionu

Tworzenie treści:

- Zawartość jest zorganizowana w sekcje i kategorie ale można też mieć autonomiczne strony (strony niekategoryzowane)
- Zintegrowany system blogowy (eBlog) pozwala stworzyć nieograniczoną liczbę blogów użytkowników
- Zintegrowany układ treści i komentarze blogu
- Zaawansowany edytor WYSIWYG (TinyMCE)
- Zintegrowany Media Manager dla zdjęć i filmów. iBrowser dla edytora TinyMCE
- Zintegrowany menedżer ankiet

- Zintegrowany menedżer banery
- Zintegrowany menedżer linki www
- Zintegrowany menedżer kontaktów
- Narzędzia statystyczne
- Kanały transmisji danych XML News Feeds i RSS
- Automatyczne generowanie miniatur
- Łatwy w użyciu system szablonów. Możliwość przypisania innych szablonów na różnych stronach lub językach

Zarządzanie użytkownikami:

- Rozbudowany i edytowalne system dostępu użytkownik
- Kompletne profile użytkowników z Avatarem i polami dodatkowymi
- Zawartość abonamentu i kontrola zarejestrowanych użytkowników, daty wygaśnięcia
- Użytkownicy wewnętrzni system komunikacji
- Lista użytkowników

Bezpieczeństwo:

- Zintegrowane narzędzia zabezpieczeń, które są wykonywane przed rdzeniem Elxis
- Captcha zdjęć
- Elxis Defender zapobiega atakom XSS
- Flood Blocker zapobiega atakom typu fooding atack
- Rejestrator udanych i nieudanych prób logowania do administracji Elxis
- Rozszerzenia zabezpieczeń oraz rygorystyczna kontrola wprowadzania danych

Charakterystyki techniczne:

- Obiektowe (OO) programowanie w PHP 5
- Zoptymalizowane wyszukiwarki. Strony stworzone w systemie Elxis mają doskonałe wyniki wyszukiwania i rankingi pozycjonowania
- Przyjazne dla wyszukiwarek adresy URL z SEO PRO. W Elxis wbudowany system tworzenia krótkich adresów URL.
- Automatyczne generowanie metadanych
- Obsługa wielu baz danych. Elxis korzysta z biblioteki ADOdb i dlatego może być stosowany pod MySQL, PostgreSQL lub bazy danych Oracle.
- Menedżer bazy danych, z łatwym mechanizmem kopii zapasowej bazy danych, optymalizacji i naprawy.
- Static cache ładowanie strony do 80% szybciej
- Zintegrowany dostęp do FTP
- Sprawdzania integralności systemu plików

Dodatkowe funkcje:

- AJAX – funkcje zwiększające użyteczność dla użytkowników
- Możliwość umieszczenia skrótów osobistych lub publicznych
- Rozszerzanie funkcji Elxis instalując dodatkowo oprogramowanie

Dodatek A5. Funkcje w programie R użyte do wykonania obliczeń

Przykład dla Modelu 3.
Wprowadzamy dane:

```
>x_k
>x_k1
>y_k
>y_k1
>z_k
>z_k1
>z_k2
>v_21
>v_12
>v_13
>v_23

>dataDrupal=data.frame(z_k,z_k1,z_k2)
>dataJoomla=data.frame(y_k,y_k1,v_21,v_23)
>dataWordPress=data.frame(x_k,x_k1,v21,v12)
```

Funkcja *data.frame* jest używana do tworzenia macierzy danych, w której kolumny to wektory tej samej długości.

```
>ModelDrupal=lm(z_k~z_k1+z_k2, dataDrupal, method=”qr”)
>ModelJoomla=lm(y_k~y_k1+ v_21+v_23, dataJoomla, method=”qr”)
>ModelWordpress=lm(x_k~x_k1+ v21+v12), dataDrupal, method=”qr”)
```

Funkcja *lm(formula, data, method = "qr")* w pakietu {stats} służy do dopasowania modeli liniowych. Obiekt ‘formula’ to symboliczny opis modelu do estymacji. Obiekt ‘data’ zawiera dane w postaci data.frame, zawiera zmienne użyte w modelu. Obiekt ’method’ określa wybór metody obliczeń współczynników modelu. W powyższym modelu korzystaliśmy z metody najmniejszych kwadratów, stąd *method=”qr”*.

```
>Summary(ModelDrupal)
>Summary(ModelJoomla)
>Summary(ModelWordpress)
```

Funkcja *summary(object)* z pakietu {stats} pozwala na wyznaczenie macierzy (n,4), gdzie *n* jest liczbą estymowanych współczynników, a kolejne cztery wiersze to: wartość oszacowanego współczynnika, jego błąd standardowy, statystyka *t*, oraz dwustronna wartość *p*-value. Wartości te pozwalają na określenie istotności statystycznej każdego ze współczynników.

Funkcja *summary lm.* wyznacza także współczynnik determinacji modelu, statystykę F oraz *p*-value dla zadanej statystyki, co pozwala na przetestowanie istotności całego modelu.

```
>confint(ModelDrupal, level = 0.95)
>confint(ModelJoomla, level = 0.95)
>confint(ModelWordpress, level = 0.95)
```

Funkcja *confint(object)* oblicza przedziały ufności dla jednego lub większej liczby parametrów w dopasowanym modelu, na określonym poziomie ufności. W powyższym modelu przyjęto współczynnik ufności $\alpha=0.95$.

```
>predict(ModelDrupal,newdata,interval="prediction" level = 0.95)
>predict(ModelDrupal,newdata,interval="prediction" level = 0.95)
>predict(ModelDrupal,newdata,interval="prediction" level = 0.95)
```

Funkcja *predict(object)* z pakietu {stats} przewiduje wartości na podstawie dopasowanego modelu a także wyznacza przedziały ufności dla predykcji, przy wybranym poziomie istotności. Jak poprzednio przyjęty został współczynnik ufności $\alpha=0.95$.

Trendy rozwojowe globalnych systemów eksperckich: wiarygodność, uniwersalna inteligencja i kreatywność

7

Andrzej M.J. Skulimowski

7.1. **Wprowadzenie**

W niniejszym rozdziale przedstawiamy trendy rozwoju inteligentnych systemów informacyjnych zidentyfikowane w projekcie SCETIST jako najbardziej istotne. Są one związane z powstaniem globalnego systemu gromadzenia i przetwarzania wiedzy i ze wzrostem jego integracji. System taki może być traktowany jako globalny system ekspercki, uniwersalny w sensie zakresu przetwarzanej wiedzy. Przez globalny system ekspercki (GSE; ang. *global expert system*, GES; Skulimowski, 2013) należy uważać wszelkie źródła, sensory, bazy i repozytoria wiedzy, oraz jednostki przetwarzające wiedzę (dalej w skrócie: JW, „jednostki wiedzy"), niezależnie od tego, czy mamy tu do czynienia z ludźmi, maszynami i ich hybrydami, pod warunkiem, że są one ze sobą połączone i wyposażone w system zarządzania informacją posiadający typowe funkcje systemu eksperckiego. O znaczeniu wprowadzone właśnie pojęcia GSE/GES decyduje założenie, że w GSE relacja „*gotowy do przekazania wiedzy na żądanie*" pomiędzy elementami systemu wiedzy tworzy graf domknięty i spójny.

Zainteresowanie GSE można wytłumaczyć przede wszystkim powstaniem globalnych sieci wymiany informacji z wyszukiwarkami i autonomicznymi webcrawlerami. Podczas realizacji projektu SCETIST zidentyfikowano trzy ogólne trendy rozwojowe GSE (Skulimowski, 2013):

- Rosnący poziom integracji heterogenicznych źródeł informacji,
- Rosnąca ogólna liczba połączonych jednostek wiedzy,
- Wzrost ilości informacji i poziomu złożoności metod przetwarzania informacji w poszczególnych jednostkach wiedzy.

Duże znaczenie ma też kolejny trend z zakresu elektroniki i podstaw informatyki, a mianowicie

- Zwiększająca się ilość, dywersyfikacja i rozpowszechnienie różnych rodzajów sensorów pozyskujących informację z otoczenia.

Głównym czynnikiem sprawczym tych trendów jest rozwój technologii cyfrowych, zwłaszcza Internetu, a w przypadku ostatniego z wymienionych trendów także tzw. „Internetu rzeczy" („*Internet of things*"). Ten ostatni jest trendem zmierzającym do zaopatrzenia w sensory i możliwości cyfrowej komunikacji możliwie wielu maszyn i urządzeń powszechnego użytku. Ilustracją wskazanych wyżej trendów jest obserwowane od kilku dziesięcioleci przejście od dostępności cyfrowej pojedynczych baz danych (np. system „Dialog" popularny w latach 80-tych XX stulecia), do bardzo rozbudowanych repozytoriów i bibliotek cyfrowych udostępnionych obecnie. Zarówno analiza bibliograficzna, jak i badanie delfickie przeprowadzone w ramach projektu w latach 2012-2013 oraz analiza parametrów technologicznych wdrożonych systemów wskazują na kontynuację tych trendów w horyzoncie prognostycznym projektu, tj. do roku 2025 i później, prowadząc do powstania i stopniowej integracji GSE. Dodatkowo, można zidentyfikować mniej wyraźne i jednoznaczne trendy jakościowe związane z poziomem użyteczności informacji przechowywanych i przetwarzanych w poszczególnych jednostkach wiedzy zgodnie ze znanym schematem:

$$dane \rightarrow informacja \rightarrow wiedza \rightarrow mądrość.$$

Innym ważnym czynnikiem sprawczym dla rozwoju GSE jest szybki wzrost ogółu dostępnych i przetwarzanych danych, określany wspólnym terminem „*big data*". Poszczególne trendy związane z „big data" dotyczą m.in. struktury przetwarzanej i dostępnej w sieci informacji. Dla przykładu, w styczniu 2007 udział wszystkich danych składowanych w sieci i indeksowanych przez wyszukiwarkę Google wynosił ok. *1%* ogólnej ilości informacji dostępnej w sieci www. Do stycznia 2010 wzrósł on do *6%* i przekroczył *10%* w styczniu 2012. W tym samym czasie szacowana ilość informacji dostępnej w sieci wzrosła do *800* eksabyte'ów (EB), a liczba istniejących stron internetowych przekroczyła *560* milionów[7]. Gdy narzędzia ekstrakcji informacji oferowane przez wyszukiwarki internetowe staną się odpowiednio inteligentne, wówczas ten system źródeł informacji połączonych dzięki wyszukiwarkom stanie się prawdziwym GSE, wyposażonym dodatkowo w mnogość metod analitycznych.

Kolejnym źródłem inspiracji opisanych tu badań i trendów są studia dotyczące inteligencji zbiorowej (Tapscott i in. 2010, Tovey, 2008), a ściślej - nad grupą metod pozyskiwania wiedzy z dużej ilości źródeł, potocznie zwaną „*wisdom of crowds*" (Surowiecki, 2004). W cytowanej książce czynnikiem zachęcającym do przekazania innym swojej opinii jest możliwość otrzymania nagrody w mechanizmie zwanym grą predykcyjną lub rynkiem predykcji (*prediction markets*). Podobne podejście występuje także w foresighcie jako wariant metody delfickiej skierowany nie tylko do ekspertów, lecz do szerokiej grupy osób z różnych środowisk społecznych, obecnie często organizowany w trybie bezrundowym, jako tzw. *real-time Delphi* (por. np. Gnatzy i in., 2011), gdzie respondenci odpowiadają na strukturyzowane pytania, a wiedza w ten sposób zdobyta zostaje zweryfikowana, zagregowana, przetworzona i zespolona z wiedzą pochodzącą z innych źródeł. Jak wskażemy w rozdziale następnym, jest to typowa metoda wykorzystywana przy podejmowaniu decyzji na podstawie badań foresightowych. Trendy zidentyfikowane w projekcie SCETIST sugerują w związku z tym analogię, według której każde źródło informacji w GSE może zostać potraktowane podobnie do ekspertów biorących udział w badaniu delfickim. Właściwe metodzie delfickiej mechanizmy ograniczające liczbę ekspertów niezbędnych do pozyskania żądanej wiedzy mogą zostać zaadaptowane i wykorzystane do zdefiniowania kryteriów wykonania zdefiniowanego zadania i zaprzestania dalszego przetwarzania informacji przez GSE.

Następnym fundamentalnym założeniem koniecznym do osiągnięcia przez GSE dominującej pozycji wśród systemów informacyjnych przyszłości jest to, że proces wykorzystujący GSE może mieć charakter ciągły (*anytime* lub *continual computing*; Dean, Boddy, 1988), a po jego przerwaniu w dowolnej chwili uzyskuje się rezultaty o użyteczności rosnącej wraz z czasem przetwarzania i – analogicznie – użyteczność rezultatów rośnie wraz z liczbę branych pod uwagę źródeł informacji i poziomem złożoności procedur analitycznych. W podrozdziale 7.3 sformułowana zostanie hipoteza, według której na skutek wysokiego i wciąż rosnącego ilości wzajemnych połączeń wszelkich źródeł informacji: sensorów, baz i repozytoriów wiedzy oraz jednostek przetwarzających wiedzę, powstanie uniwersalna inteligencja całego systemu, która w pewnych warunkach będzie mogła osiągnąć lepsze wskaźniki inteligencji i kreaty-

[7] wg *Wikipedii: Exabyte,* http://en.wikipedia.org/wiki/exabyte, dostęp 12'2012

wności, niż jej poszczególne elementy, w tym badacze korzystający z systemu. Zarazem wykażemy, że będzie to możliwe tylko pod warunkiem osiągnięcia odpowiedniego poziomu wiarygodności przez każdy element systemu celem zapewnienia systemowi minimalnego ustalonego poziomu zaufania przez jego użytkowników.

Sposób zarządzania zaufaniem i wiarygodnością okazuje się być głównym czynnikiem, który może spowolnić, bądź uniemożliwić wykorzystanie heterogenicznych repozytoriów wiedzy i ich systemów jako GSE. Podstawową zasadą zarządzania zaufaniem jest rozróżnienie między zaufaniem indywidualnemu źródłu wiedzy, a wiarygodnością pochodzących z niego informacji. Ma to związek z dobrze znanym faktem (Bates i Granger, 1969), że niecieszące się zaufaniem źródło wiedzy, o wysokim prawdopodobieństwie podania błędnych odpowiedzi, może mimo wszystko być użyteczne, pod warunkiem, że odpowiedziom tego źródła zostanie przypisany niższa waga określająca stopień uwzględnienia tego źródła trzy tworzeniu zagregowanej opinii.

Następnym istotnym zagadnieniem, które należy wziąć pod uwagę przy projektowaniu GSE jest wybór strategii polegającej na wyszukiwaniu informacji, w taki sposób, aby zapytanie mogło wykorzystać bardzo dużą liczbę źródeł i przetworzyć zawarte tam informacje. Metoda polegająca na określeniu zbioru źródeł i planowaniu kolejności ich przeszukiwania, przedstawione np. w artykule (Skulimowski, 1994), nie może zostać wykorzystane w dynamicznie zmieniającym się środowisku z bardzo dużą liczbą potencjalnych źródeł informacji, z których tylko część jest znana *ex-ante*. W dodatku, klasyczna ocena precyzji i trafności (*precision* i *recall*) odpowiedzi może okazać się niewłaściwa z kilku powodów. Przede wszystkim, użytkownik nie będzie w stanie samodzielnie ocenić trafności odpowiedzi i będzie zmuszony przekazać tę ocenę innym osobom lub tzw. autonomicznym agentom. Konieczne są nowe metody heurystyczne, w szczególności, procedura wyszukiwania i ankietowania może zostać zaprojektowana z wykorzystaniem idei *kreatywnego procesu decyzyjnego* (Skulimowski, 2011), gdzie użytkownik definiuje wstępny podzbiór źródeł informacji zgodnie z danymi kryteriami, przypisuje im współczynnik wiarygodności i aktywuje procedurę, która odtąd przebiega rekurencyjnie przy każdym źródle informacji, zmieniając je w samodzielny podmiot o możliwościach podobnych do posiadanych przez samego użytkownika, tj. do aktywacji kolejnych źródeł. Dzięki temu podmioty te mogą prowadzić dalsze wyszukiwanie równocześnie i samodzielnie, aż do ustalonego poziomu wiarygodności lub kompletności odpowiedzi. Zakładając, że użytkownik aktywował początkowo M JW, oraz że na każdym poziomie aktywacji jednostek wiedzy, przez każdą z aktywnych JW aktywowanych jest N kolejnych źródeł wskazanych do wyszukiwania na następnym poziomie, a procedura uniemożliwia pobranie informacji dwa lub więcej razy z tego samego miejsca w ciągu jednego wyszukiwania, jako górne ograniczenie liczby źródeł, które można poddać badaniu w K krokach otrzymujemy wartość $M(N^K-1)/(N-1)$, co jest wystarczająco dużą liczbą, biorąc pod uwagę obecną liczbę dostępnych stron internetowych $(\sim 10^9)$.

W podrozdziale 7.2 przedstawiony zostanie przykład hybrydowego, nadzorowanego i wspomaganego przez użytkownika systemu zdobywania wiedzy, który opracowany został jako efekt realizacji zidentyfikowanych w ramach Projektu trendów rozwojowych systemów wspomagania decyzji (por. Rozdz.4), eksperckich, rekomenderów (Rozdz.5) i repozytoriów wiedzy. W szczególności, przedstawiony tu przykład GSE powinien umożliwić zdobycie dostatecznego poziomu zaufania do zebranych

przezeń informacji i udzielonych odpowiedzi. Wskazana architektura GSE umożliwia zastosowanie różnorodnych metod scalania pozyskanej wiedzy (*knowledge fusion*, Skulimowski, 2012) i zastosowania jej w procesach podejmowania decyzji, w tym z wykorzystaniem modeli i sieci antycypacyjnych (Skulimowski, Rozdz. 3, 2012), podejścia Ashtona (1985) i Hogartha (1978) do utworzenia jakościowych prognoz i rekomendacji. Zakładamy, że pewne komponenty GSE mogą wyspecjalizować się w zbieraniu informacji prognostycznej, stosując metody scalania prognoz oparte o różne kryteria optymalności (Bates i Granger, 1969, Elliott i in., 2004). W podrozdziale 7.3 przedstawiony zostanie sposób zapewnienia synergii wspomnianych wyżej metod scalania informacji i modeli zaufania w powstającym GSE. W podrozdziale 7.4 przedstawimy przykład związany z zarządzaniem zaufaniem w systemie wspomagania foresightu opartym o zasady GSE, w tym także w systemie zastosowanym w niniejszym projekcie.

7.2. **Zarządzanie zaufaniem i wiarygodnością w GSE**

Główny cel zastosowania modelu zarządzania zaufaniem i wiarygodnością w GSE może zostać opisany następująco: z hipotez postawionych powyżej wynika, iż odpowiedź pochodząca z GSE wyposażonego w odpowiednio zaprojektowaną funkcję zarządzania zaufaniem może okazać się (w określonym znaczeniu) lepsza od odpowiedzi podanej przez ten sam GSE, ale opierający się jedynie na tych komponentach swojej bazy wiedzy, które zapewniają *ex-ante* przekroczenie określonego z góry spodziewanego poziomu wiarygodności otrzymanych odpowiedzi. W pierwszym przypadku GSE wykorzystuje wszystkie źródła, lecz do informacji pozyskanej ze źródeł mniej wiarygodnych stosuje odpowiednie algorytmy fuzji wiedzy. Ten sposób umożliwia uwzględnienie wszystkich udostępnionych zasobów wiedzy oraz zapobiega znanemu zagrożeniu zepsucia wiarygodnych informacji poprzez scalenie ich z dodatkowymi, niezweryfikowanymi danymi. W takim systemie ocenę wartości informacji zwrotnej można zdefiniować jako wskaźnik skuteczności związany z korzyściami z dalszego korzystania z pozyskanych informacji (Skulimowski, 1994) przez użytkownika. Jeśli oszacowanie tego wskaźnika jest ilościowe, jego wartość jest zwykle monotoniczną funkcją trafności odpowiedzi, którą można oszacować zarówno *ex-ante, jak i* zmierzyć *ex-post* - jako odchylenie standardowe oczekiwanej wartości od wyników rzeczywistych.

Pożądane właściwości GSE otrzymać można na drodze działań inteligentnych algorytmów zdolnych scalić wiedze pochodzącą z poszczególnych źródeł, biorąc pod uwagę różne poziomy kompetencji i różne poziomy wiarygodności różnych typów źródeł informacji. Te ostatnie, rozpatrywane jako elementy GSE, będą w dalszym ciągu nazywane jednostkami wiedzy (JW). Zakładamy, że podmiot generujący zapytanie i otrzymujący odpowiedź jest także jednostką wiedzy, tj. przetworzona wiedza zebrana przez ten podmiot może zostać potem od niego pozyskana przez inne JW. Taki podmiot zwany będzie *aktywną jednostką wiedzy* (AJW), dopóki system zarządzania wiedzą GSE jest przez niego aktywowany.

Wiarygodność każdej JW modeluje wektor, którego współrzędne odpowiadają każdemu obszarowi tematycznemu w danym zapytaniu, niezależnie od innych obszarów. Wektor ten opisuje umiejętność podania przez JW prawidłowych odpowiedzi w wyszczególnionych obszarach. Do tego, współczynniki wiarygodności opisują możliwość podania przez daną JW prawdziwych odpowiedzi, w oparciu o pełne zasoby wiedzy. Należy zauważyć, że założenia te różnią się od najpopularniejszych modeli zaufania i pewności opartych na teorii Dempstera-Shafera (Gligor i Wing, 2011, Jøsang, 2001, Moyano i in., 2012), jak również od modelu opartego na teorii zbiorów przybliżonych (Podraza, 2009). Jest to uzasadnione sposobem aktualizacji współczynników wiarygodności i zaufania przy wykorzystaniu systemu wspomagania zdobywania wiedzy, który lepiej pasuje do aktualizacji pojedynczego współczynnika JW w danym momencie, niż aktualizacja trzech lub czterech miar zaufania/braku zaufania/niepewności. Kolejne uzasadnienie wykorzystania pojedynczych współczynników zaufania pochodzi ze sposobu, w jaki wykorzystuje się je do scalenia rekomendacji i prognoz, gdzie łączna wartość jest kombinacją liniową poszczególnych odpowiedzi. Mimo to, jest prawdopodobne, że przedstawiona tu metoda da rezultaty podobne do dwóch podejść wymienionych wyżej, gdyż wzajemna monotoniczność współczynników zaufania wykorzystanych we wszystkich metodach jest zapewniona przez iteracyjne reguły aktualizacji.

Ilościowy opis wiarygodności informacji umożliwia zastosowanie funkcji agregujących do scalania informacji z różnych JW, wykorzystując przy tym zasadę największego prawdopodobieństwa (ML), tak jak przy scalaniu rekomendacji i prognoz (Ashton i in., 1985; Bates i Granger, 1969; Gnatzy i in., 2011). Jeśli rozkład prawdopodobieństwa poszukiwanej wartości oszacowany poprzez fuzję informacji nie jest monotoniczny, tj. posiada kilka maksimów, lub też jeśli poprzez zbyt duże zróżnicowanie (por. Rozdz. 9) wskazuje na brak konsensusu, wówczas pojedyncze wyniki otrzymane z rożnych źródeł mogą zostać zagregowane z wykorzystaniem metody Batesa i Grangera, po czym zostaje wygenerowana pewna liczba scenariuszy odpowiadających poszczególnym klastrom.

W proponowanym systemie wektory wiarygodności i współczynniki zaufania są aktualizowane rekursywnie, z uwzględnieniem aktualizacji związanych z ocenami wcześniejszych odpowiedzi. GSE stosuje modele nadzorowanego lub słabo nadzorowanego uczenia się, które mogą zostać wdrożone jako hybrydowa sieć neuronowa z neuronami modelującymi JW. Model ten można zastosować do zarządzania wiarygodnością wszystkich JW i heterogenicznych źródeł informacji takich jak eksperci, systemy eksperckie, sensory, internetowe bazy danych, książki, artykuły, itd. w danym procesie budowania wiedzy.

Neuronalny model nadzorowanego uczenia się można zastosować do aktualizacji wektorów wiarygodności przypisanych do różnych źródeł informacji, a moderowana samoocena może posłużyć do zdefiniowania wartości początkowych. Należy podkreślić różnicę między zaufaniem wobec źródła informacji, a wiarygodnością informacji otrzymanych z tego źródła. Ta druga może być bowiem niska, nawet jeśli ufamy źródłu, które sygnalizuje, że nie jest pewne trafności udzielonej odpowiedzi. Błędy w odpowiedziach wykryte *ex-post* przez podmiot nadzorujący oraz jakościowe oceny odpowiedzi dokonane przez nadzorców zostaną połączone i przekształcone na wzrosty (lub spadki) wektora wiarygodności tego źródła. Takie przeliczenie wymaga

zdefiniowania miary konsensusu wszystkich odpowiedzi, także jakościowych. Zastosowanie sieci neuronowej zapewnia adaptacyjne scalenie modeli wiarygodności i zaufania, oraz ocen ilościowych i jakościowych, dzięki czemu zarządzanie wiarygodnością i zaufaniem jest możliwe w GSE powstającym z dużej liczby połączonych w sieć heterogenicznych baz danych.

Fundamentalnym założeniem zarządzania wiarygodnością GSE jest to, że gdzie do każdej JW należącej do GSE można przypisać współczynnik $c_{ij} \in [-1,1]$ (Ashton i in., 1985) oznaczający wiarygodność JW_i w obszarze tematycznym j. Dla ustalonego i, współczynniki c_{ij} tworzą wektor kompetencji C_i dla JW_i. Następnie współrzędne C_i zostaną wykorzystane jako współczynniki funkcji agregujących, scalających odpowiedzi na zapytanie od poszczególnych JW. Poszukiwane są wartości C_i dające błąd minimalny odpowiedzi.

Wartości wstępne C_i zdefiniować można na różne sposoby w oparciu o wstępne oceny użytkownika lub samooceny eksperckich JW, jak również na podstawie poprzednich wyszukiwań. Jeśli system nadzorowanego zdobywania wiedzy można zastosować w zarządzaniu wiarygodnością i w celu optymalizacji wiarygodności odpowiedzi na zapytania udzielanych przez AJW, wówczas przetwarzanie informacji przez GSE może zostać zorganizowane analogicznie do ankiety delfickiej (Linstone, 2002), jak następuje:

Procedura 7.1.

Krok 1. Kryteria wyboru JW są definiowane przez AJW, jak również przez kryteria transformacji JW w AJW na następnym poziomie. Wstępne współczynniki wiarygodności zostają przypisane wszystkim JW w obszarze tematycznym obecnego zapytania i następujących po nim.

Krok 2. JW odpowiadają na zapytanie jakościowo (odpowiedzi wielokrotnego wyboru wybrane z ustalonej przez użytkownika listy) lub ilościowo (liczby funkcje, itd.), uzasadniają odpowiedź i przekazują ją do AJW.

Krok 3. AJW, przy możliwym wsparciu ekspertów, sprawdza odpowiedzi i modyfikuje współczynniki zaufania do JW w oparciu o wiedzę ekspercką.

Krok 4. AJW, przy pomocy panelu nadzorujących ekspertów, grupuje odpowiedzi z kolejnej rundy i – w oparciu o kryteria wyboru danej AJW – wybiera:
- konsensus, przez co przechodzi do Kroku 6 i kończy całą procedurę,
- rozbieżność opinii, definiując pewną liczbę wiarygodnych scenariuszy odpowiedzi, i procedura przechodzi do Kroku 6, lub
- definiuje kolejną AJW z istniejących JW., aby kontynuować wyszukiwanie; wskaźnik poziomu wyszukiwania zostaje zwiększony; proces oczekuje na pozyskanie wyników z następnego poziomu wyszukiwania.

Krok 5. AJW z następnego poziomu wyszukiwania zostają aktywowane, chyba, że zostaje osiągnięty poziom K_{max} wyszukiwania, bądź przekroczony zostaje limit czasu lub innych zasobów na udzielenie odpowiedzi, w którym to przypadku procedura przechodzi do Kroku 6.

Krok 6. Ostateczne wyniki wyszukiwania zostają przedstawione AJW wyższego poziomu (dla $K>1$) albo bezpośrednio użytkownikowi (dla $K=1$). ■

Eksperci w Krokach 3 i 4 Procedury 7.1 mogą być zarówno ludźmi, jak i sztucznymi samodzielnymi agentami przechowującymi wyniki poprzednich wyszukiwań różnych użytkowników. Są też w stanie modyfikować współczynniki zaufania i kryteria grupowania. Na poziomie wyszukiwania wyższym niż *1* mogą też definiować kryteria wyboru JW na następnym poziomie. Wykorzystanie inteligentnych samodzielnych agentów działających w ramach GSE może być elementem usług świadczonych przez firmy internetowe, na przykład przez operatora wyszukiwarki, operatora repozytorium wiedzy, lub przez niezależne firmy korzystające z wielu repozytoriów i innych źródeł i tworzących GSE *ad hoc*. Nazwiemy te podmioty *rekomenderami wiedzy*. Dalsza analiza szczegółowych trendów dotyczących *rekomenderów wiedzy* może być oparta o ogólne wyniki dotyczące prognozowanego rozwoju systemów rekomendujących (por. Rozdz.5).

Do tej pory nie przyjęliśmy żadnych założeń co do struktury zapytania przetwarzanego przez GSE. Przyjmijmy zatem, że AJW przetwarza złożone zapytanie składające się z *J* pytań, na które odpowiada *M* różnych JW. Odpowiedzi mogą być numeryczne, lub mogą należeć do skończonego zestawu atrybutów. Zasadę uczenia się stosowana przy aktualizacjach wektorów wiarygodności JW w drugiej i kolejnych rundach wyszukiwania przez AJW można teraz wyrazić jako

$$\hat{c}_{ij}(\delta_1,...,\delta_{Mj}) := s(c_{ij} + \sum_{k=1}^{M} c_{kj}\delta_{kj}(r_{ij}, r_{kj}, \hat{r}_{kj})) \tag{7.1}$$

gdzie c_{ij} to wiarygodność JW_i w obszarze *j*, r_{ij} to odpowiedź z poprzedniej rundy przetwarzania udzielona przez JW_i na pytanie *j* w kolejnej rundzie, zaktualizowane po poznaniu wszystkich odpowiedzi z pierwszej i kolejnych, aż do poprzedniej rundy oraz dodatkowego materiału uzasadniającego (jeśli taki istnieje). Następnie, δ_{kj} to funkcje transformujące wartość zmiany odpowiedzi JW_k na pytanie *j* pod wpływem odpowiedzi innej JW (np. $JW_{i)}$ udzielonej w poprzedniej rundzie przetwarzania zapytania. Wyjścia (7.1) są transformowane przez następującą funkcję progową:

$$s(x)=x \text{ wtedy i tylko wtedy, gdy } x\in[-1,1], \text{ jeżeli } |x|>1 \text{ wtedy } s(x)=sgn(x). \tag{7.2}$$

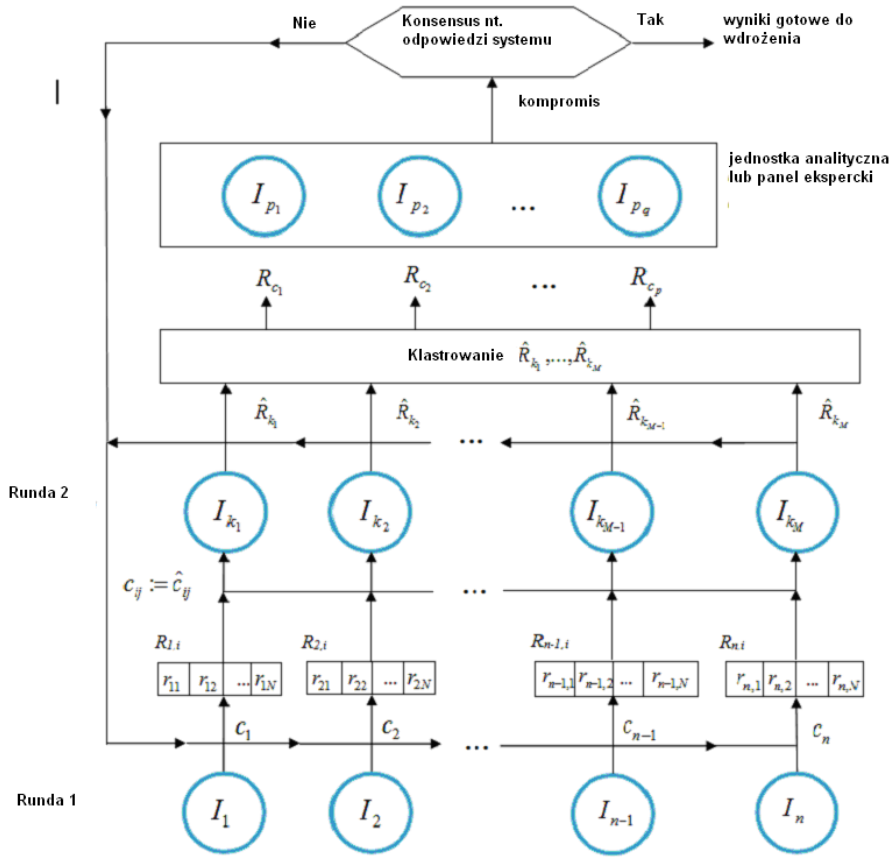
Można też zastosować transformację sigmoidalną postaci $(exp(at+b))^{-1}$, dla $a>0$. Zakładamy, że wartości początkowe c_{ij} są zawsze nieujemne. Współczynniki zaufania są aktualizowane zgodnie ze wzorem (7.1) w oparciu o zidentyfikowane w odpowiedziach poprzedniej rundy sprzeczne odpowiedzi, rozbieżności między *trafnością ex-post* odpowiedzi, a samooceną wiarygodności źródeł w danym obszarze tematycznym oraz na podstawie jakości uzasadnień odpowiedzi. Te ostatnie mogą być wyznaczane albo w sposób nadzorowany – na podstawie ocen ekspertów w kolejnej rundzie, albo automatycznie – gdy uzasadnienia odwołują się do źródeł informacji, które same posiadają już współczynniki zaufania. Wynikowe wartości mogą zostać wykorzystane jako dodatkowe współczynniki dopasowania w równaniu (7.1).

Współczynniki δ_{kj} należy dobrać jako rozwiązanie problemu optymalizacji

$$\sum_{p=1}^{P}\sum_{i=1}^{n(p)} (r_{cpj}(\hat{c}_{1j},...,\hat{c}_{nj}) - r_{ij})^2 \to \min, \quad dla\ j = 1,...,N, \tag{7.3}$$

gdzie wartości współczynników zaufania $\hat{c}_{1j},\ldots,\hat{c}_{nj}$ wyrażone są wzorem (7.1), r_{cpj} to wartości p-tego scenariusza odpowiedzi j po ich zgrupowaniu w P klastrów, $p=1, \ldots P$, a $n(p)$ oznacza ilość odpowiedzi w p-tym klastrze. Wartości charakteryzujące poszczególne scenariusze zostają wyznaczone przez wewnętrzne podsumowanie wartości odpowiedzi, które zostały przypisane do każdego z klastrów.

Naszkicowana wyżej procedura przedstawiona jest na Rys. 7.1.



Rys. 7.1. Schemat nadzorowanego uczenia się zastosowany wobec współczynników zaufania $c_1,\ldots,c_n$ źródeł informacji $I_1,\ldots,I_n$ w GSE.

Należy zauważyć, że (7.2) jest w istocie dwupoziomowym wielokryterialnym problemem optymalizacji, gdzie optymalność c_{ij} w (7.2) zależy od wcześniejszego znalezienia optymalnego δ_{kj} w (7.1). Jeśli liczba scenariuszy P nie jest znana *a priori*, wówczas P staje się dodatkową zmienną do zoptymalizowania w (7.2). Jeśli $P=1$, wtedy problem (7.2) redukuje się do zagadnienia znalezienia konsensusu.

7.3. **Scalanie informacji eksperckich i trendów ilościowych w foresighcie**

Plan przetwarzania wiedzy stosujący analizę wiarygodności (jako miary kompetencji) i zaufania (jako miary intencji do udzielania prawdziwych odpowiedzi) wobec ekspertów i innych źródeł informacji udzielających odpowiedzi na strukturyzowane i semi-strukturyzowane pytania, w tym także wobec źródeł wiedzy i informacji będących autonomicznymi agentami software'owymi, okazał się przydatny także i w niniejszym projekcie foresightowym. Zarządzanie zaufaniem okazuje się niezmiernie ważnym czynnikiem weryfikacji informacji zgromadzonej w bazie wiedzy systemu wspomagania foresightu (Skulimowski, 2012), zwłaszcza informacji dostarczanych przez automatyczne boty internetowe z bibliograficznych baz danych, jak również przy przygotowywaniu strategii przekształcenia ankiety delfickiej w system wielorundowy (por. Rozdz. 9-11). Problematyką zarządzania zaufaniem w projektach foresightowych poruszali także (Gnatzy i in., 2011; Podraza, 2009). Podobny schemat można zastosować w wielu innych projektach zmierzających do budowy baz wiedzy, w tym w projektach foresightowych wykorzystujących komputerowe ankiety delfickie jako narzędzie zdobywania wiedzy. Schemat przedstawiony w podrozdziale 7.2 jest też istotny z punktu widzenia zastosowania w dowolnych algorytmach scalania informacji, w tym zwłaszcza prognoz oraz przy generowaniu rekomendacji dla decydentów. Również powodzenie wspólnych przedsięwzięć w Internecie oparte na zasadach crowdsourcingu (por. np. Doan, Ramakrishnan, Halevy, 2011), takich jak Wikipedia, czy wspólna budowa open-source'owych systemów zarządzania treścią (por. Rozdz.6) może zależeć od jakości systemu monitorowania zaufania do współuczestników przedsięwzięcia.

Doświadczenia zgromadzone podczas realizacji badania delfickiego w niniejszym projekcie wskazują, że jednym z głównych problemów powstających przy analizie odpowiedzi udzielonych w ankiecie jest zróżnicowany poziom wiarygodności poszczególnych respondentów, którzy posiadają różne kwalifikacje, wiedzę i różny dostęp do informacji i narzędzi modelowania. W dodatku odpowiedzi ekspertów mogą być obciążone tendencją do przedstawiania poglądów sprzężonych z korzyściami osobistymi, a nie obiektywnego obrazu sytuacji. Problem ten jest szczególnie istotny gdy badania dotyczą dużego multi- lub interdyscyplinarnego obszaru, kiedy trudno jest o ekspertów w każdej lub wielu dziedzinach jednocześnie. Podobny problem powstaje gdy pojawia się potrzeba zaangażowania różnych grup praktyków, studentów i interesariuszy, którzy mogą podawać informacje charakteryzujące się różnymi poziomami wiarygodności w niektórych bądź we wszystkich obszarach, lub jeśli dany projekt korzysta z otwartego, lub półotwartego crowdsourcingu.

W niniejszym projekcie wiarygodność poszczególnych ekspertów modeluje wektor o współrzędnych odpowiadających następującym obszarom badań Projektu:

- Ekonomiczne i społeczne aspekty rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego.
- Systemy wspomagania decyzji i rekomendery.
- Diagnostyczne, regułowe i wbudowane systemy eksperckie.
- Robotyka i autonomiczne systemy inteligentne.
- Systemy neurokognitywne i wizyjne.

- Informatyka medyczna.
- Informatyka molekularna.
- Informatyka kwantowa.

Wektor ten opisuje zdolność do udzielania prawidłowych odpowiedzi i/lub zaangażowania w badania w odpowiednich obszarach badawczych Projektu. Ponadto, współczynniki zaufania opisują zdolność respondenta do udzielania odpowiedzi prawdziwych. Przykładowy sposób, w jaki można zdefiniować początkowe wartości współczynników zaufania ekspertów został przedstawiony w Tab. 7.1. poniżej. Tak zdefiniowane współczynniki umożliwiają zastosowanie Procedury 7.1 podczas ankiety delfickiej na temat trendów rozwojowych w zaawansowanej informatyce i analizy jej wyników (por. również Rozdz. 9, gdzie podana tu procedura została zaadoptowana do potrzeb ankiety dwurundowej).

Tab. 7.1. Przypisanie wstępnych współczynników kompetencji ekspertom (samoocena)

Samoocena kompetencji w tematyce ankiety	**Samoocena praktycznych umiejętności w tematyce ankiety**	**Wartość numeryczna**	**Wynik znormalizowany**
Nie jestem zainteresowany tym problemem (odpowiedź może zostać pominięta)	Nie mam doświadczenia z tymi metodami/ tematami	1	0/0,05 (0 jeśli brak odpowiedzi)
Mam ogólne pojęcie na ten temat (ale podejmuję się wypełnić ankietę)	Znam artykuły nt. praktycznych zastosowań w tej dziedzinie lub sporadycznie posługuję się tymi metodami	2	0,25
Czuję się pewnie odnośnie tylko niektórych aspektów tej tematyki	Regularnie korzystam z tych metod/zastosowań, bez własnych modyfikacji	3	0,5
Czuję się pewnie we wszystkich istotnych aspektach tej tematyki	Jestem doświadczonym użytkownikiem większości z tych metod i/lub narzędzi	4	0,8
Jestem w tej dziedzinie specjalistą	Jestem w tej dziedzinie specjalistą-praktykiem	5	1

W tym przykładzie numeryczne współczynniki przeznaczone do zastosowania w Procedurze 7.1 zostały obliczone jako produkty znormalizowanych ocen i wstępnych współczynników zaufania, osobno dla każdego tematu. Przypisanie liczbowych wartości do współczynników wiarygodności pozwala na zastosowanie metod przedstawionych np. przez Ashtona (1985) i Elliotta (2004) do oszacowania oczekiwanego błędu *ex-ante* scalonych odpowiedzi. Ostatecznym celem wyboru najbardziej odpowiednich współczynników zaufania i wiarygodności była minimalizacja skali tego błędu. Jeśli test Hartigana (por. Rozdz.9) dla estymowanego rozkładu prawdopodobieństwa z próby dla wartości liczbowych przypisanych poszczególnym odpowiedziom wskazuje, że rozkład ma kilka punktów maksymalnych, lub jeśli wariancja tego rozkładu przekracza pewien ustalony wcześniej próg, wówczas odpowiedzi an-

kiety są grupowane i tworzona jest wskazana przez algorytm klasteryzacji, lecz nieprzekraczająca maksymalnej liczby scenariuszy. W celu grupowania odpowiedzi opracowanych zostało kilka algorytmów, w tym algorytm probabilistyczny dokonujący klasteryzacji w oparciu o zasadę maksymalnego prawdopodobieństwa. Podczas analizy wyników, wektory wiarygodności i współczynniki zaufania aktualizuje się rekursywnie, biorąc pod uwagę aktualizacje wynikające z ocen odpowiedzi respondentów w poprzedniej rundzie przez główną grupę ekspertów. Opinie innych respondentów w tym samym projekcie również mogą zostać wzięte pod uwagę, podobnie jak te rozbieżności w odpowiedziach, które można wykryć automatycznie. Jak wskazano w podrozdziale 7.2, schemat uczenia się współczynników wiarygodności korzysta z sieciowych modeli nadzorowanego uczenia się.

Dalsza analiza może ostatecznie doprowadzić do zdefiniowania źródeł bibliograficznych w celu uzupełnienia brakujących bądź niekompletnych odpowiedzi, korzystając z rekursywnego planu zmiany poziomu źródła informacji *k* do *(k+1.)* przedstawionego w podrozdziale 7.2. Podobny efekt mógłby zostać osiągnięty w wyniku strukturyzacji dyskusji panelowych. Wielorundowa ankieta delficką stosuje podobny schemat. Połączenie analizy błędów *ex-ante* z pomiarem błędów *ex-post* mogłoby doprowadzić do zmiany na półnadzorowanego planu uczenia się do planu nadzorowanego. W przypadku badania foresightowego weryfikacja wyników, w tym odpowiedzi pozyskanych z badania delfickiego stanie się możliwa jednak zwykle dopiero po długim czasie. Dalszą dyskusję na temat zastosowań analizy wiarygodności i zaufania w foresighcie technologii Społeczeństwa Informacyjnego można znaleźć w Rozdz.9.

7.4. **Dyskusja i wnioski**

W niniejszym rozdziale wskazaliśmy, że trendy rozwoju systemów eksperckich, które w perspektywie 10-15 lat doprowadzą do powstania Globalnych Systemów Eksperckich (GSE) mają swoje odzwierciedlenie także w obecnie powstających systemach wspomagania foresightu oraz systemach wspomagających działania grupowe oparte o zasadę crowdsourcingu. Ogólny model takiego systemu, przedstawiony w podrozdziale 7.2 został zastosowany do wyznaczania współczynników wiarygodności ekspertów biorących udział w badaniu delfickim - oczywiście w zakresie odpowiadającym skali tego badania. Zaproponowane tu metody analizy wiarygodności i zaufania źródeł informacji eksperckiej mogą być stosowane także w systemach do tworzenia modeli grupowych, w tym w celu rozwiązania problemów związanych z budową złożonych modeli ewolucji społeczno-ekonomicznej Społeczeństwa Informacyjnego (por. Rozdz. 1 oraz Skulimowski, 2012).

Podobne, lecz niekorzystające z zaawansowanych zasad ewolucji wiedzy systemy zarządzania reputacją ekspertów stosowane były wcześniej z powodzeniem np. w celu optymalizacji doboru zespołów ekspertów mających wziąć udział w konkretnych projektach, z punktu widzenia jednoczesnej maksymalizacji trafności opinii i statystycznej wiarygodności odpowiedzi (Tapscott i in., 2010). Dalszy rozwój tych systemów oparty będzie w coraz większym stopniu na zastosowaniach tzw. sztucznej

kreatywności w strukturze GSE, zwłaszcza w odniesieniu do metod wspomagania decyzji (por. Skulimowski, 2011). Zwiększenie kreatywności AJW pozwoli na podniesienie poziomu ich autonomii podczas procesu pozyskiwania wiedzy poprzez automatyczne przeszukiwanie sieci, informacji bibliograficznych i patentowych oraz automatyczne generowanie dodatkowych zapytań do ekspertów i innych autonomicznych systemów eksperckich.

Kreatywność w GSE ma znaczenie podwójne – zarówno jako sztuczna kreatywność stosowana w celu delegacji skomplikowanych zadań, np. wyboru strategii wyszukiwania, innym samodzielnym podmiotom, jak i w kontekście rozwoju kreatywności użytkowników GSE wspomaganych przez inteligentne procedury systemu. Można postawić hipotezę, że w perspektywie roku 2025 pojawi się dodatkowy trend, integrujący GSE i systemy wspomagania kreatywności.

Innym rozszerzeniem przedstawionych na wstępie trendów rozwojowych systemów eksperckich jest zwiększenie możliwości predykcyjnych GSE poprzez zastosowanie do zapytań związanych z przyszłością modeli antycypacyjnych. Analityczne procedury wspomagania decyzji oparte o sieci antycypacyjne mogą umożliwić modelowanie przyszłości określonej przez kontekst konkretnego zapytania wewnątrz struktury sieci antycypacyjnych (Rozdz. 3, Skulimowski, 2012) sprzężonych z modelami prognostycznymi, takimi jak filtr Kalmana lub wektorowa ARIMA (Öller, 1985). Można także oczekiwać, że dane o przebiegu procesów pozyskiwania informacji przez GSE ze źródeł osobowych pozwolą na przewidywanie dynamiki opinii określonych grup społecznych. Na podstawie dystrybucji opinii wewnątrz grupy źródeł informacji pełniącej role próbki, przy pomocy modeli przestrzeni stanu i filtracji Kalmana możliwa jest estymacja rozkładu wiedzy, opinii lub wiarygodności w odpowiednio większej grupie, podobnie jak przedstawione to zostało w pracy Moyano i in. (2012).

Istotną cechą rekursywnej procedury wyszukiwania i algorytmów scalania opinii opisywanych powyżej jest ich uniwersalność. W szczególności, struktura GSE pozwoli użytkownikom zarządzać w sposób jednolity zaufaniem, trafnością i wiarygodnością heterogenicznych źródeł informacji, takich jak eksperci, systemy eksperckie, internetowe bazy danych, książki, artykuły itd. Korzystając z filtra Kalmana w sposób podobny do wskazanego powyżej, można przydzielić wektory wiarygodności i współczynniki zaufania nawet nieosiągalnym źródłom informacji (np. ekspertom niebiorącym udziału w danym badaniu).

Innym intersującym zagadnieniem jest ewolucja autonomicznych i półautonomicznych agentów odpowiedzialnych za wyszukiwanie wiedzy w przyszłych GSE. Niektóre z tych procedur można będzie określić jako półautonomiczne nie ze względu na konieczność interakcji z użytkownikami systemu, lecz dlatego, że otrzymywać będą polecenia od inteligentnych agentów wyższego poziomu. W ramach nadanej im autonomii systemy te będą mogły samodzielnie wybrać sposób realizacji tych zadań. Można przypuszczać, że podmioty takie wykazywać będą zachowania samoorganizacyjne podobnie do współdziałających obszarów ludzkiego mózgu opisanych w pracy Joyce'a i in. (2012). Jeśli hierarchię, podobne do tej znanej z mózgu, uda się zastąpić sztucznymi strukturami o innym pochodzeniu i naturze, o podobieństwie związanym wyłącznie z zastosowaniem do ich rozwoju i doskonalenia mechanizmów ewolucyjnych, wówczas potencjalnie w wielkich sieciach JW tworzących GSE spontaniczne pojawić się mogą mechanizmy

przypominające procesy myślowe. Sztuczny system pozbawiony ograniczeń biologicznych, lecz potencjalnie zdolny do tworzenia stanów właściwych mózgom – jako kolejny etap rozwoju GSE - stanowiłby wyzwanie badawcze, społeczne i – w szerszym kontekście - cywilizacyjne. Prawdopodobieństwo powstania takiego systemu w horyzoncie prognostycznym niniejszego projektu jest jednak bardzo małe.

Bibliografia Rozdziału 7

1. Ashton, A.H.; Ashton, R.H. (1985). Aggregating subjective forecasts: Some empirical results. Management Science, 31, 1499-1508.
2. Bates, I J.M.; Granger, C.W.J. (1969). The combination of forecasts, Operational Research Quarterly, 20, 451-468.
3. Dean, T.L.; Boddy, M.: (1988) An analysis of time-dependent planning. In: Proceedings of the Seventh National Conference on Artificial Intelligence AAAI-98, St. Paul, MN, s. 49-54.
4. Doan, A.; Ramakrishnan, R.; Halevy, A.Y. (2011). Crowdsourcing Systems on the World-Wide Web. Communications of the ACM 54(4), 86-96.
5. Elliott, G.; Timmermann, A. (2004). Optimal forecast combinations under general loss functions and forecast error distributions. Journal of Econometrics 122, 47-79
6. Gligor, V.; Wing, J.M. (2011). Towards a Theory of Trust in Networks of Humans and Computers. Lecture Notes in Computer Science, 7114, Security Protocols XIX, s. 223-242.
7. Gnatzy, T.; Warth, J.; von der Gracht, H.; Darkow, I.-L. (2011). Validating an innovative real-time Delphi approach - A methodological comparison between real-time and conventional Delphi studies. Technological Forecasting & Social Change, 78, 1681-1694.
8. Hogarth, R. (1978). A note on aggregating opinions. Organizational Behavior and Human Performance, 21, 40-46.
9. Jøsang, A. (2001). A Logic for Uncertain Probabilities. Int. J. Uncertainty, Fuzziness Knowl.-Based Syst., 9(3) 279-311.
10. Joyce, K.E.; Laurienti, P.J.; Hayasaka, S. (2012). Complexity in a brain-inspired agent-based model. Neural Networks, 33, 275-290.
11. Linstone, H.A.; Turoff, M. (red.). (2002). The Delphi Method. Techniques and Applications. Electronic version © Harold A. Linstone, Murray Turoff, s. 616 [www.foresight.pl].
12. Luckner, S.;Schröder, J,; Slamka, Ch.; Franke, M.; Geyer-Schulz, A.; Skiera, B.; Spann, M.; Weinhardt, Ch. (2012). Prediction Markets. Fundamentals, Designs, and Applications. Gabler, Wiesbaden, s.151.
13. Moyano, F.; Fernandez-Gago, C.; Lopez, J. (2012). A Conceptual Framework for Trust Models, Trust, Privacy and Security in Digital Business, Lecture Notes in Computer Science, 7449, s. 93-104. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg
14. Öller, L.E. (1985). Macroeconomic forecasting with a vector arima model: A case study of the Finnish economy. International Journal of Forecasting 1(2), 143-150
15. Podraza, R. (2009). Credibility Coefficients in Hybrid Artificial Intelligence Systems. W: E. Corchado et al. (red.): Hybrid Artificial Intelligence Systems, 4th International Conference, Salamanca (HAIS 2009), Lecture Notes in Artificial Intelligence 5572, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, s. 187-194.

16. Skulimowski, A.M.J. (1994). Optimal strategies for quantitative data retrieval in distributed database systems. Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Systems Engineering, Hamburg, 5-9 September 1994; IEE Conference Publication Nr 395, IEE, London; s. 389-394.
17. Skulimowski, A.M.J. (2011), Freedom of Choice and Creativity in Multicriteria Decision Making. W: T. Theeramunkong, S. Kunifuji, C. Nattee, V. Sornlertlamvanich (Eds.) Knowledge, Information, and Creativity Support Systems: KICSS2010 Revised Selected Papers, Lecture Notes in *Artificial Intelligence* 6746, Springer, Berlin; Heidelberg s. 190-203.
18. Skulimowski, A.M.J. (2012). Discovering Complex System Dynamics with Intelligent Data Retrieval Tools. W: Zhang, Y. et al. (red.): Sino-foreign-interchange workshop on Intelligent Science and Intelligent Data Engineering IScIDE 2011, Xi'an, China, Oct. 23-26, 2011, Lecture Notes in Computer Science 7202, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 614-626.
19. Skulimowski, A.M.J. (2012). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Processes. *Int. J. Systems Sci.* 45 iFirst (artykuł opublikowany online 4.5.2012, przydział do t.45 potwierdzony przez Wydawcę) DOI:10.1080/00207721.2012.670308
20. Skulimowski, A.M.J. (2013). Universal Intelligence, Creativity, and Trust in Emerging Global Expert Systems. W: Rutkowski, L.; Korytkowski, M.; Scherer, R.; Tadeusiewicz, R.; Zadeh, L.A.; Zurada, J.M. (Red.). Artificial Intelligence and Soft Computing. 12th International Conference, ICAISC 2013, Zakopane, Poland, June 9-13, 2013, Proceedings, Part II. *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 7895, Springer-Verlag (w druku).
21. Surowiecki, J. (2004). The Wisdom of Crowds. Why the Many Are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations. Anchor Books, New York.
22. Tapscott, D.; Williams, A.D. (2010). Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything, 3rd Ed., Portfolio Trade.
23. Tovey, M. (red.,. 2008). Collective Intelligence: Creating a Prosperous World at Peace. Earth Intelligence Network, Oakton, VA.

Streszczenie. Ten rozdział przedstawia ostateczny wynik hipotetycznego przyszłego trendu rozwojowego związanego z wykorzystaniem globalnej wiedzy, jako całościowego systemu eksperckiego. Przez globalny system ekspercki (GSE, ang. GES) rozumiane są wszystkie źródła wiedzy, zasady jej przetwarzania, repozytoria i jednostki przetwarzania, niezależnie od tego, czy są to eksperci, roboty, lub ich hybrydy, i takie, że relacja "gotowość do przekazania wiedzy na natychmiastowe żądanie" tworzy graf spójny. Drugim kluczowym wymaganiem jest, by rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem GES było procesem ciągłym (*anytime computing*) w odniesieniu do liczby źródeł informacji branych pod uwagę. Ze względu na wysoki i stale rosnący poziom integracji jednostek wiedzy, uniwersalna inteligencja wyłoni te, które w określonych warunkach mogą przewyższyć inteligencję i kreatywność któregokolwiek z jej elementów. Można wykazać, że jest to możliwe tylko wtedy, gdy zapewniony będzie odpowiedni minimalny poziom wiarygodności elementów takiego systemu. W rozdziale przedstawiony został również schemat nadzorowanego uczenia się zastosowany do adaptacyjnego wyznaczania współczynników zaufania, który może sprawić, że ogólny poziom zaufania w GES będzie wzrastał. odpowiedzi zapytania. Innym ważnym zagadnieniem związanych z trendami rozwojowymi GES jest wzrastająca rola metody fuzji wiedzy, takie jak kombinacje rekomendacji i prognoz stosowanych do przetwarzania zapytań w systemie. Jako przykład ewelucji systemów eksperckich zgodnie ze wskazanym trendem podaliśmy moduł ankiet delfickich w systemie wspomagania foresightu, w którym z powodzeniem zastosowano adaptacyjny mechanizm optymalizacji współczynników zaufania ekspertów. Oczekuje się, że powyższy trend osiągnie swój atraktor około roku 2025 lub nieznacznie później.

Słowa kluczowe: Globalne systemy eksperckie, big data, uniwersalna inteligencja, zarządzanie przez zaufanie, semi-supervised learning, foresight.

Modele ewolucji technologicznej specjalistycznych systemów neurokognitywnych i wizyjnych w medycynie oraz perspektywy ich rozwoju do roku 2025. Perspektywy i scenariusze rozwoju interfejsów mózg - komputer (BCI) do roku 2025

8

Andrzej M.J. Skulimowski,
Paweł Rotter,
Ryszard Tadeusiewicz

8.1. **Wprowadzenie**

Informatyka neurokognitywna zajmuje się tworzeniem uproszczonych modeli wyższych czynności poznawczych, myślenia, rozwiązywania problemów, uwagi, języka, kontroli zachowania i świadomości[8]. Modele te mogą być wykorzystane do tworzenia systemów neurokognitywnych, czyli takich, których działanie naśladuje (choć w bardzo dużym uproszczeniu) działanie ludzkiego mózgu i które mogą być wykorzystywane do zadań wymagających od maszyny pewnego rodzaju inteligencji. Przez systemy wizyjne w niniejszym opracowaniu będziemy rozumieć systemy zawierające moduły zaawansowanego przetwarzania obrazu, pozwalające np. na jego automatyczne rozpoznawanie, klasyfikowanie obserwowanych obiektów, automatyczną kontrolę jakości, itd. Algorytmy stosowane w systemach wizyjnych bardzo często wykorzystują modele neurokognitywne, chociaż istnieje też wiele zaawansowanych systemów wizyjnych nieodwołujących się do metod neurokognitywnych; są one opisane w odrębnym opracowaniu.

Wybór interfejsów mózg-komputer do szczegółowych badań w ramach projektu jako podklasy specjalistycznych systemów neurokognitywnych jest rezultatem badań potrzeb implementacyjnych i badawczych, które przeprowadzone zostały w ramach zadania 3, na podstawie m.in. wyników zadania 1 oraz ankiety potencjalnych odbiorców rezultatów projektu w roku 2010. Zgodnie z wynikami tych badań znaczenie interfejsów mózg-komputer będzie rosnąć do roku 2025 i później nie tylko ze względu na zastosowania medyczne, ale wspomagać będą one także rozwój kreatywności, który został zidentyfikowany jako inny główny trend w rozwoju zaawansowanego oprogramowania systemów wspomagania uczenia, decyzji oraz systemów autonomicznych (Skulimowski, 2010).

Interfejs mózg-komputer (*brain-computer interface*, *BCI*, *brain-machine interface*) polega na bezpośrednim przepływie informacji pomiędzy mózgiem, a urządzeniami zewnętrznymi. BCI obejmuje:

- Interfejsy przekazujące informacje z mózgu do urządzeń zewnętrznych. Zastosowania to np. sterowanie komputerem lub ramieniem robota za pomocą myśli.
- Interfejsy przekazujące informacje z urządzeń zewnętrznych do mózgu, pozwalające np. na przekazywanie do mózgu obrazu ze sztucznego oka.
- Interfejsy dwustronne.

Ze względu na inwazyjność można wyróżnić:

- metody inwazyjne, w których elektrody osadzane są bezpośrednio w korze mózgowej,
- metody bezinwazyjne – z wykorzystaniem technik EEG, MEF (magnetoencefalografia), MRI (obrazowanie rezonansu magnetycznego),
- metody częściowo-inwazyjne – elektrody osadzane są w czaszce, przy powierzchni kory mózgowej.

---

[8] www.is.umk.pl/~duch/ref/PL/07/07-How-brain-works.ppt

8.2. Przegląd interfejsów mózg-komputer

8.2.1. Zastosowanie BCI do kontroli protez i urządzeń zewnętrznych

Głównym obszarem zastosowań systemów BCI jest medycyna, w szczególności: metody kontroli urządzeń zewnętrznych na podstawie aktywności mózgu oraz metody przekazywania sygnału z protez narządów zmysłów (w szczególności wzroku) bezpośrednio do mózgu.

Implanty neurokognitywne składają się ze specjalnych matryc elektrod wszczepianych do wnętrza czaszki osoby biorącej udział w eksperymencie. Ilość tych elektrod jest jednym z głównych parametrów technicznych BCI decydujących o jakości i przepustowości transmisji sygnałów. Konieczność trwałego umieszczenia bezpośrednio na korze mózgowej oraz Poważnym problemem jest możliwość odrzucenia wszczepionych elektrod przez układ immunologiczny. Implikuje to konieczność zastosowania odpowiednich zabezpieczeń implantów. Podobnie jak w przypadku implantów narządów wewnętrznych można tego dokonać poprzez pokrycie matrycy cienką warstwą substancji neutralnej biologiczne (biokompatybilnej), takiej jak np. substancje polimerowe etylenodioksyfen, polipyrol oraz ich pochodne. Oczywiście substancje te muszą przewodzić impulsy elektryczne. Przed umieszczeniem elektrod w czaszce za pomocą badania nieinwazyjnego (np. PET lub MRI) należy wybrać najbardziej aktywną część kory ruchowej mózgu. Następnie w tym obszarze umieszcza się elektrodę neurotropową, która przekazuje sygnały mózgowe do zewnętrznego złącza.

Metody nieinwazyjne polegają na zdalnym pomiarze i następnie analizie fal elektromagnetycznych wytwarzanych przez neurony mózgu. Od kilkudziesięciu lat dostępnych jest wiele metod pozwalających na taki pomiar, jest m.in. elektroencefalografia (EEG), funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI, por. np. Duch i Chojnowski, 2000), pozytonowa tomografia emisyjna (PET), śródczaszkowa stymulacja magnetyczna (TMS) i in. Szczególnie obiecująca wydaje się ta ostatnia metoda, która polega na badaniu aktywności mózgu poprzez pomiar zawartości oksyhemoglobiny w różnych obszarach mózgu. Stężenie tej substancji jest jednoznacznie zależne od intensywności przepływu krwi, który jest indukowany przez potrzeby energetyczne danego ośrodka mózgowego.

Kontrola urządzeń zewnętrznych jest możliwa nawet za pomocą metod bezinwazyjnych, pierwsze udane próby wykonano jeszcze w latach 90. W eksperymencie wykonanym w roku 1999 za pomocą sygnału EEG sparaliżowany pacjent mógł sterować kursorem oraz wykonywać bardzo ograniczone ruchy ręką (Hockenberry, 2001). Od tego czasu dokładność nieinwazyjnych BCI i precyzja przekazywania informacji wzrosła na tyle, że obecnie metody te mogą być stosowane np. do sterowania wózkiem inwalidzkim.

Pomimo rosnących możliwości nieinwazyjnych BCI, nieporównywalnie większe możliwości stwarzają metody inwazyjne, za pomocą których, po odpowiednim treningu pacjenta, jest możliwe względnie precyzyjne sterowanie ramieniem robota lub robotem mobilnym (Paszkiel, Błachowicz, 2011). Pierwsza operacja wszczepienia

implantu neurokognitywnego umożliwiająca sparaliżowanemu pacjentowi posługiwanie się sztuczną ręką została przeprowadzona w 2005 roku (Hochberg 2006). Równoczesny postęp technologii wytwarzania i wszczepiania matryc elektrod, przetwarzania sygnałów płynących z mózgu oraz prac nad stworzeniem ramienia robota wiernie naśladującego ludzką rękę, rosną możliwości protez kontrolowanych bezpośrednio przez sygnały z kory mózgowej. Co więcej, trwają prace nad protezami wyposażonymi w sensory, które przekazują informację zwrotną do mózgu, także za pomocą interfejsu BCI[9].

Istnieje wiele alternatywnych technologii, które mogą być stosowane do kontroli protez i przekazywania informacji do świata zewnętrznego nawet przez osoby sparaliżowane, jak np. śledzenie ruchów gałek ocznych lub nawet przez rozpoznawanie sygnałów przekazywanych przez pociągnięcia nosem (*sniff control*)[10]. Zapewne jednak będą one w nadchodzących latach stopniowo wypierane przez interfejsy BCI, które nawet w wersji nieinwazyjnej pozwolą na lepszy, i niekoniecznie kosztowniejszy, przekaz informacji, natomiast w wersji inwazyjnej zapewnią niemal naturalną kontrolę nad protezami.

8.2.2. Zastosowanie BCI do przywracania wzroku

BCI otwiera możliwości wykonywania *protez narządów zmysłów*, w szczególności wzroku. Pierwsze eksperymenty dotyczące przekazywania obrazu bezpośrednio do mózgu były przeprowadzone już w latach 70. ubiegłego wieku (Dobelle, Mladejovsky 1974). Sieć *68* platynowych elektrod wszczepionych do kory wzrokowej dawał namiastkę wzroku: obraz otoczenia przekładał się na obserwowane przez niewidomego pacjenta błyski światła. Urządzenie było zbyt niedoskonałe, aby mogło być zastosowane w praktyce: duża ilość informacji zawarta w obrazie nie odpowiadała niewielkiej przepustowości interfejsu, który mógł przekazać te informacje do mózgu. Znaczący postęp został osiągnięty dzięki rozwojowi innej dyscypliny – automatycznego przetwarzania obrazów, które pozwoliło na wyekstrahowanie z obrazu jego najważniejszych cech, poprzez wyodrębnienie pierwszego planu i wydzielenie poszczególnych obiektów sceny. Po 25 latach od pierwszych, pionierskich prac, Dobelle (2000) osiągnął obiecujące rezultaty używając tych samych elektrod, lecz podając do nich odpowiednio przetworzony sygnał. Pacjenci byli w stanie nie tylko omijać przeszkody, ale nawet przeczytać napis (*5* cm litery z odległości *1* m). Urządzenie dostępne parę lat później w wersji komercyjnej składało się z kamery umieszczonej na okularach przekazującej obraz do przenośnego komputera umieszczonego w torbie noszonej przez pacjenta. Obraz podlega obróbce mającej na celu usunięcie tła i szumów, następnie przekazywany jest do implantu złożonego z *68* elektrod umieszczonych w korze mózgowej. Obraz widziany jest przez pacjenta w postaci zbioru jasnych punktów na czarnym tle (*starry night effect*), wystarczało jednak do ostrożnego poru-

[9] http://www.cbsnews.com/videos/breakthrough-robotic-limbs-moved-by-the-mind/
[10] http://cordis.europa.eu/projects/rcn/103876_en.html, http://cordis.europa.eu/projects/rcn/87545_en.html

szania się w mieście lub w pomieszczeniach a nawet przeczytania dostatecznie dużego tekstu.

Rys. 8.1**.** Kamera umieszczona na okularach i wiązka przewodów doprowadzająca wzmocnione sygnały do elektrod umieszczonych w korze mózgowej.
Źródło: http://www.wired.com/wired/archive/10.09/vision_pr.html

Wkrótce po operacji wszczepienia implantu pacjent wyposażony w implant Dobelle'a drugiej generacji był w stanie powoli manewrować samochodem na parkingu.

Rys. 8.2. Pacjent z implantem Dobelle'a drugiej generacji (2002) manewrujący na parkingu; widzenie w postaci izolowanych punktów oraz wąski kąt widzenia nie pozwala jednak na normalne prowadzenie samochodu.
Źródło: http://www.wired.com/wired/archive/10.09/vision_pr.html

Pomimo bardzo obiecujących rezultatów, implant Dobelle'a do tej pory nie upowszechnił się. Jako główne przyczyny można wymienić:

- Bardzo niską jakość widzenia w porównaniu z okiem. Obraz odbierany jest w postaci jasnych punktów na ciemnym tle (tzw. efekt „*starry night*").

- Wąski kąt widzenia,
- Występowanie powikłań zdrowotnych u pacjentów z wszczepionymi elektrodami,
- Brak pozytywnej opinii FDA (*Food and Drug Administration*). Wprawdzie nie była ona konieczna do działalności poza USA (Instytut Dobella, w którym wszczepiano implanty znajdował się w Lizbonie), ale brak akceptacji FDA negatywnie wpływał na zaufanie do metody,
- Bardzo wysoki koszt implantu.

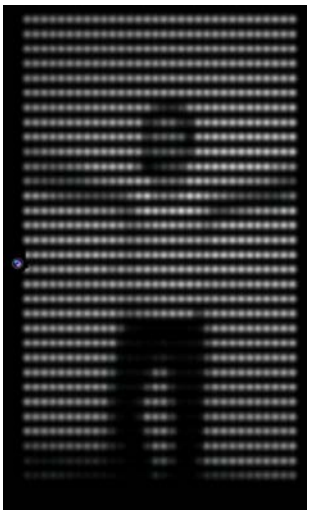
Badania nad implantami, w których elektrody są bezpośrednio umieszczane w korze mózgowej są obecnie kontynuowane m.in. na politechnice w Montrealu[11].

Znacznie lepsze rezultaty możliwe są osiągnięcia, gdy elektrody nie są wszczepiane bezpośrednio do mózgu, lecz stymulują siatkówkę. Metoda ta może być stosowana u pacjentów z choroideremią[12] lub retinopatią barwnikową, wymaga jednak zdrowego nerwu wzrokowego, Można tu wymienić np. implant Argus produkowany przez firmę Second Sight (akceptacja FDA w 2013), jak również trwające prace konsorcjum Bionic Vision Australia, w ramach których powstał implant posiadający *1024* elektrod.

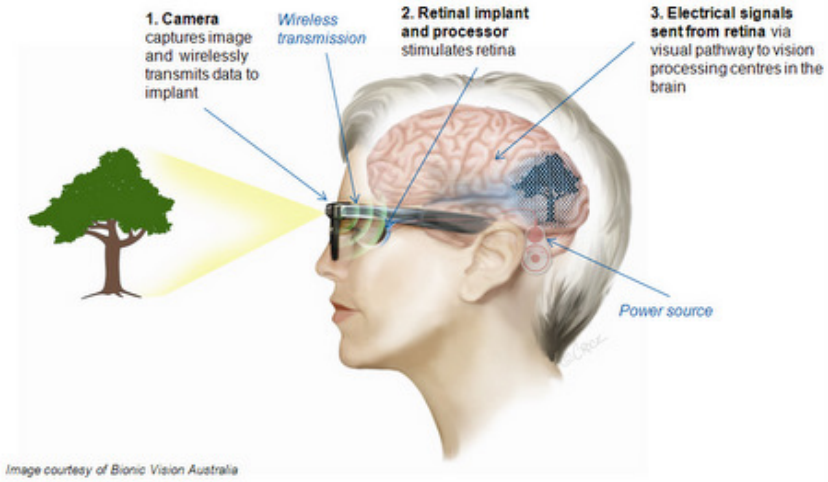
Rys. 8.3. Implant Argus II.
Źródło: http://www.technologyreview.com/news/423216/a-bionic-eye-comes-to-market

[11] http://www.polymtl.ca/polystim/en/navigation/Prothesevisuelleintra-corticale.php

[12] choroba genetyczna polegająca na postępującym zaniku nabłonka barwnikowego i naczyń krwionośnych naczyniówki



Rys. 8.4. Zrzut ekranu aplikacji pozwalającej na symulację obrazu widzianego przez pacjenta dla różnej liczby elektrod. *Źródło:* http://bionicvision.org.au/eye/what_might_i_see



Rys. 8.5. Implant z elektrodami wszczepionymi do siatkówki.
Źródło: http://bionicvision.org.au/eye/prototypes/high_acuity

8.2.3. Inne zastosowania BCI

W ramach projektu „*Silent talk*" realizowanego przez DARPA trwają badania nad opracowaniem tzw. *telepatii syntetycznej*, która wykorzystując BCI pozwalałaby na bezgłośną komunikację żołnierzy podczas misji specjalnych.

Możliwości BCI zostały także dostrzeżone przez producentów gier komputerowych. W ostatnich latach pojawiły się liczne gry wykorzystujące proste interfejsy EEG mierzące poziom koncentracji gracza lub nawet umożliwiające sterowanie przebiegiem gry poprzez aktywność mózgu, jak w przypadku NeuroBoy.[13] Zastosowania takie są też przedmiotem zainteresowania producentów krajowych, m.in. przedsiębiorstw skupionych w Krakowskim Klastrze Gier. Znajomość najbardziej prawdopodobnego przeważającego trendu BCI stosowanych w grach, ze względu na kluczowa rolę przyzwyczajeń i preferencji użytkowników ma tu podstawowe znaczenie przy wyborze linii rozwojowej interfejsów dla produktów własnych.

8.3. **Analiza trendów rozwojowych BCI**

W raporcie technicznym współautorów niniejszego Rozdziału wykonanym w ramach projektu SCETIST (www.ict.foresight.pl) zebrano najważniejsze systemy BCI obecne na rynku od roku 1997. Uwzględniono także systemy, które wg zapowiedzi producentów zostaną wprowadzone na rynek w najbliższym czasie. W kolumnie „funkcjonalność i cechy technologiczne" dokonano analizy podstawowych cech i parametrów interfejsów neurokognitywnych, takich jak:

- stopień inwazyjności,
- przepustowość komunikacji, jedno- lub dwustronna,
- rodzaje transmitowanych sygnałów,
- zasięg komunikacji,
- masa i rozmiary poszczególnych komponentów interfejsu,
- zasilanie (źródło energii + czas pracy bez wymiany lub doładowania źródła w różnych wariantach użytkowania),
- jakość komunikacji, która może być oceniana na podstawie eksperymentów dla konkretnego systemu.

Opisane są ponadto cechy i kryteria związane z funkcjonalnością BCI, takie jak:

- precyzja sterowania urządzeniami zewnętrznymi,
- stopień złożoności czynności które może wykonać operator przy pomocy urządzeń zewnętrznych sterowanych przy pomocy BCI.

Przykładowo, dla protez narządu wzroku miernikiem jakości jest zdolność pacjenta do poruszania się w nieznanym środowisku, rozróżniania przedmiotów bądź czytania napisów. W przypadku protez narządów ruchu – liczba stopni i stopień złożoności protezy (ramienia robota).

Znaczenie poszczególnych parametrów jest zależne od klas BCI. Podstawowe klasy różnią się pod względem założeń konstrukcyjnych i przeznaczenia, mogą nimi być np.:

---

[13] http://www.neurosky.com/mindset/neuroboy.html

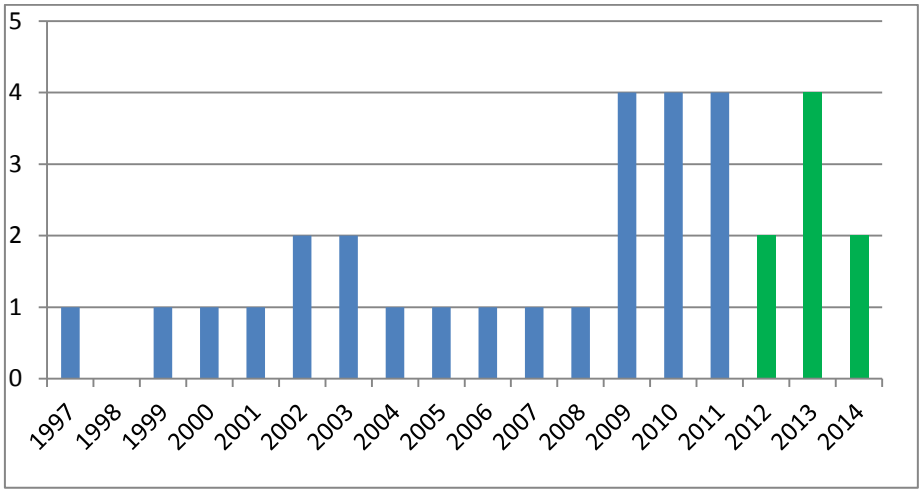
- implanty
- eBCI hełmowe i opaski nagłowne
- okulary z interfejsem neurokognitywnym
- interfejsy dermatooptyczne.

Z kolei kryteria oceny przydatności BCI zależą od rodzaju zastosowań – będą one różnić się np. dla BCI projektowanych w celach terapeutyczno-rehabilitacyjnych, np. do wspomagania protezy wzroku, w odróżnieniu czy od BCI przeznaczonych do sterowania maszynami i urządzeniami technicznymi o zastosowaniu przemysłowym lub militarnym.

W dalszej części opracowania przedstawimy analizę przebiegu rozwoju BCI w przeszłości oraz wnioski pozwalające na określenie przyszłego trendu ich rozwoju do roku 2025 i później.

8.3.1. Ewolucja ilościowa systemów neurokognitywnych

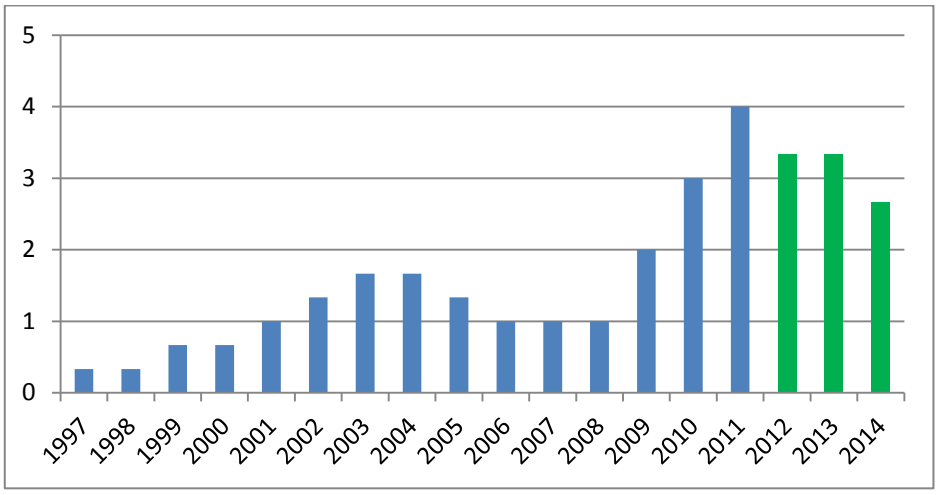
Na Rys. 8.6 przedstawiony jest wykres liczby zidentyfikowanych w Tab. 8.1. systemów neurokognitywnych w poszczególnych latach w okresie 1997-2011 oraz prognoza na lata 2012-2015. Rok 2015 jest jednocześnie końcowym rokiem pierwszego okresu prognostycznego w ankiecie delfickiej projektu (www.ict.foresight.pl). Charakterystyki rozwoju BCI do roku 2025, oszacowane na podstawie ankiety delfickiej, przedstawione są w dalszej części opracowania.



Rys. 8.6. Liczba nowych systemów neurokognitywnych w latach 1997-2011 oraz prognoza na lata 2012-2014

Z uwagi na fakt, że rocznie pojawia się zaledwie kilka nowych systemów, chociaż zaobserwować można powolny trend wzrostowy, wciąż występują duże fluktuacje lo-

sowe i do oceny trendu bardziej miarodajne są wykresy uśrednione. Na Rys. 8.6 i Rys. 8.7 przedstawiona jest liczba systemów neurokognitywnych uśredniona w 3- i 5-letnim oknie czasowym. Widać na nich wyraźnie pierwsze maksimum, w okolicach roku 2003. Technologia osiągnęła wtedy poziom pozwalający na tworzenie eksperymentalnych systemów BCI, jednak ich ograniczenia i cena były zbyt duże, aby możliwy był istotny wzrost praktycznych zastosowań. Drugi wzrost można zaobserwować od roku 2009 aż do chwili obecnej (za rok 2011 nie ma jeszcze pełnych danych).

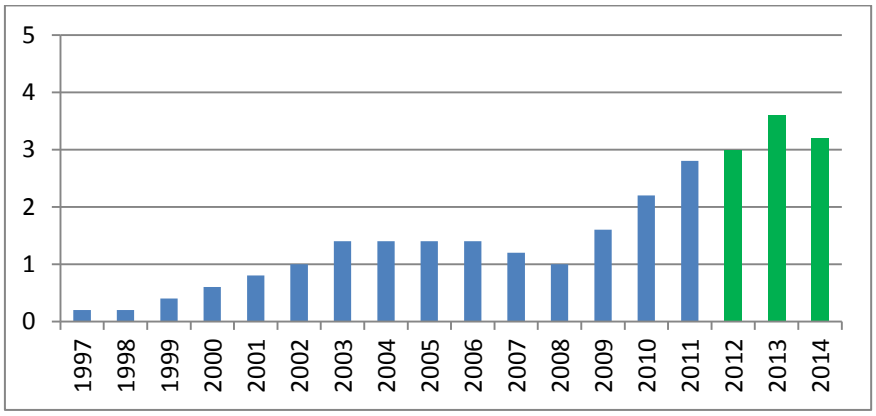


Rys. 8.7. 5-letnia średnia roczna liczby nowych systemów neurokognitywnych w latach 1997-2011 oraz prognoza na lata 2012-2015

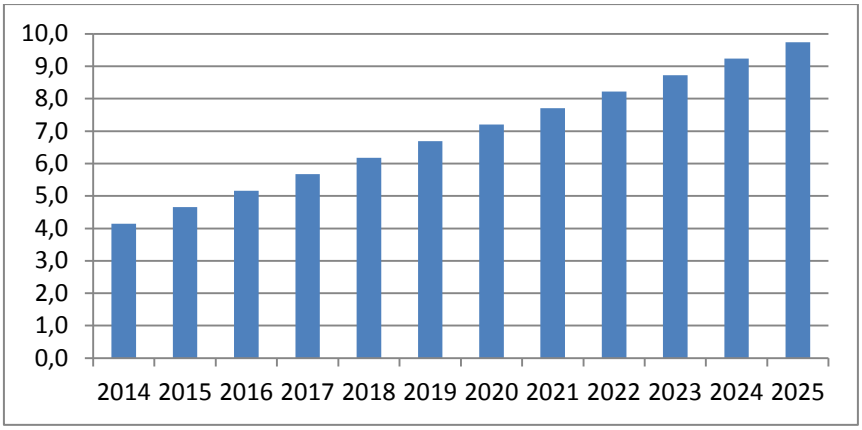
Na Rys. 8.8. przestawiony jest przebieg liczby systemów BCI uśredniony w *5*-letnim oknie czasowym. Można zauważyć w przybliżeniu liniowy trend utrzymujący się w latach 2008-2011. Przy jego liniowej ekstrapolacji w roku 2025 można by się spodziewać, że do roku 2025 powstanie ok. *80* systemów i że w roku 2025 będzie powstawało *10* systemów rocznie. Należy jednak zwrócić uwagę, że omawiany trend dotyczy przede wszystkim systemów nieinwazyjnych. Systemy takie mogą być tworzone przez stosunkowo niewielkie jednostki, często nie wymagają znacznych nakładów finansowych, które związane są z obszernymi badaniami klinicznymi koniecznymi w przypadku implantów mózgowych. Ponadto, za gwałtownym wzrostem liczby systemów BCI stoją przede wszystkim aplikacje w obszarze rozrywki (*e-entairtainment*), czyli głównie gry komputerowe. Wynika to z faktu, że jakość przekazywania informacji w tego rodzaju interfejsach jest wciąż zbyt niska, aby mogły być powszechnie stosowane w innych obszarach, w szczególności w medycynie.

Inaczej przedstawia się sytuacja w przypadku metod inwazyjnych. Tu, chociaż pojawiły się już pierwsze systemy komercyjne, jest ich jeszcze zbyt mało, aby wzrost ich liczby mógł stanowić podstawę do wnioskowania na temat przyszłych trendów. W chwili obecnej ze względu na wysoką cenę, wciąż niewystarczającą jakość komu-

nikacji oraz ryzyko powikłań zdrowotnych, inwazyjne systemy BCI pozostają nadal w fazie eksperymentalnej. Można się jednak spodziewać, że w ciągu najbliższych lat, w perspektywie roku 2020, technologia inwazyjnych systemów neurokognitywnych osiągnie poziom, przy którym opłacalne będzie jej masowe stosowanie u pacjentów, zarówno w celu przywrócenia wzroku lub słuchu, lub przynajmniej jego namiastki, jak do kontroli protez. Można się wtedy spodziewać gwałtownego upowszechnienia się tego typu systemów. Na podstawie obecnego stanu technologii, biorąc pod uwagę że w ostatnich latach przeszkodą w upowszechnianiu inwazyjnych BCI jest w większym stopniu cena, niż jakość (ta ostatnia osiąga właśnie poziom wystarczający do powszechnego stosowania w medycynie), można się spodziewać że moment gwałtownego rozwoju tej technologii nastąpi przed rokiem 2025.



Rys. 8.8. 5-letnia średnia liczby nowych systemów neurokognitywnych w latach 1997-2011 oraz prognoza na lata 2012-2014. Prognozy na dłuższy okres nie są istotne statystycznie



Rys. 8.9. Ekstrapolacja liniowego trendu liczby nowych systemów neurokognitywnych trwającego od roku 2008 do 2011 na lata 2012-2025

8.3.2. Ewolucja cech systemów neurokognitywnych

W Tab. 8.1. przedstawiono syntetycznie liczbę przetestowanych lub przeanalizowanych systemów BCI według poszczególnych kryteriów.

Tab. 8.1. Ewolucja cech BCI

Rok	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Liczba systemów do zastosowań medycznych (w tym pomoc niepełnosprawnym)	1			2		1	1						
Liczba systemów do zastosowań głównie rozrywkowych					1			1	1	1	3	3	2
Liczba systemów open source		1											
Liczba systemów do zastosowań badawczych				1		1							
Liczba systemów inwazyjnych				1		1							
Liczba systemów nieinwazyjnych	1				1		1	1	1	1	3	2	2

Zebrane dane odzwierciedlają trzy okresy rozwoju systemów BCI.

We wczesnym okresie (do roku 2005) rozwijano metody inwazyjne, co doprowadziło do powstania niewielkiej ilości systemów komercyjnych, o potencjalnym zastosowaniu praktycznym (jak np. kilka generacji implantu Dobelle'a). Jednakże możliwości tych systemów były stosunkowo niewielkie, a koszty oraz ryzyko medyczne bardzo wysokie. Można zauważyć, że zainteresowanie systemami inwazyjnymi nie powróciło do chwili obecnej (prace badawcze w zakresie inwazyjnych systemów BCI są prowadzone w wielu laboratoriach świata, co jednak nie przekłada się na gotowe produkty. Od roku 2005 wszystkie rozważne przez nas systemy oparte są o interfejsy bezinwazyjne).

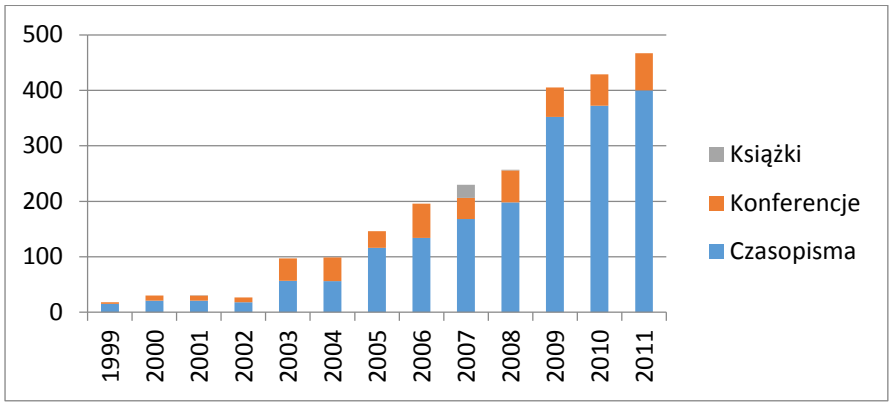
- W okresie 2006-2011 rozwijane były przede wszystkim metody nieinwazyjne, jednakże możliwości przekazu danych były wciąż zbyt niskie, stąd też możliwości zastosowań praktycznych były bardzo ograniczone. Powstało dużo prostych systemów komercyjnych o zastosowaniach wyłącznie rozrywkowych, działających w oparciu o pomiar poziomu koncentracji/zrelaksowania (jedna zmienna) użytkownika.
- Od roku 2011 zaczęły pojawiać się nieinwazyjne systemy BCI pozwalające na sterowanie urządzeniami zewnętrznymi w zakresie umożliwiającym praktyczne zastosowania. Pojawiły się więc nieinwazyjne systemy BCI przeznaczone do zastosowań medycznych.

8.3.3. Analiza trendów bibliometrycznych w zakresie systemów neurokognitywnych

W Tab. 8.2. zebrano ilości publikacji, które zostały indeksowane w reprezentatywnej dla tematyki BCI bazie IEEE Xplore. Wyniki te zilustrowane zostały na Rys. 8.10. Zauważalny jest silny trend rosnący, którego wzrost przyspieszył zwłaszcza w roku 2009. Podobną prawidłowość można zaobserwować w przypadku analiz repozytoriów Springerlink i ScienceDirect. Również prognoza (ekstrapolacja metoda trendu adaptacyjnego) na najbliższe lata wskazuje na dalszy wzrost intensywności badań naukowych w obszarze BCI, mierzonej ilością publikacji.

Tab. 8.2. Liczba publikacji dotyczących „Brain Computer Interfaces" wg IEEE Xplore

Rok	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Czasopisma	15	21	21	18	57	56	116	134	168	198	352	372	400
Konferencje	3	9	9	9	40	43	30	62	38	58	53	57	67
Książki			1						24	1			
Razem	18	30	31	27	97	99	146	196	230	257	405	429	467



Rys. 8.10. Liczba publikacji dotyczących „Brain Computer Interfaces" wg IEEE Xplore

8.4. Ewolucja technologiczna i scenariusze rozwoju systemów BCI do roku 2025

Problematyka interfejsów neurokognitywnych należała także do tematyki ankiety delfickiej przeprowadzonej w ramach projektu. Szczególnie istotne były pytania zawarte w tezie *13* dotyczącej m.in. systemów wspomagania kreatywności (CSS), gdyż każdy efektywny system CSS powinien być oparty na sprzężeniu zwrotnym, dostarczającym informacji o jego efektywności. Pomiar powinien być dokonywany w tle, bez zakłócania kreatywnej aktywności podmiotu, w optymalnym przypadku przy pomocy sys-

temów opartych na BCI. Problem ten był badany przez wielu autorów, począwszy od tradycyjnych kwestionariuszy, po testy oparte na przetwarzaniu sygnału EEG. Dotychczasowe wyniki ankiety na podstawie *43* odpowiedzi wskazują, że respondenci wydają się raczej sceptyczni, przewidując zaledwie *20*% prawdopodobieństwo, że pomiary takie będą wdrożone w ciągu najbliższych *10* lat, a ok. *30*% prawdopodobieństwo dla roku 2030.

Metodologia ankiety opracowanej przez zespół Fundacji Progress and Business nie wymaga osiągnięcia konsensusu ekspertów. Przeciwnie, zakładano że wyłonienie się dwóch lub więcej skupień w zbiorze odpowiedzi na pytanie delfickie może wskazywać, że eksperci używali różnych źródeł informacji dotyczących określonego tematu. Wiarygodność tych źródeł informacji nie jest znana a priori, co uniemożliwia ocenę *ex ante*, która z grup odpowiedzi jest bardziej realistyczna. Można zatem wnioskować o istnieniu różnych scenariuszy, zależnych od różnych wyników badań podstawowych lub rozwojowych w zakresie BCI. Analiza statystyczna odpowiedzi na pytanie 13.2d, które potwierdziło istnienie *3* scenariuszy rozwoju BCI w roku 2020, została przedstawiona w Tab. 8.3. i Tab. 8.4.

Tab. 8.3. Wyniki badania delfickiego dotyczące skumulowanego prawdopodobieństwa implementacji szeroko dostępnych systemów CSS mierzących całkowitą kreatywność użytkownika odnoszącą się do procesu uczenia w czasie rzeczywistym (pytanie 13.2d) przy pomocy BCI. Wszystkie odpowiedzi są analizowane z równymi wagami.

Wyniki	**Ocena: rok 2015**	**Ocena: rok 2020**	**Ocena: rok 2025**	**Ocena: rok 2030**
Test Shapiro Wilka	negatywny	Pozytywny	Pozytywny	pozytywny
Wartość średnia	10.8	17.229	26.571	36.571
Odchylenie standardowe	9.447	10.018	12.161	14.775
Lewe półodchylenie	5.093	6.963	12.803	15.597
Prawe półodchylenie	18.042	14.7	14.394	16.065
Mediana	5	15	20	35
1. kwintyl	2	5	10	15
2. kwintyl	5	10	16	25
3. kwintyl	10	15	30	40
4. kwintyl	27	32	47	60
Rozstęp kwintylowy	25	27	37	45
Rozstęp kwartylowy	12	16.25	27.5	32.5
Ilość skupień odpowiedzi	1	1	3	3

Źródło: badanie delfickie w ramach projektu SCETIST

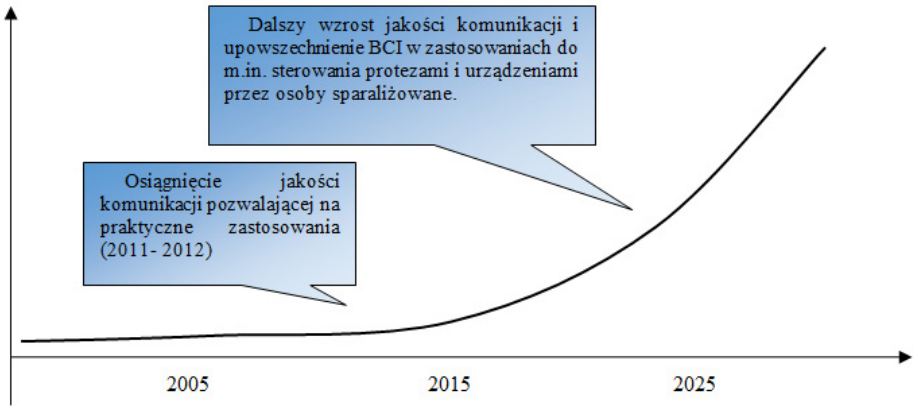
Analiza odpowiedzi może uwzględniać współczynniki wagowe przypisywane poszczególnym odpowiedziom zgodnie z własnym określeniem przez ekspertów stopnia pewności odpowiedzi, w połączeniu ze współczynnikiem kompetencji automatycznie przypisywanym przez system na podstawie rejestru publikacji, projektów i innych osiągnięć respondentów. Te same charakterystyki statystyczne, co przedstawione w Tab. 8.3., zostały obliczone dla odpowiedzi ważonych łącznym współczynnikiem wiarygodności. Są one przedstawione w Tab. 8.4.

Tab. 8.4. Wyniki badania delfickiego dotyczące skumulowanego prawdopodobieństwa implementacji szeroko dostępnych systemów CSS mierzących całkowitą kreatywność użytkownika odnoszącą się do procesu uczenia w czasie rzeczywistym (pytanie 13.2d) przy pomocy BCI. Odpowiedzi są ważone łącznymi współczynnikami wiarygodności.

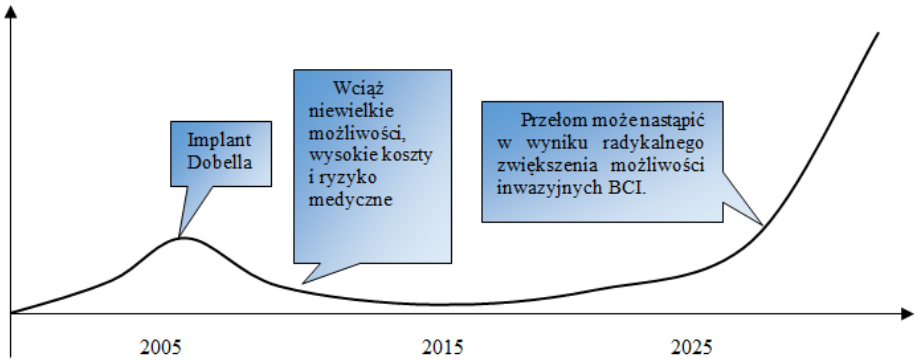
Wyniki badania	**Ocena: rok 2015**	**Ocena: rok 2020**	**Ocena: rok 2025**	**Ocena: rok 2030**
Ważona wartość średnia	9,861	16,097	24,309	32,639
Ważone odchylenie std	8,069	10,259	12,238	13,161
Ważone lewe półodchylenie	5,184	7,469	11,076	13,579
Ważone prawe półodchylenie	9,676	13,684	15,146	13,856
Ważona mediana	5	10	20	25
Ważony 1. kwintyl	1,084	4	7,42	10,35
Ważony 2. kwintyl	5	10	15	22,74
Ważony 3. kwintyl	10	15	20,325	40
Ważony 4. kwintyl	14,175	28,58	43,58	50
Rozstęp kwintylowy (IQVR)	13,09	24,58	36,16	39,65
Rozstęp kwartylowy (IQR)	8	20	25,98	30,98
Ilość skupień odpowiedzi >2	nie	nie	Tak (3)	Tak (3)

Można zaobserwować, że wartości obu rozstępów międzykwantylowych są zwykle mniejsze dla ważonych odpowiedzi przedstawionych w Tab. 8.3. niż odpowiadające im wartości z Tab. 8.4. Prawidłowość ta zachodzi dla wszystkich wartości z wyjątkiem IQR dla roku 2020. Ponadto wartości podawane przez respondentów dla roku 2015, oparte w większym stopniu na wiedzy niż na intuicji, są szczególnie skupione dla uśrednionych odpowiedzi ważonych. Jeśli w przypadku innych pytań w kwestionariuszu zachodzi odwrotna reguła, z zasady różnica między rozstępem kwartylowym dla danych ważonych i nieważonych jest stosunkowo niewielka. Istotna rozbieżność opinii ekspertów pojawia się dopiero w roku 2025, kiedy to wyróżnić można 3 skupienia odpowiedzi, które w myśl założeń przyjętej metodologii badania odpowiadają 3 scenariuszom rozwoju CSS opartych na BCI. Dyskusje panelowe z udziałem ekspertów biorących udział w ankiecie wykazały, że czynnikiem sprawczym decydującym o rozwoju systemów opartych na neuronalnych sprzężeniach zwrotnych jest właśnie rozwój interfejsów mózgowych, co oznacza, że zidentyfikowane scenariusze odnoszą się również do rozwoju BCI.

Na Rys. 8.11. przedstawiono rozwój nieinwazyjnych systemów neurokognitywnych od początku XXI wieku do roku 2025. Od ok. roku 2007 dał się zauważyć znaczący postęp w jakości komunikacji w systemach nieinwazyjnych przekazujących sygnały z mózgu w celu sterowania urządzeniami zewnętrznymi. Powstały na razie wciąż prototypowe rozwiązania pozwalające po odpowiednim treningu na sprawne kierowanie wózkiem inwalidzkim czy ramieniem robota bez stosowania metod inwazyjnych. Można przewidywać, że w ciągu kolejnych paru lat skomercjalizowane wersje tych systemów te zaczną się upowszechniać. Spadek ceny tych systemów powinien spowodować ich powszechną dostępność, gdyż jednostkowy koszt produkcji będzie niewielki, a jedyny koszt dostosowania rozwiązania „z półki" do pacjenta polega na przeprowadzeniu odpowiedniego treningu.



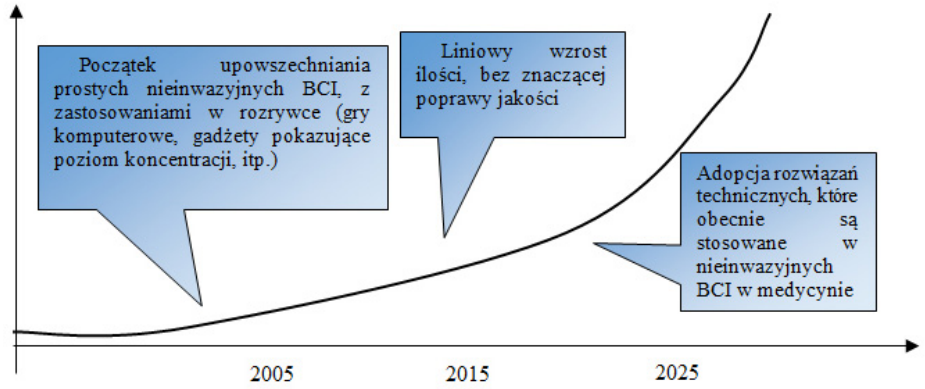
Rys. 8.11. Rozwój nieinwazyjnych systemów neurokognitywnych – zastosowania medyczne. Na osi pionowej BCI-Index dla zastosowań medycznych.



Rys. 8.12. Rozwój inwazyjnych systemów neurokognitywnych. Na osi pionowej BCI-Index dla zastosowań medycznych.

Na Rys. 8.11. przedstawiony jest rozwój nieinwazyjnych BCI zastosowanych w rozrywce, np. grach komputerowych czy gadżetach. W ostatnim dziesięcioleciu pojawiło się sporo tego rodzaju systemów, opartych zwykle o opaskę nagłowną, posiadających od jednej do kilkunastu elektrod. Liczba tego rodzaju systemów wzrasta w przybliżeniu liniowo w ostatnich latach, jednak bez jakościowej zmiany funkcjonalności. Systemy te są obecnie raczej ciekawostką bądź uzupełnieniem gier komputerowych. Można jednak przewidywać, że w ciągu następnych kilku lat nastąpi adopcja technologii bezinwazyjnych BCI stosowanych obecnie w medycynie, choć występują tu ograniczenia: wiele nieinwazyjnych BCI do zastosowań medycznych wymaga usunięcia włosów i stosowania żelu. Technologia tanich, nieinwazyjnych BCI będzie się z pewnością dynamicznie rozwijać i zapewne jeszcze przed rokiem 2025 będzie

wykorzystywana w grach komputerowych do sterowania wirtualnymi urządzeniami lub sylwetkami o kilku stopniach swobody.



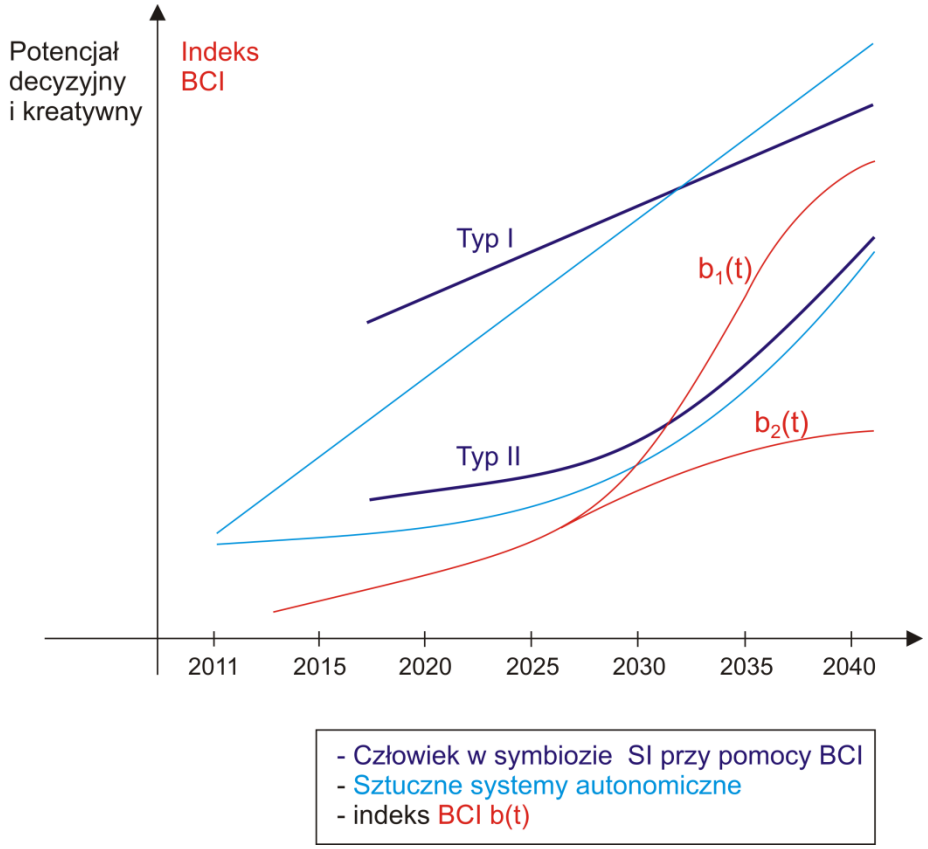
Rys. 8.13. Rozwój nieinwazyjnych systemów neurokognitywnych – zastosowania w rozrywce

Podsumowując, można stwierdzić, że zdecydowana większość respondentów ankiety delfickiej i uczestników paneli eksperckich potwierdza duże znaczenie technologii związanych z neurokognitywnymi interfejsami mózgowymi w perspektywie roku 2025, przy czym część (ok 25%) z nich uznaje znaczenie tej dziedziny badawczej, jest jednak sceptyczna co do możliwości osiągnięcia przełomowych rezultatów przed rokiem 2025. Ponadto badania bibliograficzne i patentowe wykazały istnienie istotnego powiązania pomiędzy rozwojem BCI, a postępem w autonomizacji systemów informatycznych, która przedstawiona jest na Rys. 8.13. BCI mogą mianowicie zapewnić lepszą kontrolą człowieka na nad takimi systemami, w szczególności nad robotami mobilnymi. Powyższe badania i obserwacje zwalają na sformułowanie następujących scenariuszy rozwoju BCI do roku 2025.

Scenariusz 1 (optymistyczny). Następuje dalszy szybki rozwój BCI, finansowany głownie ze względu na zastosowania medyczne i wojskowe. Podstawowe parametry techniczne BCI (por. tab.1) umożliwiają sprawna komunikację człowiek maszyna, w tym sterowanie oraz kontrolę (w sensie monitoringu i koordynacji) systemów autonomicznych, takich jak roboty mobilne. Tempo wzrostu tych parametrów jest nie mniejsze od tempa wzrostu możliwości i autonomii decyzyjnej systemów autonomicznych.

Scenariusz 2 (pesymistyczny). Występują bariery w rozwoju interfejsów neurokognitywnych, które spowalniają rozwój tej technologii: dłuższe stosowanie implantów staje się szkodliwe dla zdrowia psychicznego, w mniejszym zakresie dotyczy to też interfejsów nieinwazyjnych. Pojawiają się także bariery związane z przepustowością łączy, komunikacja człowiek – maszyna oparta na treningu daje coraz mniejszą poprawę jakości przy wzroście czasu poświęconego na trening. Sterowanie skomplikowanymi urządzeniami jest możliwe w zakresie sterowania rucho-

wego przez neurony kory ruchowej, bardziej skomplikowane polecenia wymagają komunikacji tradycyjnej. Jednocześnie systemy całkowicie autonomiczne rozwijają się szybko, a ich działanie jest doskonalsze nic systemów technicznych sterowanych przez człowieka, z włączeniem systemów sterowanych przez BCI.



Rys. 8.14. Ilustracja związku dwóch głównych scenariuszy ewolucji technologicznej interfejsów neurokognitywnych z rozwojem systemów autonomicznych

Scenariusz 3 (neutralny). Do roku 2025 osiągnięty jest znaczny postęp w rozwoju BCI, jednak nie na tyle szybki, jak wynika to z opinii optymistów, w dodatku ważne problemy medyczne, takie jak powstawanie protez wzroku, czy sterowanie robotami rehabilitacyjno-opiekuńczymi i mobilnymi rozwiązywane są wolniej niż zakładano. Wzrost rynku BCI związany jest głownie z zastosowaniami w e-rozrywce, nauczaniu (np. neuro-biofeedback) i systemach stymulujących kreatywność. Rozwój BCI i systemów autonomicznych następuje niezależnie.

8.5. **Uwagi końcowe**

Wyniki badań na temat ewolucji specjalistycznych systemów neurokognitywnych, w szczególności perspektywy rozwoju interfejsów mózg - komputer do roku 2025 przedstawione w niniejszym opracowaniu są końcowymi wnioskami z paneli eksperckich, uwzględniają uwagi i komentarze ekspertów przedstawione w ankietach delfickich oraz rezultaty dyskusji panelowych. Ponadto uwzględnione zostały wnioski ze szczegółowych opracowań wykonywanych przez ekspertów projektu we wszystkich dziedzinach objętych badaniami, tj.

1 Trendy rozwojowe i scenariusze podstawowych aplikacji, produktów i zorientowanych na użytkownika końcowego technologii społeczeństwa informacyjnego objęte Zadaniem 3 projektu.
2 Trendy rozwojowe podstawowego zaawansowanego oprogramowania objętego badaniami Zadania 4, tj. klasy oprogramowania wskazane przez interesariuszy jako najbardziej istotne dla polskiego sektora IT, zwłaszcza systemów wspomagania decyzji i kreatywności, które mogą szczególnie efektywnie współpracować z interfejsami neurokognitywnymi.
3 Wybrane w podobny sposób jak w Zad. 4 klasy systemów wizyjnych będące przedmiotem badań w Zad. 5,

Jednym z podstawowych wniosków z przeprowadzonych badań jest fakt, że liczba obszarów zastosowań BCI stale rośnie i nieogranicza się już do zastosowań medycznych. Jednym z celów opisanych tu badań foresightowych była ich identyfikacja i ustalenie kolejności ekspansji BCI. Na podstawie analizy obecnego stanu rozwoju technologii można postawić hipotezę, że w niedalekiej przyszłości pojawią się ogólnodostępne gadżety z funkcjonalnościami BCI, co spowoduje, że zastosowania takich interfejsów będą powszechne. W chwili obecnej najważniejszymi obszarami zastosowań jest jednak medycyna rehabilitacyjna, ułatwiająca lub umożliwiająca komunikację podłączonego do interfejsu pacjenta z otoczeniem, dostęp do Internetu oraz sterowanie różnorodnymi urządzeniami zewnętrznymi, w tym robotami mobilnymi dostosowanymi do transportu pacjenta. Dzięki interfejsom BCI temu osoby sparaliżowane będą mogły odzyskać samodzielność ruchową. Rozwijają się także zastosowania militarne BCI oraz e-entertainment wykorzystujący nieinwazyjne BCI, które rejestrują sygnały pochodzące z kory ruchowej w celu sterowania obiektami wirtualnymi. Specjalistyczne interfejsy mózg – komputer zapewnia też sprzężenie zwrotne w systemach wspomagania kreatywności o różnych obszarach zastosowań, związanych głownie ze wspomaganiem uczenia się.

Odbiorcami, do których kierowane są przedstawione tu wyniki i rekomendacje, są przede wszystkim polskie instytucje badawcze prowadzące badania w zakresie bezpośredniej komunikacji mózg-urządzenia techniczne oraz polskie firmy informatyczne produkujące zaawansowane oprogramowanie zwłaszcza dla urządzeń rehabilitacji i diagnostyki medycznej, a także z zakresu tzw. rozszerzonej (*enhanced*) i wspomaganej rzeczywistości (*virtual reality*).

Bibliografia Rozdziału 8

1. Bogdan M., Schroder M., Rosenstiel W. (2003). Artificial Neural Net Based Signal Processing for Interaction with Peripheral Nervous System. Proceedings of the 1st International IEEE EMBS Conference on Neural Engineering, 20-22 March 2003, pp. 134-137.
2. Buckler G.(2010). Human-machine mergers promising, but reality yet to live up to hype. CBC News, 25 May 2010. http://www.cbc.ca/news/technology/story/2010/05/10/f-buckler-neuroprosthetics-medical-technology.html.
3. Chojnowski A., Duch W. (2000). Analiza szeregów czasowych obrazów fMRI, *www.fizyka.umk.pl/publications/kmk/00bc-fmri.pdf*,2000.
4. Clausen J.: Man, machine and in between. Nature 2009, 457(26).
5. Coulombe J., Sawan M., Gervais J.F. (2007): A Highly Flexible System for Microstimulation of the Visual Cortex: Design and Implementation. IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, 1(4): 258 – 269.
6. Dobelle W.H., Mladejovsky M.G. (1974). Phosphenes produced by electrical stimulation of human occipital cortex, and their application to the development of a prosthesis for the blind. The Journal of Physiology, 243: 553-576.
7. Dobelle W.H. (2000). Artificial Vision for the Blind by Connecting a Television Camera to the Visual Cortex. ASAIO Journal, 46: 3-9.
8. Drummond K., Shachtman N. (2009): Pentagon Preps Soldier Telepathy Push. Wired, 17(5).
9. Dudek Z.T. (2003). Bezpośrednie interfejsy mózgu – BMI, Przeglad Telekomunikacyjny i Wiadomosci Telekomunikacyjne, nr 7/2003.
10. Emerging Cognitive Neuroscience and Related Technologies. National Research Council Report 2008.
11. Graimann B., Allison B., Pfurtscheller G. (2011). Brain-computer Interfaces: Non-invasive and Invasive Technologies. Springer.
12. Hammock A. (2009). "The future of brain-controlled devices". CNN 2010. Available at: http://edition.cnn.com/2009/TECH/12/30/brain.controlled.computers/index.html
13. Haselager P. et al. (2009). A note on ethical aspects of BCI. Neural Networks, 22: 1352.
14. Hochberg L.R et al. (2006). Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia. Nature, vol. 442, pp. 164–171,
15. Hochberg L.R et al. (2006). Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia. Nature, 442: 164–171.
16. Hockenberry J, (2002). The Next Brainiacs. Wired Magazine, August 2001. Available at: http://www.wired.com/wired/archive/9.08/assist_pr.html.
17. Kotler S. (2002). Vision quest. Wired, 10(9).
18. Neumann N., Kübler A. (2003). Training locked-in patients: A challenge for the use of brain computer interfaces. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 11(2): 169-172.
19. Paszkiel, S., Błachowicz, A. (przyjete do druku, 2012). Zastosowanie BCI do sterowania robotem mobilnym. Pomiary, Automatyka, Robotyka.
20. Popescu F., Blankertz B., Müller K.R. (2008). Computational Challenges for Noninvasive Brain Computer Interfaces. IEEE Intelligent Systems, 23(3): 78-79.
21. Reuderink B. (2008). Games and Brain-Computer Interfaces: The State of the Art. University of Twente report, http://doc.utwente.nl/67586/.

22. Skarzynski H., Lorens A., Piotrowska A., Skarzynski P.H. (2010): Hearing preservation in partial deafness treatment. Medical Science Monitor, 16(11): 555-562.
23. Okoń-Horodyńska E. i in. (2011). (opracowanie zbiorowe zespołu UJ): Model socjoekonometryczny społeczeństwa informacyjnego według opracowanych założeń z uwzględnieniem siły wpływu pomiędzy poszczególnymi podsystemami – Cz. I i II. Katedra Ekonomii UJ, Kraków.
24. Okoń-Horodyńska E., Wisła, R., Sierotowicz T. (2011). Evaluation of the Development Potential of the Information Society in European Union Countries on the Basis of Patent Activity in the ICT Sector. Transformations in Business and Economics, 10(2A), art. 23A.
25. Skulimowski, A.M.J. (1994). Optimal strategies for quantitative data retrieval in distributed database systems. Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Systems Engineering, Hamburg, 5-9 September 1994; IEE Conference Publication Nr 395, IEE, London; s. 389-394.
26. Skulimowski, A.M.J. (2011): Freedom of Choice and Creativity in Multicriteria Decision Making. W: T. Theeramunkong, S. Kunifuji, C. Nattee, V. Sornlertlamva¬nich (Red.) Knowledge, Information, and Creativity Support Systems: KICSS2010 Revised Selected Papers, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), Vol. 6746, Springer, Berlin; Heidelberg, (2011), s. 190—203.
27. Skulimowski, A.M.J. (2012a): Discovering Complex System Dynamics with Intelligent Data Retrieval Tools. W: Zhang, Y. et al. (eds.): Sino-foreign-interchange workshop on Intelligent Science and Intelligent Data Engineering IScIDE 2011, Xi'an, China, Oct. 23-26, 2011, Lecture Notes in Computer Science, 7202, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 614-626.
28. Skulimowski, A.M.J. (2012b). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Processes. *Int. J. Systems Sci.* (iFirst - artykuł opublikowany online 4.5.2012, przydział do t.45 potwierdzony przez Wydawcę) DOI:10.1080/00207721.2012.670308
29. Strona internetowa projektu SCETIST: http://www.ict.foresight.pl (dostęp 03.2013).
30. The AudeoSensor User's Guide. Ambient Corporation Report, rev. 12.02.2009, http://www.theaudeo.com/AudeoSensor-Manual_12022009.pdf
31. Winters J.: Communicating by Brain Waves. Psychology Today, May 1, 2003, https://www.psychologytoday.com/articles/200305/communicating-brain-waves [dostęp 03'2013]

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono modele ewolucji technologicznej specjalistycznych systemów neurokognitywnych i wizyjnych w medycynie oraz perspektywy ich rozwoju do roku 2025. Systemy neurokognitywne charakteryzują się działaniem naśladującym działanie ludzkiego mózgu i mogą być wykorzystywane do zadań wymagających od maszyny pewnego rodzaju inteligencji. Przez systemy wizyjne w niniejszym opracowaniu będziemy rozumieć systemy zawierające moduły zaawansowanego przetwarzania obrazu, pozwalające np. na jego automatyczne rozpoznawanie. Interfejs mózg-komputer (*brain-computer interface*, *BCI*, *brain-machine interface*) polega na bezpośrednim przepływie informacji pomiędzy mózgiem a urządzeniami zewnętrznymi. Głównym obszarem zastosowań systemów BCI jest medycyna. Niniejsze opracowanie przedstawia potencjalne zastosowania BCI, w szczególności: metody sterowania urządzeniami zewnętrznymi na podstawie aktywności mózgu oraz metody przekazywania sygnału z protez narządów zmysłów (głównie wzroku) bezpośrednio do mózgu. oraz analizę trendów rozwojowych tejże technologii. Przedstawiliśmy także scenariusze rozwoju BCI do roku 2025.

Słowa kluczowe: Specjalistyczne systemy neurokognitywne, Systemy wizyjne, Interfejs mózg-komputer, Scenariusze

Metody badań delfickich w foresighcie technologii społeczeństwa informacyjnego

9

Andrzej M.J. Skulimowski,
Dariusz Kluz

9.1. **Ankiety delfickie**

Podstawowym celem badań delfickich w foresighcie technologicznym jest uzyskanie bezpośrednio od ekspertów informacji niedostępnych w powszechnie dostępnych źródłach, w tym także weryfikacja danych i ocen uzyskanych w inny sposób. Metoda ta, opracowana w Rand Corporation (Dalkey, Helmer-Hirschberg, 1963) w latach 50. XX wieku stosowana jest powszechnie w badaniach foresightowych i we wspomaganiu decyzji, zwłaszcza przy wielu konfliktowych kryteriach. Badania delfickie są często interdyscyplinarne, realizowane w odrębnych polach badawczych, zwanych dalej „Działami ankiety". W foresighcie technologicznym badane są także uwarunkowania ekonomiczne, aspekty ekologiczne i społeczne - każdemu polu badawczemu odpowiada dział kwestionariusza. Tezy ściśle interdyscyplinarne są włączone do odrębnego działu. Polom badawczym odpowiadają panele tematyczne.

Standardowy kwestionariusz ankiety delfickiej składa się z reguły z *20-200* pytań zorganizowanych w działach tematycznych po *10-30* pytań i w postaci tez technologicznych, ekonomicznych lub socjologicznych przeznaczonych do weryfikacji. Każdy dział odpowiada potencjalnej specjalizacji eksperta, każde pytanie lub teza związana jest z określonym trendem, zdarzeniem, priorytetem badawczym, kierunkiem rozwoju itp. Respondenci mogą wybierać działy lub tezy, które odpowiadają ich kompetencjom, jednak wewnątrz wybranej tezy powinni ustosunkować się do wszystkich pytań. Nie oznacza to jednak konieczności odpowiedzi na wszystkie pytania, gdyż w złożonej strukturze tez istnieje opcja odpowiedzi „nie mam zdania", która może być wybrana w przypadku braku wiedzy lub wystarczających kompetencji eksperta w danym temacie.

Charakterystyczną cechą metody delfickiej jest jej wielorundowość. Badanie jest najczęściej 2- lub 3-rundowe, istnieje jednak wariant metody zwany *real-time Delphi* umożliwiający wielokrotną korektę swoich opinii przez ekspertów i niepodzielony na rundy (Gordon, Pease, 2006), jak również systemy wielorundowe, bez wstępnego ograniczenia liczby rund. Każda kolejna runda badania ma na celu:

- Weryfikację wyników rundy poprzedniej poprzez udostępnienie jej wyników ekspertom biorącym udział w kolejnej rundzie i zadanie identycznych pytań; dotyczy to z reguły tylko tych pytań, na które odpowiedzi były niejednoznaczne lub - w przypadku odpowiedzi skwantyfikowanych – charakteryzujących się dużym odchyleniem standardowym.
- Doprecyzowanie poprzednio uzyskanych wyników – poprzez zadanie bardziej szczegółowych pytań, w tym próśb o uzasadnienie, wskazanie przyczyn itp.
- Uzupełnienie i aktualizację badanej problematyki o pytania, które pojawiły się w trakcie trwania poprzedniej rundy, lub zostały omyłkowo pominięte.

Ponadto wiarygodność kolejnych rund zwiększa się dzięki filtracji zbioru ekspertów (kolejne rundy odbywają się bez udziału osób udzielających odpowiedzi niewiarygodnych). Rolę ostatniej rundy badania delfickiego pełni często dyskusja panelowa, której rezultatem są syntetyczne eseje podsumowujące każdy z działów ankiety delfickiej.

Przebieg badania można przedstawić w następujący sposób:

- W odniesieniu do każdej z tez zadawanych jest kilka lub kilkanaście (a czasem więcej) standardowych pytań, dotyczących m.in.:
  - możliwego czasu realizacji wdrożenia,
  - prawdopodobieństwa realizacji dla różnych możliwych terminów,
  - innowacyjności, istotności,
  - ograniczeń i potencjalnych trudności, które mogą wystąpić przy wdrażaniu technologii,
  - dostępnej infrastruktury badawczo-rozwojowej,
  - pozycji konkurencyjnej technologii, gałęzi przemysłu lub produktu na tle innych krajów,
  - społecznych i ekologicznych aspektów wdrożenia technologii, w tym wpływu na wzrost lub spadek zatrudnienia.
- Respondenci mogą wskazywać powiązania tez, tj. warunkować spełnienie tezy wcześniejszym spełnieniem (lub nie) innych tez znajdujących się w kwestionariuszu; można również dopuścić możliwość definiowania zdarzeń warunkujących w sposób swobodny.
- W trakcie kolejnej rundy respondentom prezentowane są:
  - zbiorcze odpowiedzi z pierwszej rundy oraz odpowiedź własna – respondent może utrzymać swoją opinię lub zmienić ją pod wpływem opinii innych;
  - respondenci nie znają odpowiedzi konkretnych osób, lecz znają skład zespołu ekspertów poprzedniej rundy, określonym osobom przypisują współczynniki wiarygodności (od 0 do 1 lub „nie wiem") w ustalonych działach tematycznych;
  - wybrani respondenci o dużej wiarygodności weryfikują anonimowe konkretne ankiety (wybrane działy).

Celem analizy wiarygodności jest identyfikacja tych odpowiedzi, które – pomimo ewentualnie małej reprezentatywności, lub nawet skrajności, najlepiej odpowiadają stanowi faktycznemu.

9.2. **Metody badań delfickich w foresighcie technologii społeczeństwa informacyjnego**

Badanie delfickie w projekcie SCETIST realizowane było w czterech głównych polach badawczych, którym odpowiadały trzy działy ankiety. Ze względu na interdyscyplinarność tematyki i pokrywanie się pól zastosowań, systemy eksperckie i wspomagania decyzji (pole badawcze Zadania 4) oraz systemy wizyjne i neurokognitywne (pole badawcze Zadania 5) włączone były do Działu II ankiety, którego wyniki podane są w Rozdziałach 11 i 12 niniejszej monografii. Dla analizy delfickiej w foresighcie technologii społeczeństwa informacyjnego określono następujące cele szczegółowe:

- Identyfikacja priorytetowych trendów rozwoju technologicznego w celu zwiększenia konkurencyjności polskiego podsektora produkcji zaawansowanego oprogramowania, a w konsekwencji całego sektora IT;
- Dostarczenie informacji do modelu socjo-ekonometrycznego,
- Analiza trendów i konstrukcja scenariuszy technologicznych,
- Ustanowienie trwałej bazy wiedzy eksperckiej w zakresie foresightu IT, złożonej z najbardziej kompetentnych i zaangażowanych ekspertów biorących udział w badaniu Delphi.

Badanie realizowane było techniką ankiety internetowej on-line. Ze względu na złożoną strukturę ankiet (pytania warunkowe) możliwe, lecz utrudniające późniejszą analizę, było zastosowanie ankiety przesyłanej w postaci pliku. Zastosowana metoda polegała na dwukrotnym badaniu ankietowym grupy ekspertów. Drugie (i kolejne) badanie mogło ograniczać się do wybranego w określony sposób podzbioru ekspertów uczestniczących w rundzie poprzedniej. Zgodnie z planem przeprowadzono badanie na próbie ponad *100* respondentów (łącznie *102* osoby), przy czym podzbiory respondentów odpowiadających na pytania różnych działów, a nawet tez, były istotnie różne.

Eksperci wypełniali złożoną ankietę on-line, w której:

- weryfikowali zadane hipotezy (tzw. tezy delfickie),
- wypowiadali się na temat zdarzeń o charakterze subiektywnym, tj. nie podlegającym opisowi w postaci modeli ilościowych, dotyczących punktów bifurkacyjnych trendów i scenariuszy, zwłaszcza decyzji podejmowanych w oparciu o nieznane przesłanki,
- określali wartości kluczowych parametrów, prawdopodobieństwa zdarzeń itp., które zostały następnie użyte w modelach prognostyczno-scenariuszowych,
- formułowali prognozy na temat przyszłego rozwoju danej dziedziny w perspektywie czasowej 15-20 lat, w szczególności określali horyzonty czasowe i prawdopodobieństwa zajścia wskazanych zdarzeń technologicznych lub naukowych, opisywali rozwój technologii i badań, określali czynniki wzrostu,
- wypowiadali syntetyczne sądy na temat trendów i zdarzeń, które są sumą niesformalizowanych przemyśleń i całokształtu wiedzy danego eksperta.

Zgodnie z planem realizacji badania określonym w Studium Wykonalności projektu SCETIST, przeprowadzono dwie rundy badań delfickich. Rezultaty badań pierwszej rundy zostały starannie przeanalizowane by wykryć ewentualne luki oraz zidentyfikować nowe problemy, które pojawiły się w trakcie badań pierwszej rundy. Ponadto przeformułowane zostały niektóre pytania ankiety w ten sposób, by doprecyzować tezy, gdzie respondenci zgłaszali trudności w odpowiedzi lub gdzie rozbieżność odpowiedzi była największa. Druga runda skierowana była do tych respondentów, którzy w sposób najpełniejszy wypełnili ankietę pierwszej rundy. Wszystkie tezy okazały się istotne, zatem w drugiej rundzie ankieta składała się z takiej samej ilości tez jak ankieta pierwszej rundy.

Właściwa ankieta delficka (rundy I, II itp.) była poprzedzona prostym badaniem eksploracyjnym w formie ankiety on-line, mającym na celu określenie problematyki

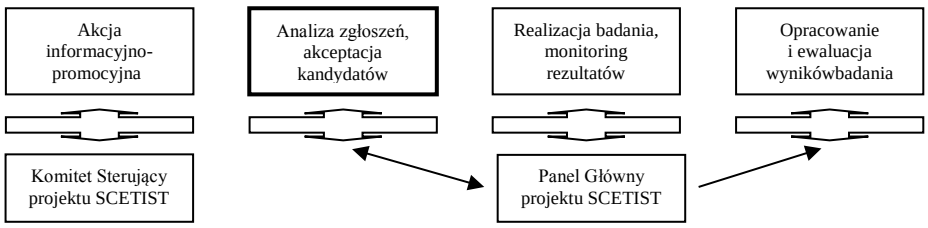
badania właściwego z punktu widzenia jego interesariuszy (tzw. runda 0). Ankieta ta została zaprojektowana i zrealizowana, jako prosty formularz wypełniany najczęściej przez reprezentantów firm zainteresowanych wynikami Projektu, w tym uczestników konferencji i seminariów związanych z Projektem oraz drogą elektroniczną.

Podsumowanie kolejnych etapów badania stanowiły dyskusje panelowe poświęcone m.in. problemom modelowania rozwoju społeczeństwa informacyjnego oraz metodologii foresightu oraz dyskusje panelowe podsumowujące badania delfickie w poszczególnych polach badawczych. Celem tych dyskusji było również opracowanie scenariuszy rozwoju badanych technologii. Badanie delfickie uzupełniane było przez inne sposoby pozyskiwania wiedzy eksperckiej, takie jak warsztaty, „burze mózgów", badania literaturowe, inwentaryzacja produktów i technologii IT, pogłębione analizy eksperckie itp.

9.3. **Zasady formułowania problematyki badań delfickich i wyboru ekspertów do badań**

Pytania ankiety zostały opracowane przez członków Paneli Tematycznych, na podstawie wyników wstępnego badania potrzeb i istotności problemów, w ramach wspomnianej wyżej rundy zerowej. Zostały one następnie zatwierdzone przez Panel Główny projektu.

Skuteczna rekrutacja respondentów badania trendów wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego i ich oddziaływań ekonomicznych, społecznych i środowiskowych wymaga przeprowadzenia odpowiedniej akcji informacyjnej w celu dotarcia do różnych grup docelowych, zwłaszcza ze środowisk pozaakademickich. Cele projektu były wymienione w ogłoszeniach na stronie internetowej projektu i w zaproszeniach do udziału w badaniach wysyłanych do kandydatów na ekspertów.



Rys. 9.1. Schemat zarządzania zasobami eksperckimi w procedurze badań delfickich projektu SCETIST

W celu zapewnienia efektywności procesu rekrutacji ekspertów stworzono aplikację internetową do zarządzania listami emailowymi, umożliwiającą także późniejszą rejestracje i weryfikację kandydatów. Jako wzór przyjęto system zgłoszeń kandydatów na ewaluatorów 7. Programu Ramowego UE użytkowany przez Komisję Europejską. Zaproszenia do udziału w badaniu delfickim, a w perspektywie także z możliwością udziału w innych komponentach badań foresightowych wysłane zostały m.in. do

wszystkich członków Polskiego Towarzystwa Informatycznego (PTI), uczestników konferencji krajowych i międzynarodowych z zakresu tożsamego z tematyką projektu odbywających się w Polsce, do wszystkich instytutów badawczych i jednostek organizacyjnych uczelni wyższych z tego samego zakresu i in. Ogółem w systemie zarejestrowało się *280* osób, z czego ponad *100* przystąpiło do wypełniania ankiety. Ocena kandydatów, przez członków Panelu Głównego lub ekspertów Komitetu Sterującego polegała na weryfikacji specjalności naukowej kandydata, prawdziwości podanych danych, ponadto ocenianych może być np. *5* najlepszych publikacji. Kandydaci zweryfikowani pozytywnie zostali wpisani do rejestru aktywnych ekspertów. Przed przystąpieniem do badania wszyscy kandydaci musieli wyrazić zgodę na przetwarzanie ich danych osobowych do celów związanych z realizacją Projektu.

Na podstawie danych rejestracyjnych oraz biorąc pod uwagę samoocenę ekspertów, określane były także ich współczynniki wiarygodności, $\varphi_i \in [0,1]$, które służyły następnie do optymalizacji wyników obliczeń statystycznych. W związku z tym zastosowane zostały metody obliczeń statystycznych oraz metody klasteryzacji odpowiedzi uwzględniające współczynniki wagowe. Sposób obliczania średnich ważonych współczynnikami wiarygodności podany jest w dalszej części niniejszego rozdziału. Aktualizacja tych współczynników była dokonywana po zakończeniu każdej rundy badań.

9.4. **Implementacja systemu wspomagającego badania delfickie**

Moduł ankiet delfickich został zaimplementowany na stronie ict.foresight.pl na potrzeby projektu „Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025". Opracowane zostały trzy działy badania:

1. Podstawowe trendy Społeczeństwa Informacyjnego.
2. Systemy eksperckie, wspomagania decyzji (SWD), rekomendery i wybrane zagadnienia systemów neurokognitywnych i wizyjnych.
3. Informatyka kwantowa.

Dział 1 badania składał się z *13* pytań dotyczących podstawowych trendów Społeczeństwa Informacyjnego (Rys. 9.2.), natomiast działy 2 (*166* pytań) i 3 (*96* pytań) składają się z tez zawierających szczegółowe pytania dotyczące badanych zagadnień.

Poniżej podajemy wykaz tez dla działu „Systemy eksperckie, wspomagania decyzji (SWD), rekomendery i wybrane zagadnienia systemów neurokognitywnych" (por. Rys. 9.3). W II. rundzie tezy nie uległy zmianie.

1. Nastąpi dalszy rozwój i zwiększenie zakresu zastosowań SWD.
2. Nastąpi rozwój rynku komercyjnego oprogramowania SWD.
3. Nastąpi rozwój rynku SWD w Polsce.
4. Do roku 2025 powstaną nowe metody sztucznej inteligencji stosowane w SWD.
5. Powstaną nowe modele i metody teoretyczne, które będą stosowane w projektowaniu SWD.

6. Do roku 2025 powstaną SWD zapewniające lepsze dopasowanie algorytmów wspomagania decyzji do neuronalnych mechanizmów decyzyjnych.
7. Powstaną kognitywne modele preferencji modelujące procesy decyzyjne w sposób bardziej adekwatny.
8. Nastąpi rozwój systemów eksperckich, zwłaszcza SWD w chmurze
9. Perspektywy kontynuacji trendów rozwojowych systemów mHealth i medycznych SWD
10. Nastąpi dalszy rozwój zastosowań SWD w finansach
11. Perspektywy integracji baz wiedzy, systemów eksperckich i SWD
12. Perspektywy rozwoju systemów regułowych
13. Problemy kreatywności w projektowaniu systemów eksperckich, SWD i podejmowaniu decyzji
14. Pojawią się nowe technologie, trendy, zdarzenia i nowe zjawiska społeczne, które będą mieć znaczący wpływ na trendy opisane w pytaniach do poprzednich tez.

Ankiety Delfickie

Podstawowe trendy Społeczeństwa Informacyjnego

Globalne trendy technologiczne, ekonomiczne i społeczne oraz bariery rozwojowe, potencjalne problemy i wyzwania mające wpływ na rozwój SWD i systemów eksperckich

Lp.	Określenie trendu	Stan obecny	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Stan w roku 2030	Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia prognoz (min. 30 znaków)
1.	Globalny PNB (2011=100%)						
2.	PNB w Polsce (2011=100%)						
3.	Udział sektora ICT w PNB (w%) - świat	%	%	%	%	%	
4.	Udział sektora ICT w PNB (w%) - Polska	%	%	%	%	%	
5.	Wartość rynku oprogramowania - kraje OECD (w %, 2011=100%)	%	%	%	%	%	
6.	Wartość rynku oprogramowania - Polska (w mld PLN)						
7.	Globalna liczba użytkowników internetu (w mln)						
8.	Ilość informacji powszechnie dostepnej poprzez przeglądarki i wyszukiwarki internetowe - w Exabyte'ach (10^{18}B)						
9.	Roczna globalna transmisja danych - w Exabyte'ach (10^{18}B)						
10.	Procentowy udział osób mających regularny dostęp do internetu w Polsce (w domu, w szkole lub w pracy)	%	%	%	%	%	
11.	Roczne globalne nakłady na naukę (w mld dolarów - bez uwzględniania inflacji)						
12.	Roczne globalne nakłady na naukę (w %, 2011=100%)						
13.	Nakłady na badania naukowe w Polsce (w %PKB)						

Rys. 9.2. Pytania działu „Podstawowe trendy Społeczeństwa Informacyjnego”

W dziale III „Informatyka kwantowa” analizowane były zagadnienia:

1. Skalowane pamięci kwantowe.
2. Do roku 2025 powstaną algorytmy kwantowe na ponad 50 qubitów logicznych z korekcją błędów.

3. Rozwój i zastosowanie symulatorów kwantowych symulujących problemy naukowe.
4. Powstanie globalnych systemów dystrybucji splątania, satelitarna łączność kwantowa.
5. Systemy kryptografii kwantowej na 1000 km, wielowęzłowe sieci kwantowe.
6. Aukcje kwantowe.
7. Komercyjne gry kwantowe.
8. Możliwości praktycznego zastosowania algorytmu Grovera w analizie danych.

Analiza zagadnień Działu III zamieszczona jest w odrębnym opracowaniu (Winiarczyk i in., 2012).

Ankiety Delfickie

Systemy eksperckie, wspomagania decyzji (SWD), rekomendery i wybrane zagadnienia systemów neurokognitywnych

Tezy		
1. Nastąpi dalszy rozwój i zwiększenie zakresu zastosowań SWD	100%	
2. Nastąpi rozwój rynku komercyjnego oprogramowania SWD	100%	
3. Nastąpi rozwój rynku SWD w Polsce	100%	
4. Do roku 2025 powstaną nowe metody sztucznej inteligencji stosowane w SWD	100%	
5. Powstaną nowe modele i metody teoretyczne, które będą stosowane w projektowaniu SWD (inne niż wymienione w tezie 4)	100%	
6. Do roku 2025 powstaną SWD zapewniające lepsze dopasowanie algorytmów wspomagania decyzji do neuronalnych mechanizmów decyzyjnych	100%	
7. Powstaną kognitywne modele preferencji modelujące procesy decyzyjne w sposób bardziej adekwatny	100%	
8. Nastąpi rozwój systemów eksperckich, zwłaszcza SWD w chmurze.	100%	
9. Perspektywy kontynuacji trendów rozwojowych systemów mHealth i medycznych SWD	100%	
10. Nastąpi dalszy rozwój zastosowań SWD w finansach	100%	
11. Perspektywy integracji baz wiedzy, systemów eksperckich i SWD	83.33%	
12. Perspektywy rozwoju systemów regułowych	100%	
13. Problemy kreatywności w projektowaniu systemów eksperckich, SWD, i podejmowaniu decyzji	75%	
14. Pojawią sie nowe technologie, trendy, zdarzenia i nowe zjawiska społeczne, które będą mieć znaczący wpływ na trendy opisane w pytaniach do poprzednich tez	100%	

Rys. 9.3. Tezy działu „Systemy eksperckie, wspomagania decyzji (SWD), rekomendery i wybrane zagadnienia systemów neurokognitywnych i wizyjnych.

Przed rozpoczęciem odpowiedzi na pytania respondenci ankiety delfickiej podają dla każdego z działów stopień znajomości danego zagadnienia poprzez wypełnienie dwustopniowego formularza, w którym określa się poziom wiedzy na dany temat (specjalista – naukowiec, specjalista praktyk, specjalista naukowiec oraz praktyk, dopiero zapoznaję się z tymi zagadnieniami) oraz podaje dodatkowe informacje uściślające poprzedni wybór.

Na podstawie udzielonych przez użytkowników odpowiedzi obliczany jest współczynnik samooceny. Współczynnik samooceny nie może być wyższy niż współczynnik wiarygodności obliczony na podstawie analizy danych rejestracyjnych i ewaluacji odpowiedzi rundy poprzedniej. W związku z tym wyznaczana jest wartość minimalna obu współczynników. Administrator systemu ankiet ma możliwość nadania poszczególnym ekspertom dodatkowych współczynników kompetencji – osobny dla każdego działu ankiety - na podstawie analizy i weryfikacji odpowiedzi rundy poprzedniej. Współczynniki te wykorzystywane są podczas wykonywania obliczeń statystycznych na wartościach ilościowych lub skonwertowanych odpowiedzi podanych przez ekspertów.

Rys. 9.4. Formularz samooceny ekspertów wypełniających ankietę delficką

Pytania ankiet delfickich odnoszące się do poszczególnych zagadnień wymienionych wyżej mają charakter złożony i zawierają zarówno elementy strukturyzowane (np. pola wyboru), ilościowe, jak i możliwość wpisywania narracyjnych uzasadnień w polu „Uwagi, wyjaśnienia ..". Ankieta jest z zasady anonimowa, tzn. analizowany jest zbiór wypowiedzi, a nie poszczególne głosy ekspertów, jednak respondenci przystępując do ankiety wyrażają zgodę na cytowanie swoich opinii wyrażonych w narracyjnych uzasadnieniach poszczególnych tez.
Standardowe pytania ankiety delfickiej posiadają strukturę tabelaryczną, użytkownicy podają swoje odpowiedzi w kolumnach odpowiadających prognozowanym wartościom w danym przedziale czasowym. Ze względu na strukturę prezentacji pytania ankiety można podzielić na następujące kategorie (typy):

Tab. 9.1. Typ 1 pytania – pytanie proste (składające się z jednego wiersza tabeli)

	Stan obecny	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030	Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia prognoz	Stopień pewności odpowiedzi
Pytanie	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	komentarz	pole wyboru

Tab. 9.2. Typ 2 – pytanie nadrzędne posiadające podpytania

	Stan obecny	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030	Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia prognoz	Stopień pewności odpowiedzi
Pytanie							
Podpyta - nie	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	komentarz	pole wyboru

Typ 3 – podpytanie (podobnie jak typ 1 składa się z jednego wiersza tabeli, lecz przyporządkowane jest do pytania nadrzędnego).

Tab. 9.3. Typ 4 – pytanie zawierające wiersze dodawane przez użytkownika (w panelu administracyjnym istnieje możliwość zdefiniowania maksymalnej liczby wierszy dodawanych przez użytkowników)

	Stan obecny	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030	Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia prognoz	Stopień pewności odpowiedzi
Pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	pole odpowiedzi	komentarz	pole wyboru
+ dodaj							

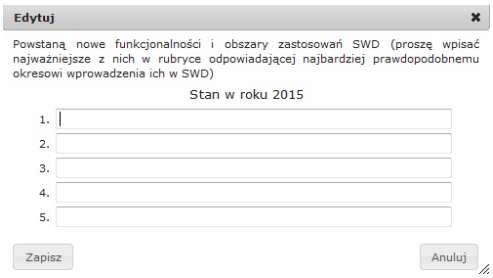
Tab. 9.4. Typ 5 – pytanie zawierające podpytania oraz możliwość dodawania nowych wierszy przez użytkownika (podobnie jak w przypadku poprzednim istnieje możliwość zdefiniowania liczby wierszy dodawanych przez użytkownika)

	Stan obecny	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030	Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia prognoz	Stopień pewności odpowiedzi
Pytanie							
Podpyta - nie	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**komentarz**	**pole wyboru**
Pole odpowiedzi	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**pole odpowiedzi**	**komentarz**	**pole wyboru**
+ dodaj							

Typ 6 – pytanie o strukturze pojedynczej odpowiedzi (niezwiązane z kolumnami tezy).

Tab. 9.5. Typ 7 pytania – tabela powiązań (odpowiedzi użytkownika z określonych dwóch pytań łączone są w macierz w której istnieje możliwość określenia powiązań lub zależności pomiędzy tymi odpowiedziami)

odpowiedzi pytania 1	odpowiedzi pytania 2			
	odpowiedź 2 a	odpowiedź 2 b	odpowiedź 2 c	odpowiedź 2 d
odpowiedź 1 a	pole powiązania	pole powiązania	pole powiązania	pole powiązania
odpowiedź 1 b	pole powiązania	pole powiązania	pole powiązania	pole powiązania
odpowiedź 1 c	pole powiązania	pole powiązania	pole powiązania	pole powiązania

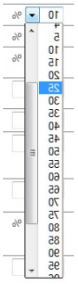


Rys. 9.5. Przykład komórek pola tekstowego ankiety dla pytania typu 7

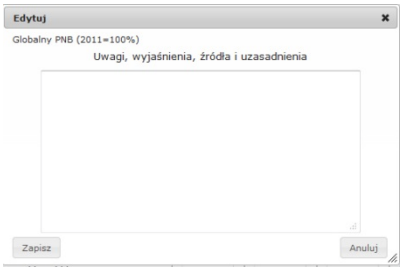
Każda komórka tabeli ankiety zawiera jedno z pól odpowiedzi, które można podzielić na następujące typy:

- Pole tekstowe – pole umożliwiające podanie jednej lub kilku odpowiedzi na zadane pytanie
- Pole numeryczne – pozwalające na wpisanie tylko dodatnich wartości liczbowych

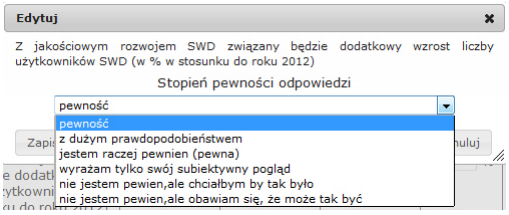
- Pole procentowe – lista rozwijana pozwalająca na wybór dostępnych wartości procentowych dla odpowiedzi



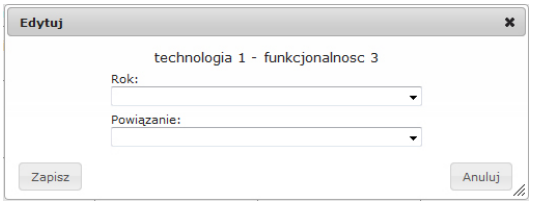
- Pole „Uwagi. Wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia prognoz” – pole tekstowe do wpisywania dłuższych komentarzy



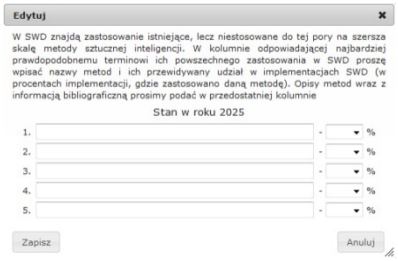
- Pole „Stopień pewności odpowiedzi” – lista wyboru ze zdefiniowanymi stopniami pewności odpowiedzi:
  - pewność
  - z dużym prawdopodobieństwem
  - jestem raczej pewien (pewna)
  - wyrażam tylko swój subiektywny pogląd – wartość domyślna
  - nie jestem pewien/pewna, ale chciał(a)bym, by tak było
  - nie jestem pewien/pewna, ale obawiam się że może tak być



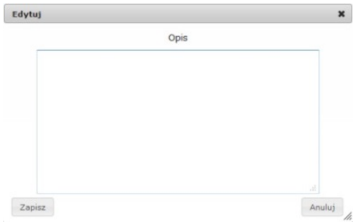
- Pole powiązań – występuje w pytaniach typu „tabela powiązań” – składa się z dwóch list wyboru określających rok oraz rodzaj powiązania odpowiedzi (konieczna, pomocna, jedna z alternatywnych, może być pomocna, nie dotyczy)



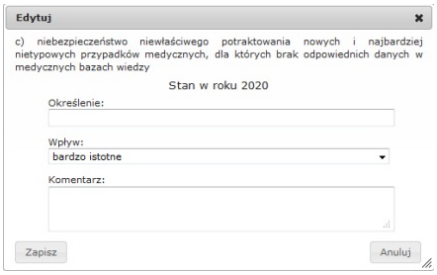
- Pole tekstowe powiązane z polem procentowym – pozwala na podanie odpowiedzi tekstowej i określenie dla niej wartości procentowej.



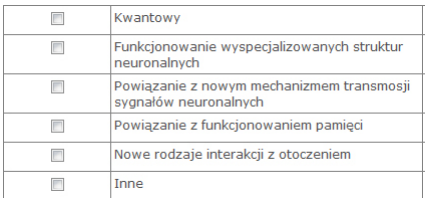
- Pole opisowe – pole tekstowe służące do podawania dłuższych opisów



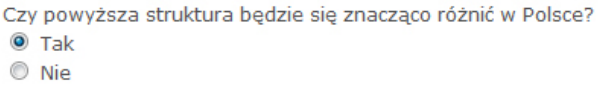
- Pole tekstowe powiązane z listą wyboru oraz polem umożliwiającym komentarz.



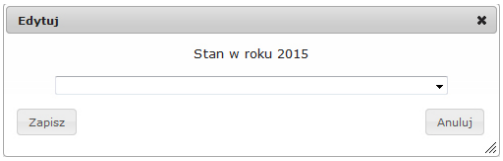
- Pole wyboru – umożliwia wybór kilka spośród podanych gotowych odpowiedzi



- Pole opcji – umożliwiające wybór tylko jednej z podanych odpowiedzi

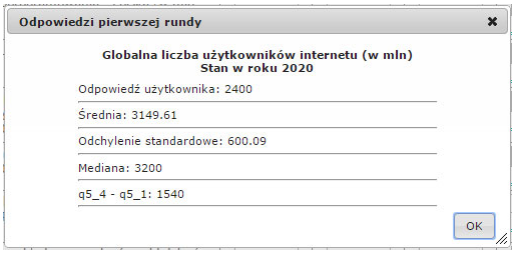


- Lista wyboru – pole zawierające pojedynczą listę rozwijalną



Po wypełnieniu przez respondentów pierwszej rundy ankiety delfickiej i zatwierdzeniu odpowiedzi przez ekspertów projektu w panelu administracyjnym, użytkownik ma możliwość przejścia do następnej rundy badania delfickiego, w której może

udzielić kolejnej odpowiedzi na dane pytanie porównując swoją wcześniejszą odpowiedź z obliczonymi przez system wynikami poprzedniej rundy:



Rysunek 9.6. Przykład informacji o wynikach pierwszej rundy widocznych dla respondenta rundy II.

9.5. **Analiza wyników ankiet**

Szczegółowa analiza wyników badań dokonana została przez ekspertów paneli tematycznych. Statystyczna analiza odpowiedzi na ankiety delfickie oparta została na metodach statystyki opisowej. Dokonano estymacji m.in. wartości oczekiwanych i odchyleń i semiodchyleń standardowych oraz median, kwartyli i kwintyli. W związku z tym, że celem naczelnym foresightu jest wykrycie zdarzeń i trendów nieoczekiwanych, których parametry sytuują się poza średnimi i artykułowane są przez stosunkowo nieliczne grono ekspertów, analiza statystyczna może służyć jedynie do scharakteryzowania przyszłych uwarunkowań dynamiki wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego i do konstrukcji scenariuszy. Jak wykazują wyniki badania przedstawione w rozdziałach 10 - 12, uwzględnienie współczynników wiarygodności poprawia jakość rezultatów, umożliwiając wskazanie grupy respondentów o lepszym dostępie do informacji źródłowej.

Aby należycie wykorzystać informacje pozyskane podczas analiz delfickich, konieczne było zastosowanie jednej lub kilku z następujących metod przetwarzania wyników podawanych w postaci symbolicznej lub deskryptywnej:

- Weryfikacja odpowiedzi ilościowych dokonywana przez ekspertów panelu Głównego. Dopuszczalną formą weryfikacji jest wyłącznie korekta oczywistych pomyłek respondentów, np. podanie wartości *1000000* zamiast *1* w odpowiedzi na pytanie o ilość serwerów w mln sztuk.
- Weryfikacja komentarzy, która może skutkować usunięciem całej odpowiedzi w przypadku komentarza lub uzasadnienia w oczywisty sposób niezwiązanego z tematyką badania.
- Przypisanie poszczególnym deskryptywnym odpowiedziom ekspertów wartości liczbowych, po czym obliczenie średnich ważonych współczynnikami wiarygodności, a następnie powrót do oceny deskryptywnej poprzez znalezienie deskryptora najbliższego obliczonej wartości liczbowej.

- Konstrukcja złożonych wskaźników ilościowych na podstawie odpowiedzi (wymagana może być wcześniejsza konwersja wybranego wariantu z pola wyboru na wartość liczbową) na poszczególne pytania tezy lub na podstawie odpowiedzi na grupę pytań. Odpowiedzi mogą być ważone współczynnikami wiarygodności.
- Analiza statystyczna odpowiedzi ilościowych i skonwertowanych na liczbowe (zakres tej analizy podany jest dalej).
- Analiza statystyczna i określenie trendów logistycznych dla dystrybuant rozkładu prawdopodobieństwa zajścia pewnego zdarzenia w przyszłości, gdy eksperci odpowiadali na pytanie typu: „Jakie jest prawdopodobieństwo, że zdarzenie X zajdzie najpóźniej w roku 2015/2020/2025 lub po roku, 2025 lecz przed 2030".

Analiza statystyczna odpowiedzi zawiera obliczenia m.in. następujących wskaźników:

- Test normalności rozkładu odpowiedzi Shapiro Wilka,
- Test unimodalności rozkładu oparty na teście Hartigana,
- Wartość średnia odpowiedzi (arytmetyczna lub geometryczna, w zależności od rodzaju danych),
- Odchylenie standardowe,
- Lewe półodchylenie standardowe,
- Prawe półodchylenie standardowe,
- Mediana,
- 1 kwartyl,
- 3 kwartyl,
- Rozstęp kwartylowy,
- Rozstęp kwintylowy,
- Ilość skupień (klastrów) odpowiedzi.

Wszystkie te wskaźniki obliczane są w wersjach z wagami, którymi są współczynniki wiarygodności odpowiedzi – liczby z przedziału od *0* do *1* – oraz bez tych wag.

Oprócz pytań ilościowych w ankiecie znajdowały się – mniej liczne – pytania jakościowe, gdzie eksperci mogli definiować np. związek pomiędzy funkcjonalnościami poszczególnych technologii, a ich obszarami zastosowania w różnych horyzontach czasowych. Runda II polegała na odpowiedzi na te same pytania co w rundzie I (za wyjątkiem tezy 14, gdzie wymagane było podanie zagrożeń, barier i czynników niepewności i ich wpływu na trendy technologii społeczeństwa informacyjnego: w rundzie I uczestnicy mogli definiować te czynniki, a w rundzie II podane były konkretne czynniki, najczęściej wymieniane w rundzie I. Oprócz przedstawionych w Rozdz. 11 i 12 niniejszej monografii Działów I i II ankieta zawierała ponadto jeszcze Dział III poświęcony Informatyce kwantowej. Ze względu na specyfikę tej tematyki i odmienny krąg odbiorców wyników Zadania 6, skierowanego głownie do pracowników i doktorantów instytucji naukowych prowadzących badania w zakresie informatyki kwantowej lub molekularnej, rezultaty odpowiedzi ekspertów na pytania tego działu są omówione osobno w odrębnym opracowaniu poświęconym trendom w informatyce kwantowej do roku 2025 (Winiarczyk i in., 2012).

Ilościowe – oryginalne lub przetworzone we wskazany wyżej sposób - wyniki poprzedniej rundy są analizowane wg podanych niżej wzorów i udostępniane respondentom wypełniającym kwestionariusz kolejnej rundy. Mogą one być także generowane w formie zbiorczej przez system zarzadzania ankietami. Do uśredniania oraz do analizy błędów odpowiedzi na poszczególne pytania ankiety stosowane są następujące wzory:

- Wzór na średnią geometryczną:

$$G = \left[exp\left(\left(\sum_{i=1}^{n} ln\left(\frac{x_i}{100}\right) \right) / n \right) \right] * 100 \tag{9.1}$$

- Średni wzrost:

$$W = \left[\exp\left(\left(\sum_{i=1}^{n} \ln\left(\frac{x_i}{100}\right) \right) / n \right) - 1 \right] * 100 \tag{9.2}$$

- Odchylenie standardowe geometryczne:

$$S = \exp\left[\sqrt{\left(\left(\sum_{i=1}^{n} \left(\ln\left(\frac{x_i}{100}\right) - \ln(\frac{G}{100}) \right)^2 \right) / (n-1) \right)} \right] \tag{9.3}$$

Semiodchylenie standardowe obliczane jest z części zbioru odpowiedzi – semiodchylenie standardowe lewe z odpowiedzi poniżej średniej, natomiast semiodchylenie standardowe prawe z odpowiedzi powyżej średniej.

Przy uwzględnieniu współczynnika ufności każdego z użytkowników, stosowana jest ważona średnia geometryczna wyrażona wzorem:

$$G_w = \left[\exp\left(\left(\sum_{i=1}^{n} \mathrm{w_i} * \ln\left(\frac{x_i}{100}\right) \right) / \sum_{i=1}^{n} \mathrm{w_i} \right) \right] * 100 \tag{9.4}$$

Wzór na średni wzrost z uwzględnieniem wag ma postać:

$$W_w = \left[\exp\left(\left(\sum_{i=1}^{n} \mathrm{w_i} * \ln\left(\frac{x_i}{100}\right) \right) / \sum_{i=1}^{n} \mathrm{w_i} \right) - 1 \right] * 100 \tag{9.5}$$

a odchylenie standardowe ważone:

$$S_w = \exp\left[\sqrt{\left(\left(\sum_{i=1}^{n} w_i * \left(\ln\left(\frac{x_i}{100}\right) - \ln\left(\frac{G_w}{100}\right)\right)^2\right) \Big/ \sum_{i=1}^{n} w_i\right) * \frac{N'}{N'-1}}\right] \quad (9.6)$$

gdzie *N'* oznacza liczbę wag niezerowych.

Dla wag znormalizowanych wzór służący do obliczania średniej geometrycznej wygląda następująco:

$$G_{w'} = \left[\exp\left(\sum_{i=1}^{n} w'_i * \ln\left(\frac{x_i}{100}\right)\right)\right] * 100 \quad (9.7)$$

Z kolei w celu obliczenia średniego wzrostu z uwzględnieniem wag znormalizowanych zastosowano wzór:

$$W_{w'} = \left[\exp\left(\sum_{i=1}^{n} w'_i * \ln\left(\frac{x_i}{100}\right)\right) - 1\right] * 100 \quad (9.8)$$

Wzór ogólny na odchylenie standardowe z uwzględnieniem wag znormalizowanych ma następującą postać:

$$S_{w'} = \exp\left[\sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n} w'_i * \left(\ln\left(\frac{x_i}{100}\right) - \ln\left(\frac{G_{w'}}{100}\right)\right)^2\right) * \frac{N'}{N'-1}}\right] \quad (9.9)$$

W przypadku, gdy respondenci udzielają odpowiedzi na pytanie o wzrost lub spadek liczony w odniesieniu do roku bazowego, a nie o względną wartość prognozowanej wielkości, wówczas do każdej wartości x_i dodawane jest *100*. Przykładowo, zastosowano następujący wzór na średni wzrost względny:

$$W = \left[\exp\left(\left(\sum_{i=1}^{n} \ln\left(\frac{x_i + 100}{100}\right)\right)/n\right) - 1\right] * 100 \quad (9.10)$$

W wynikach obliczeń uwzględniono również kwartyle oraz kwintyle. Kwartyle dzielą odpowiedzi na *4* części: do 25% przypadków, do 50%, do 75% i do 100% natomiast kwintyle na *5* części odpowiednio do 20%, do 40%, do 60%, do 80% i do 100%. Kwartyl drugi (Q2) dzieli odpowiedzi na dwie równe licznościowo części i nazywany jest medianą. Dla wyników uwzględniających wagi znormalizowane zestaw odpowiedzi uporządkowany jest pod względem wag.

Dla zestawu odpowiedzi ilościowych na poszczególne pytania ankiety system przeprowadza test Shapiro-Wilka. Za pomocą tego testu, sprawdzane jest dane mają rozkłady zbliżone do rozkładu normalnego. Do testu dane zostają zlogarytmowane, a następnie obliczenia prowadzane są według wzoru:

$$W = \left[\sum_{i} a_i(n)(X_{n-i+1} - X_i)\right]^2 \Big/ \sum_{j=1}^{n}\left(X_j - s\right)^2 \tag{9.11}$$

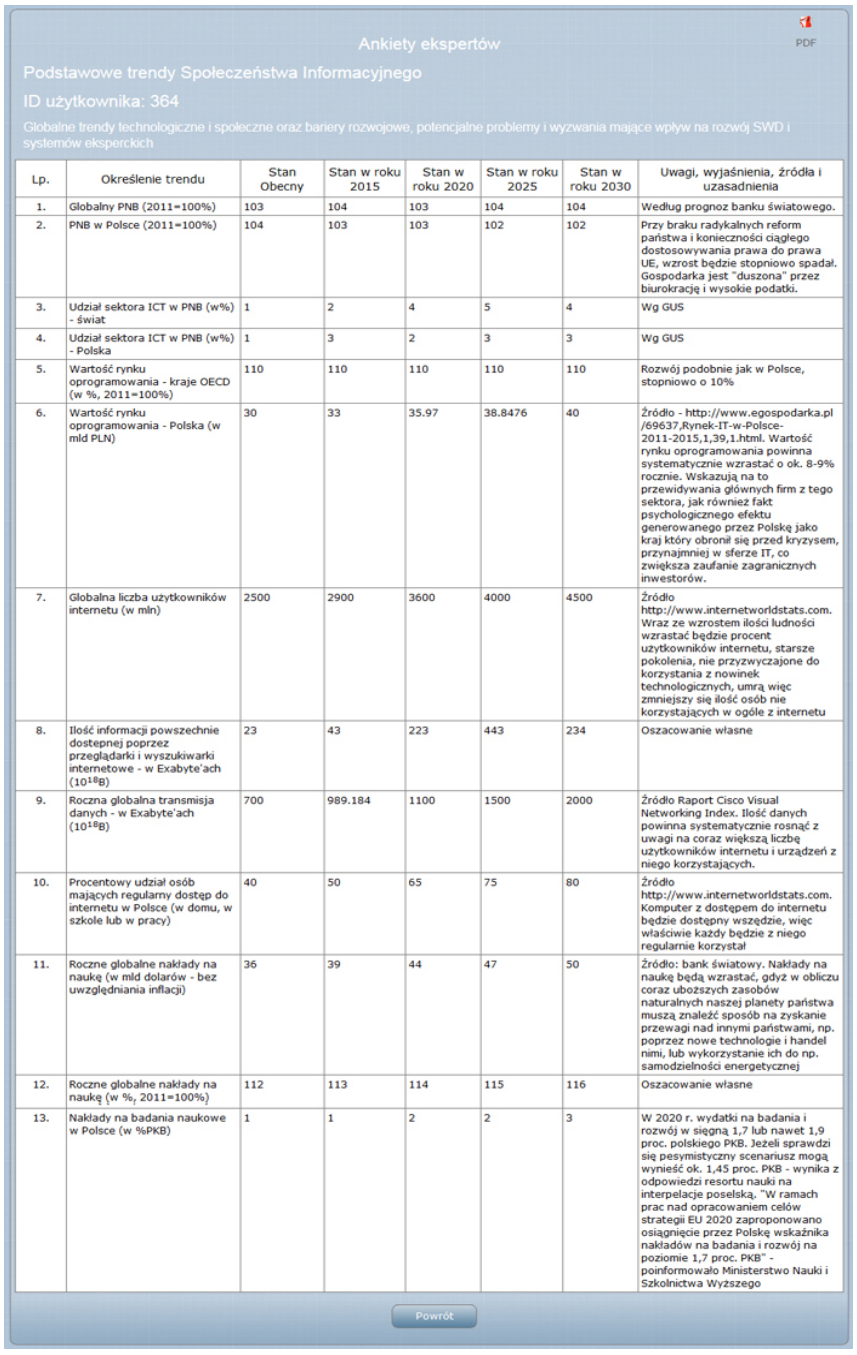
gdzie:
$a_i(n)$ – stała z tablic dla testu Shapiro-Wilka
$X_{n-i+1} - X_i$ - różnica pomiędzy skrajnymi obserwacjami
s – średnia wartość odpowiedzi.

Informacja o tym, jaką metodę obliczeń należy zastosować w przypadku analizy odpowiedzi na konkretne pytanie ankiety zawarta jest w polu kontrolnym, nazywanym kodem pytania. Kod pytania określany jest przez eksperta panelu głównego – administratora ankiety w momencie definiowania danego pytania. Co do zasady, dane dotyczące względnego wzrostu analizowane są przy pomocy metod logarytmicznych. Kod pytania określa również rodzaj danych (por. Tab. 9.6.).

Tab. 9.6. Kody pytań w zależności od sposobu analizy.

Kod pytania	**Opis**	**Jednostka**
P	Pytania dotyczące prawdopodobieństwa wystąpienia	Procent
P1	Pytania dotyczące wzrostu wartości prognozowanej wielkości	Procent
P2	Pytania dotyczące wzrostu wartości w odniesieniu do roku bazowego	Procent
Q	Pytania ilościowe	Liczba naturalna lub rzeczywista
R	Pytania dotyczące skumulowanego prawdopodobieństwa	Procent
L	Pytania dotyczące poziomu technologii	Liczba naturalna
M	Pytania dotyczące powiązań	Rok lub pole wyboru
S	Pytania strukturalne	Pole wyboru lub tekst
T	Pytania z odpowiedziami tekstowymi	tekst

Natomiast Rys. 9.7, zamieszczony na stronie następnej, pokazuje przykład wypełnionej ankiety w Dziale I.



Ankiety ekspertów

PDF

Podstawowe trendy Społeczeństwa Informacyjnego

ID użytkownika: 364

Globalne trendy technologiczne i społeczne oraz bariery rozwojowe, potencjalne problemy i wyzwania mające wpływ na rozwój SWD i systemów eksperckich

Lp.	Określenie trendu	Stan Obecny	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Stan w roku 2030	Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia
1.	Globalny PNB (2011=100%)	103	104	103	104	104	Według prognoz banku światowego.
2.	PNB w Polsce (2011=100%)	104	103	103	102	102	Przy braku radykalnych reform państwa i konieczności ciągłego dostosowywania prawa do prawa UE, wzrost będzie stopniowo spadał. Gospodarka jest "duszona" przez biurokrację i wysokie podatki.
3.	Udział sektora ICT w PNB (w%) - świat	1	2	4	5	4	Wg GUS
4.	Udział sektora ICT w PNB (w%) - Polska	1	3	2	3	3	Wg GUS
5.	Wartość rynku oprogramowania - kraje OECD (w %, 2011=100%)	110	110	110	110	110	Rozwój podobnie jak w Polsce, stopniowo o 10%
6.	Wartość rynku oprogramowania - Polska (w mld PLN)	30	33	35.97	38.8476	40	Źródło - http://www.egospodarka.pl/69637,Rynek-IT-w-Polsce-2011-2015,1,39,1.html. Wartość rynku oprogramowania powinna systematycznie wzrastać o ok. 8-9% rocznie. Wskazują na to przewidywania głównych firm z tego sektora, jak również fakt psychologicznego efektu generowanego przez Polskę jako kraj który obronił się przed kryzysem, przynajmniej w sferze IT, co zwiększa zaufanie zagranicznych inwestorów.
7.	Globalna liczba użytkowników internetu (w mln)	2500	2900	3600	4000	4500	Źródło http://www.internetworldstats.com. Wraz ze wzrostem ilości ludności wzrastać będzie procent użytkowników internetu, starsze pokolenia, nie przyzwyczajone do korzystania z nowinek technologicznych, umrą więc zmniejszy się ilość osób nie korzystających w ogóle z internetu
8.	Ilość informacji powszechnie dostepnej poprzez przeglądarki i wyszukiwarki internetowe - w Exabyte'ach (10^{18}B)	23	43	223	443	234	Oszacowanie własne
9.	Roczna globalna transmisja danych - w Exabyte'ach (10^{18}B)	700	989.184	1100	1500	2000	Źródło Raport Cisco Visual Networking Index. Ilość danych powinna systematycznie rosnąć z uwagi na coraz większą liczbę użytkowników internetu i urządzeń z niego korzystających.
10.	Procentowy udział osób mających regularny dostęp do internetu w Polsce (w domu, w szkole lub w pracy)	40	50	65	75	80	Źródło http://www.internetworldstats.com. Komputer z dostępem do internetu będzie dostępny wszędzie, więc właściwie każdy będzie z niego regularnie korzystał
11.	Roczne globalne nakłady na naukę (w mld dolarów - bez uwzględniania inflacji)	36	39	44	47	50	Źródło: bank światowy. Nakłady na naukę będą wzrastać, gdyż w obliczu coraz uboższych zasobów naturalnych naszej planety państwa muszą znaleźć sposób na zyskanie przewagi nad innymi państwami, np. poprzez nowe technologie i handel nimi, lub wykorzystanie ich do np. samodzielności energetycznej
12.	Roczne globalne nakłady na naukę (w %, 2011=100%)	112	113	114	115	116	Oszacowanie własne
13.	Nakłady na badania naukowe w Polsce (w %PKB)	1	1	2	2	3	W 2020 r. wydatki na badania i rozwój w sięgną 1,7 lub nawet 1,9 proc. polskiego PKB. Jeżeli sprawdzi się pesymistyczny scenariusz mogą wynieść ok. 1,45 proc. PKB - wynika z odpowiedzi resortu nauki na interpelacje poselską. "W ramach prac nad opracowaniem celów strategii EU 2020 zaproponowano osiągnięcie przez Polskę wskaźnika nakładów na badania i rozwój na poziomie 1,7 proc. PKB" - poinformowało Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Powrót

Rys. 9.7. Przykład odpowiedzi na pytania działu I ankiety

9.6. **Metodyka badania konsensusu w odpowiedziach na pytania ankiet delfickich**

Osiągnięcie konsensusu (por. np. Börjeson i in., 2006, von der Gracht, 2012, Ziglio, 1996) nie było głównym celem badania delfickiego w projekcie SCETIST. Większość pytań (ponad 100) ankiety delfickiej w projekcie SCETIST prezentowana była w następującym schemacie:

Tab. 9.7. Sposób wypełniania pytań dotyczących szans (odds) zajścia przyszłego zdarzenia

Trend, zdarzenie lub kierunek rozwoju	2015	2020	2025	Do 2030	Uwagi	φ
opis zdarzenia lub trendu	jak dla 2020	Skumulowane prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia lub osiągnięcia określonej wartości przez parametr trendu	jak dla 2020	jak dla 2020		

W ostatniej kolumnie znajduje się wspomniany już wcześniej współczynnik pewności odpowiedzi $\varphi \in [0,1]$, wyznaczany na podstawie samooceny ekspertów, który służył następnie do wyznaczenia współczynnika wiarygodności odpowiedzi. Pozwoliło to na analizę ilościową odpowiedzi uwzgledniającą nie tylko częstości, lecz również konkretne wartości podawane przez ekspertów oraz wiarygodności tych danych. Z tego względu w miejsce tradycyjnego konsensusu ekspertów poszukiwane mogły być odpowiedzi udzielane przez ekspertów, którzy na podstawie doświadczenia lub wcześniejszych odpowiedzi mogli być uznani za najbardziej wiarygodnych.

Tabele z analizą statystyczną odpowiedzi na pytania delfickie zawarte w niniejszym opracowaniu zawierają standardowe wskaźniki statystyczne oraz wartości dwóch kwartyli używanych jako miary zgodności opinii ekspertów. Rozstęp ćwiartkowy (rozstęp kwartylowy, ang. *interquartile range*, IQR), zdefiniowany jest jako różnica pomiędzy trzecim i pierwszym kwartylem. Jest to zatem przedział w którym znajduje się 50% odpowiedzi, pomiędzy *25*, a *75* centylem. Wariantem IQR, również obliczanym w niniejszym raporcie jest iloraz kwartyli. Oprócz IQR używamy także silniejszej miary zgodności, określanej jako rozstęp kwintylowy lub rozstęp Pareto (ang. *Pareto range*, IQVR), zdefiniowanej jako różnica pomiędzy czwartym i pierwszym kwintylem. Miara ta uwzględnia więc odpowiedzi między *20*, a *80*. centylem. Tym samym obliczenie IQVR wymaga odrzucenia *20*% najwyższych i najniższych wartości odpowiedzi, stąd termin rozstęp Pareto, odnoszący się do znanej zasady Pareto. Zarówno ta miara, jak i same kwintyle są również obliczane i stosowane w niektórych publikacjach projektu, a mianowicie w przypadkach odnoszących się do dziedzin badawczych, gdzie przyjęta jest silniejsza miara badania konsensusu oraz w obliczeniach dotyczących scenariuszy.

W celu oceny, czy zgodność odpowiedzi została osiągnięta, IQR oraz IQVR są często porównywane do długości $r_q := \left| r_{q,max} - r_{q,min} \right|$ przedziału $[r_{q,max} - r_{q,min}]$, określającego rozpiętość wszystkich możliwych odpowiedzi mających sens. Powyższy

przedział sensowności powinien być określony na etapie projektowania lub analizy kwestionariusza dla każdego pytania *q* oddzielnie. Każda z powyższych miar zgodności IQR oraz IQVR po podzieleniu przez r_q daje wskaźnik zgodności, który powinien być porównywany z pewną wartością progową γ, która może być wspólna dla grupy pytań. Dla konkretnej wartości γ warunek zgodności IQVR/ $r_q \leq \gamma$ jest oczywiście mocniejszy niż warunek IQR/$r_q \leq \gamma$. Jednakże w projekcie SCETIST, w szczególności w badaniu delfickim, osiągnięcie takiej zgodności nie było celem ostatecznym. Przeciwnie, założono że wyłonienie się dwóch lub więcej skupisk w zbiorze odpowiedzi na pytanie delfickie może wskazywać, że eksperci używali różnych źródeł informacji dotyczących określonego tematu. Wiarygodność tych źródeł informacji może nie być znana *a priori*, co uniemożliwia ocenę, która z grup odpowiedzi jest bardziej realistyczna.

Ankietę wypełniało łącznie ponad *100* osób (*102*) w obu rundach, w niniejszym opracowaniu uwzględniono te osoby, które wypełniły ankietę do końca lutego 2013 r. Przy każdym pytaniu podajemy liczbę osób, które udzieliły na to pytanie kompletnej odpowiedzi. Liczba ta równa jest w przybliżeniu 50% wszystkich respondentów, nieznacznie więcej w Dziale I, niż w Dziale II ankiety.

9.7. **Podsumowanie - metody pogłębionej analizy danych pochodzących z badań delfickich**

Odpowiedzi na pytania w ankietach delfickich mogą pozwolić na identyfikację współczynników modeli socjoekonometrycznych (Skulimowski, 2012a), charakterystyk przyszłych problemów decyzyjnych wchodzących w skład modeli sieci antycypacyjnych (Skulimowski, 2012c), a także na tworzenie rankingów technologii i trajektorii technologicznych. Badanie delfickie może pomóc odkryć lub potwierdzić związki przyczynowo skutkowe pomiędzy zdarzeniami, trendami i zmiennymi.

Badane i wyznaczane mogą być również wskaźniki makroekonomiczne, takie jak prognozowana zyskowność sektora IT, która zależy nie tylko od wielkości sprzedaży, lecz także od zastosowanych technologii. W szczególności, rozwój informatyki molekularnej może mieć wpływ na technologie produkcji procesorów i pamięci molekularnych - zwłaszcza opartych na DNA - po roku 2020, a w konsekwencji na konieczność ponoszenia nakładów na rozwój takiej produkcji. Podobnie wyglądają wyzwania stojące przed sektorem IT związane z wprowadzeniem elementów elektronicznych i innych technologii na bazie grafenu. Ze względu na brak dotąd danych ilościowych o wielkości produkcji zarówno elementów opartych na DNA, jak i na grafenie, odpowiednie modele rozwoju technologii muszą być oparte o ekstrapolowane trendy technologiczne uzyskane podczas badania delfickiego. Tym samym odpowiedzi na pytania ankiety delfickiej stanowią ważny element bazy wiedzy (Skulimowski 2011, 2012b) koniecznej do wyznaczania trendów, scenariuszy i rekomendacji. W skład takiej bazy wiedzy wchodzi system heterogenicznych baz danych zawierających zarówno szeregi czasowe dotyczące produkcji, cen i parametry technologiczne komponentów elektronicznych, odpowiedzi ilościowe oraz skonwertowane do postaci

umożliwiającej dalsze przetwarzanie odpowiedzi jakościowe pochodzące z ankiet delfickich, a także bazy reguł określających sposoby przetwarzania tej informacji. Łącznie z procedurami umożliwiającymi aktualizację, ekstrakcję (boty internetowe) i wizualizację zgromadzonych informacji, baza tworzy system ekspercki zwany systemem wspomagania foresightu (FSS, Foresight Support System; Skulimowski, 2012b, von der Gracht i in., 2012).

Narzędzia FSS umożliwiają fuzję heterogenicznych danych, generowanie scenariuszy elementarnych i – na ich podstawie – scenariuszy deskryptywnych opisujących najważniejsze warianty rozwoju zaawansowanych technologii społeczeństwa informacyjnego i sektora IT do roku 2025. Do konstrukcji scenariuszy rozwoju sektora IT wykorzystane zostały właśnie odpowiedzi na pytania postawione w ramach analizy delfickiej i następnie opracowane metodami charakterystycznymi dla badań foresightowych. Przy pomocy metod ekstrapolacyjnych, takich jak ARIMA, VARIMA, czy SVARIMA generowane mogą być również wariantowe prognozy makroekonomiczne, dotyczące produkcji i cen technologii i produktów finalnych IT.

Bibliografia Rozdziału 9

1. Börjeson, L., Höjer, M., Dreborg, K., Ekvall, T., Finnveden, G. (2006). Scenario types and techniques: towards a user's guide, Futures 38 (7), 723–739.
2. Buckley, Ch. (1995). Delphi: a methodology for preferences more than predictions, Library Management 16(7), 16-19.
3. Dalkey, C.N., Helmer-Hirschberg, O. (1963). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts, Management Science9(3), 458-467.
4. Engelman,L., Hartigan, J.A. (1969). Percentage points of a test for clusters. J.Amer. Statist. Assoc. 64, 1647-1648.
5. Gnatzy, T., Warth, J.,von der Gracht, H., Darkow, I.-L. (2011). Validating an innovative real-time Delphi approach -A methodological comparison between real-time and conventional Delphi studies, Technological Forecasting and Social Change 78(9) 1681-1694.
6. Gordon, T., Pease, A. (2006). RT Delphi, An efficient, "round-less" almost real time Delphi method, Technological Forecasting and Social Change 73(4), 321–333.
7. Górecki, H., Skulimowski, A.M.J. (1986). A Joint Consideration of Multiple Reference Points in Multicriteria Decision Making. Found. Control Engrg. 11(2), 81-94.
8. Hartigan, J., Hartigan, P. (1985). The dip test of unimodality. The Annals of Statistics 13(1), 70–84.
9. Hasson, F., Keeney, S. (2011). Enhancing rigour in the Delphi technique research, Technological Forecasting and Social Change 78(9), 1695-1704.
10. Likert, R. (1932), A Technique for the Measurement of Attitudes, Archives of Psychology 140, 1-55.
11. Linstone, H.A., Turoff, M. (red.). The Delphi Method. Techniques and Applications. Electronic version © Harold A. Linstone, Murray Turoff, 2002, s.616 (1975)
12. Okoń-Horodyńska, E., Skulimowski, A.M.J. (2010). Wykorzystanie rezultatów badawczych foresightu przy wspomaganiu decyzji strategicznych w przedsiębiorstwach. Chemik -Nauka-Technika-Rynek 64(6), 440-450.
13. Rowe, G., Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. International Journal of Forecasting, 15(4), 353-375.

14. Shapiro, S.S. and Wilk, M.B. (1965), An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples), Biometrika, 52, 591-611.
15. Skulimowski, A.M.J., (2009). Metody roadmappingu i foresightu technologicznego, Chemik: nauka-technika-rynek 42(5),197–204.
16. Skulimowski, A.M.J. (2011). Future Trends of Intelligent Decision Support Systems and Models, [W:] J.J. Park, L.T. Yang, C. Lee (red.): FutureTech 2011, Part I., CCIS, Vol. 184, Springer, Berlin-Heidelberg, s. 11-20.
17. Skulimowski, A.M.J. (2012a). Discovering Complex System Dynamics with Intelligent Data Retrieval Tools, [W:] Y. Zhang i in.(red.): Sino-foreign-interchange workshop on Intelligent Science and Intelligent Data Engineering IScIDE 2011, Xi'an, China, Oct. 23-26, 2011, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7202, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 614-626.
18. Skulimowski, A.M.J. (2012b). A foresight support system to manage knowledge on information society evolution, [W:] K. Aberer, A. Flache, W. Jager, L. Liu, J. Tang, Ch. Guéret (red.), Social Informatics: 4th International Conference, SocInfo 2012, Lausanne, Switzerland, Dec. 5–7, 2012: Proceedings, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science 7710, s. 246–259.
19. Skulimowski, A.M.J. (2012c). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Processes, Int. J. Systems Sci., publikacja online 4.4.2012, DOI:10.1080/00207721.2012.670308, ukaże się w t. 45.
20. Skulimowski, A.M.J., Cichy, B. (2010). Znaczenie wiedzy eksperckiej w badaniach perspektyw wpływu na środowisko strumieni odpadów nieorganicznych do roku 2030. Chemik: Nauka-Technika-Rynek 64(10), 23/675–28/680.
21. Skulimowski, A.M.J., Cichy, B., Czerni, M. (2012). Metody badań delfickich–ankieta delficka on-line, [W:] B. Cichy (red.) Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny, Projekt WND-POIG.01.01.01-00-009/09: raport końcowy. Instytut Nawozów Sztucznych. Oddział Chemii Nieorganicznej „IChN", Instytut Ochrony Środowiska Państwowy Instytut Badawczy IOŚ – PIB, Fundacja Progress and Business, Gliwice, Warszawa, Kraków, s. 273–291.
22. Skulimowski, A.M.J., Pukocz, P. (2011). Systemy wspomagania decyzji strategicznych oparte na roadmappingu technologicznym. PAR Pomiary Automatyka Robotyka, 15(12), 165–172.
23. Tapio, P. (2003). Disaggregative policy Delphi: using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation, Technological Forecasting and Social Change 70(1), 83-101.
24. von der Gracht, H.A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies: Review and implications for future quality assurance, Technological Forecasting and Social Change 79(8), 1525-1536.
25. von der Gracht, H.A., Bañuls, V.A., Turoff, M., Skulimowski, A.M.J., Gordon, T.J. (2012). Foresight support systems: The future role of ICT for foresight. Technological Forecasting and Social Change, (accepted) Special Issue
26. Warth, J., von der Gracht, H.A., Darkow, I.-L. (2013), A dissent-based approach for multi-stakeholder scenario development -The future of electric drive vehicles, Technological Forecasting and Social Change 80(4), 566-583.
27. Winiarczyk, R. i in. (2012). Ewolucja pojęć informatyki kwantowej -trendy do roku 2025. Raport Techniczny projektu SCETIST, IITiS PAN, Gliwice (2012).
28. Ziglio, E. (1996). The Delphi method and its contribution to decision-making. [W:] M. Adler,; E. Ziglio (red.), Gazing into the oracle: The Delphi method and its application to social policy and public health, Jessica Kingsley Publishers, London, Philadelphia, s. 3-33.

Streszczenie. Metoda delficka on-line polega na co najmniej dwukrotnym badaniu ankietowym grupy ekspertów, którzy odpowiadają na pytania zawarte w strukturyzowanej internetowej ankiecie, weryfikując hipotezy zdefiniowane przez zamawiającego badanie, tzw. tezy delfickie. Weryfikacja hipotez może polegać zarówno na udzielaniu prostych odpowiedzi (binarnych -„tak”/”nie”, lub wg skali Likerta), jak również na wskazywaniu prognozowanych wartości zmiennych losowych lub na określaniu szacunkowych prawdopodobieństw zajścia zdarzeń zdefiniowanych w ankiecie. W niniejszym rozdziale przedstawimy ogólne metody projektowania badań delfickich oraz implementację systemu eksperckiego wspomagającego takie badania, która została wykonana w oparciu o rezultaty projektu „Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025” (2010-2013). Zastosowane metody zaawansowanej analizy statystycznej umożliwiają estymację ilościowych charakterystyk trendów technologicznych, badanie ich wzajemnych korelacji, a także budowę scenariuszy rozwoju technologii na podstawie odpowiedzi ekspertów. Opracowany system informatyczny wspomagający badania delfickie może służyć do analizy różnorodnych problemów technicznych, ekonomicznych i społecznych w oparciu o ten sam internetowy system wspomagania decyzji udostępniony w trybie SaaS (software jako usługa).

Słowa kluczowe: badania delfickie, foresight ICT, wielorundowe ankiety on-line, analiza statystyczna, grupowe wspomaganie decyzji strategicznych

Podstawowe trendy rozwojowe społeczeństwa informacyjnego

10

Marek Czerni,
Dariusz Kluz,
Ewa Okoń-Horodyńska,
Andrzej M.J. Skulimowski,
Ryszard Tadeusiewicz

10.1. Badanie trendów makroekonomicznych oraz globalnych trendów technologicznych

Dział I badania delfickiego projektu SCETIST pt. „Podstawowe trendy społeczeństwa informacyjnego" stanowił wprowadzenie do dalszej części ankiety poświęconej konkretnym technologiom. Respondenci proszeni byli o podanie charakterystyk ilościowych globalnych trendów technologicznych i społecznych oraz barier rozwojowych, potencjalnych problemów i wyzwań mających wpływ na rozwój systemów wspomagania decyzji (SWD), eksperckich, neurokognitywnych i wizyjnych. Znajdują się wśród nich zmienne makroekonomiczne, których prognoza nie była bezpośrednim celem Projektu, jednak ich analiza była konieczna w celu znalezienia zależności specjalistycznych trendów technologicznych od czynników makroekonomicznych i społecznych, oraz od globalnych trendów rozwoju technologii informacyjnych. Dział ten zawierał łącznie *13* pytań w rundzie I oraz *18* pytań w rundzie II, z których *13* pytań pochodziło z rundy I, a *5* dodatkowych pytań zostało sformułowanych na podstawie dyskusji wyników rundy I, w tym dyskusji panelowych.

W celu analizy wyników ankiety zastosowano m.in. testy normalności rozkładu Shapiro-Wilka (1965) oraz test unimodalności Hartiganów (1985). W zamieszczonych niżej tabelach skrót r/r oznacza „rok do roku".

Pytanie I.1. Prognoza wzrostu Produktu Globalnego Brutto (2011=100%)

Tab. 10.1. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.1.

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	60	60	60	60
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	109,273	117,401	125,949	135,077
Średni wzrost r/r w %:	3,00	1,45	1,42	1,41
Odchylenie standardowe:	3,3	5,7	8,0	10,7
Mediana:	106,5	112	121	130
1. Kwartyl (q1):	102	103	105	105
3. Kwartyl (q3):	120	140	150	175
q3/q1:	1,18	1,36	1,43	1,67
q3-q1:	18	37	45	70

Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna ważona:	109,586	117,774	125,823	135,371
Średni wzrost r/r w %:	3,1	1,45	1,33	1,47
Odchylenie standardowe:	3,3	5,8	8,1	10,7
Mediana:	108	117	124	130
1. Kwartyl (q1):	103	104	105	110
3. Kwartyl (q3):	120	140	160	180
q3/q1:	1,17	1,35	1,52	1,64
q3-q1:	17	36	55	70

Pytanie I.2. Prognoza wzrostu PKB w Polsce (2011=100%)

Tab. 10.2. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.2

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	58	58	58	58
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	108,673	116,381	125,232	135,62
Średni wzrost r/r w %:	2,81	1,38	1,48	1,61
Odchylenie standardowe:	3,0	6,2	8,3	11,4
Mediana:	106,5	113,5	120	132
1. Kwartyl (q1):	102	103	104	105
3. Kwartyl (q3):	115	130	155,5	177,5
q3/q1:	1,13	1,26	1,5	1,69
q3-q1:	13	27	51,5	72,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna ważona:	108,729	116,983	124,879	136,506
Średni wzrost r/r w %:	2,83	1,47	1,31	1,80

Odchylenie standardowe:	2,9	6,0	8,0	11,0
Mediana:	107	115	120	134
1. Kwartyl (q1):	102	103	105	105
3. Kwartyl (q3):	117	130	154	175
q3/q1:	1,15	1,26	1,47	1,67
q3-q1:	15	27	49	70

Zauważalny jest stosunkowo duży pesymizm repsondentów w porównaniu z prognozami wzrostu PKB GUS, czy OECD. Respondenci prognozowali jednak jednocześnie stagnację lub spadek liczby osób aktywnych zawodowo, w związku z tym prognozowany wzrost PKB na osobę jest wyższy od wartości podanych wyżej.

Pytanie I.3. Prognoza udziału sektora ICT w PKB (w%) - świat

Tab. 10.3. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.3

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	56	56	56	56
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	13,413	17,696	21,217	24,957
Odchylenie standardowe:	7,095	8,678	9,514	11,291
Mediana:	11	15	20	22,5
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	25	30	35
q3/q1:	3	2,5	3	2,33
q3-q1:	10	15	20	20
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	13,823	17,91	21,281	24,431
Odchylenie standardowe:	7,094	8,732	9,295	10,664
Mediana:	12	15	20	25
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15

3. Kwartyl (q3):	20	25	30	35
q3/q1:	4	2,5	3	2,33
q3-q1:	15	15	20	20

Pytanie I.4. Prognoza udziału sektora ICT w PKB (w%) – Polska

Tab. 10.4. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.4.

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	54	54	54	54
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia: -	8,295	12,205	15,114	19,091
Odchylenie standardowe:	4,945	6,937	6,946	7,24
Mediana:	5	10	15	15
1. Kwartyl (q1):	4	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	15	20	25
q3/q1:	2,5	3	2	1,67
q3-q1:	6	10	10	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna:	8,264	11,787	14,625	18,868
Odchylenie standardowe:	5,153	6,425	6,713	7,496
Mediana	5	10	15	15
1. Kwartyl (q1):	4	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	20	20	25
q3/q1:	2,5	4	2	1,67
q3-q1:	8,264	11,787	14,625	18,868

Porównując wartości w obu powyższych tabelach (średni udział sektora ICT w gospodarkach OECD i Polski), widoczne jest, że respondenci nie spodziewają się

zrównania tych wskaźników przed rokiem 2025. Chociaż względna różnica pomiędzy Polską i OECD się zmniejsza, to jednak wartość średnia różnicy bezwzględnej pozostaje stała i wynosi ok 5% we wszystkich okresach prognostycznych ankiety. Co ciekawe, względna wartość odchylenia standardowego w obu przypadkach (OECD i Polska) się zmniejsza wraz z odległością horyzontu czasowego prognozy, co znajduje dodatkowe potwierdzenie w stałości odchylenia kwartylowego dla odpowiedzi odnoszących się do udziału sektora ICT w gospodarce polskiej: począwszy od roku 2020 wartość ta wynosi niezmiennie 10 punktów procentowych.

Pytanie I.5. Prognoza wartości rynku oprogramowania - kraje OECD (w %, 2011=100%, bez uwzględniania inflacji)

Tab. 10.5. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.5.

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	53	52	52	52
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Średnia geometryczna:	122,48	136,942	148,228	161,302
Średni wzrost r/r w %:	6,99	2,26	1,60	1,70
Odchylenie standardowe:	6,3	8,6	10,5	13,2
Mediana:	120	135	147,5	157,5
1. Kwartyl (q1):	110	115	120	125
3. Kwartyl (q3):	140	160	170	200
q3/q1:	1,27	1,39	1,42	1,6
q3-q1:	30	45	50	75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna ważona:	124,124	138,083	148,865	162,18
Średni wzrost r/r w %:	7,47	2,15	1,52	1,73
Odchylenie standardowe:	6,1	8,0	9,4	11,8
Mediana:	120	135	150	160
1. Kwartyl (q1):	110	120	125	135

3. Kwartyl (q3):	140	160	170	200
q3/q1:	1,27	1,33	1,36	1,48
q3-q1:	30	40	45	65

Pytanie I.6. Prognoza wartości rynku oprogramowania w Polsce (w mld PLN, bez uwzględniania inflacji)

Tab. 10.6. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.6.

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: mld PLN		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	53	53	53	53
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	28,949	34,851	41,005	48,791
Odchylenie standardowe:	13,918	20,066	21,309	25,59
Mediana:	32	36	40	47
1. Kwartyl (q1):	5,325	7,9	12,5	17,5
3. Kwartyl (q3):	36,75	45	57,5	62,25
q3/q1:	6,9	5,7	4,6	3,56
q3-q1:	31,43	37,1	45	44,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	29,511	35,269	40,765	47,334
Odchylenie standardowe:	13,302	19,161	19,732	23,235
Mediana:	32	35	40	46
1. Kwartyl (q1):	6	10	20	30
3. Kwartyl (q3):	37	44	50	60
q3/q1:	6,17	4,4	2,5	2
q3-q1:	31	34	30	30

W przypadku tabel Tab. 10.5 i Tab. 10.6 bezpośrednie porównanie odpowiedzi respondentów odnoszących się do wzrostu wartości rynku oprogramowania w Polsce i w krajach OECD nie jest możliwe, gdyż Tab. 10.6 podaje wartości w liczbach bezwzględnych. Istnieje jednak możliwość dokonania w prosty sposób porównania pośredniego, poprzez wyznaczenie dla Polski wartości względnych, odnosząc je do roku 2015 oraz dzieląc wartości wzrostu rynku dla OECD w okresach 2020, 2025 i 2030 przez wzrost rynku do roku 2015. Takie sformułowanie pytań I.5 i I6 wynikło z faktu, że podsumowanie wartości rynku wszystkich krajów OECD wymagałoby dostępu do specjalistycznych źródeł dotyczących wielkości rynku, gdy tymczasem celem pytania było wychwycenie jedynie istotnych trendów w tym zakresie.

Pytanie I.7. Prognoza globalnej liczby użytkowników Internetu (w mln)

Tab. 10.7. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.7.

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: mln		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	56	55	55	55
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	2679,29	3182,22	3622,22	4101,22
Odchylenie standardowe:	408,42	519,27	591,33	720,97
Mediana:	2750	3200	3800	4200
1. Kwartyl (q1):	2300	2650	3000	3450
3. Kwartyl (q3):	3000	3900	4200	5000
q3/q1:	1,3	1,47	1,4	1,45
q3-q1:	700	1250	1200	1550
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	2652,11	3180,91	3629,56	4120,64
Odchylenie standardowe:	420,21	505,44	553,25	657,22
Mediana:	2700	3200	3600	4165
1. Kwartyl (q1):	2300	2700	3000	3500
3. Kwartyl (q3):	3000	3800	4200	4800
q3/q1:	1,30	1,41	1,40	1,37
q3-q1:	700	1100	1200	1300

Pytanie I.8. Prognoza ilości informacji powszechnie dostępnej przez przeglądarki i wyszukiwarki internetowe - w Exabyte'ach (10^{18}B)

Tab. 10.8. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.8.

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: 10^{18}B		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	52	52	52	52
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	839,8	1616,145	3418,488	5517,119
Odchylenie standardowe:	932,891	1893,996	4933,125	7763,715
Mediana:	245	398,5	888,5	2150
1. Kwartyl (q1):	3,5	7	10	18
3. Kwartyl (q3):	1800	3000	5000	6000
q3/q1:	514,29	428,57	500	333,33
q3-q1:	1796,5	2993	4990	5982
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	848,27	1519,676	2922,922	5546,143
Odchylenie standardowe:	999,616	1869,526	4010,394	7810,139
Mediana:	130	220	300	500
1. Kwartyl (q1):	3,5	6	8,5	16
3. Kwartyl (q3):	2000	3000	5000	6000
q3/q1:	571,43	500	588,24	375
q3-q1:	1996,5	2994	4991,5	5984

Przypomnijmy, że w Rozdz. 7 (podrozdział 7.1, por. także Skulimowski, 2013) podaliśmy kilka prognoz innych instytucji, w tym Cisco Systems i IDG, dotyczących zarówno ilości informacji powszechnie dostępnej w sieci www przez przeglądarki i wyszukiwarki internetowe, jak również rocznej globalnej transmisji danych (zob. kolejne pytanie I.9).

Pytanie I.9. Prognoza rocznej globalnej transmisji danych (w Exabyte'ach - 10^{18}B)

Tab. 10.9. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I. 9.

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: 10^{18}B		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	53	53	53	53
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia	2744,651	5425,349	8902,86	15302,698
Odchylenie standardowe:	4669,531	9955,478	15222,454	27009,556
Mediana:	800	1200	1500	3000
1. Kwartyl (q1):	56,25	85	77,5	112,5
3. Kwartyl (q3):	4000	8375	9875	20000
q3/q1:	71,11	98,53	127,42	177,78
q3-q1:	3943,75	8290	9797,5	19887,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	3016,74	6296,746	10195,81	17213,007
Odchylenie standardowe:	4744,521	10248,045	15698,083	27972,336
Mediana:	966	1200	1500	3000
1. Kwartyl (q1):	25	38	50	80
3. Kwartyl (q3):	6600	12000	20000	37000
q3/q1:	264	315,79	400	462,5
q3-q1:	6575	11962	19950	36920

Pytanie I.10. Prognozowany procentowy udział osób mających regularny dostęp do Internetu w Polsce (w domu, w szkole lub w pracy)

Odpowiedzi na to pytanie warto porównać z aktualnymi wartościami podawanymi przez instytucje zajmujące się badaniem Internetu w Polsce (np. www.gemius.pl), a także z danymi operatorów telekomunikacyjnych. Chociaż pytanie nie sugerowało bezpośrednio uwzględnienia w odpowiedziach wykorzystania smartfonów i innych

urządzeń mobilnych, to zbieżność odpowiedzi ankiety z prognozami operatorów telekomunikacyjnych dotyczącymi udziału smartfonów oferujących szybki dostęp do Internetu w technologiach początkowo GPRS i UMTS, a następnie LTE i kolejnych generacji wskazuje na uwzględnienie przez respondentów tych technologii. Podczas dyskusji ekspertów dotyczącej wyników I. rundy ankiety postanowiono, że dla doprecyzowania wyników w rundzie II zostanie wydzielone odrębne pytanie dotyczące ilość użytkowników Internetu w Polsce posiadających dostęp poprzez urządzenia mobilne.

Tab. 10.10. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.10.

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	58	58	57	57
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia	59,896	67,708	75,532	83,298
Odchylenie standardowe:	11,713	12,374	11,767	10,703
Mediana:	60	70	80	85
1. Kwartyl (q1):	45	50	60	70
3. Kwartyl (q3):	72,5	80	85	95
q3/q1:	1,61	1,6	1,42	1,36
q3-q1:	27,5	30	25	25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	59,376	67,872	74,391	82,492
Odchylenie standardowe:	11,244	11,368	11,909	10,566
Mediana:	60	70	80	85
1. Kwartyl (q1):	45	55	65	70
3. Kwartyl (q3):	70	80	85	95
q3/q1:	1,56	1,45	1,31	1,36
q3-q1:	25	25	20	25

Kolejne trzy pytania Działu I ankiety odnoszą się do oczekiwanych wydatków na naukę, w Polsce, UE i w krajach OECD.

Pytanie I.11. Prognoza rocznych globalnych nakładów na naukę (w mld dolarów - bez uwzględniania inflacji)

Tab. 10.11. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.11.

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: mld USD		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	53	53	53	53
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia	965,09	1105,48	1234,58	1515,56
Odchylenie standardowe:	624,00	758,47	771,10	1004,23
Mediana:	875	930	1033	1500
1. Kwartyl (q1):	122,5	133,75	156,5	166,25
3. Kwartyl (q3):	1611,25	1966	2112,5	2425
q3/q1:	13,15	14,7	13,5	14,59
q3-q1:	1488,75	1832,25	1956	2258,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	905,43	1062,96	1178,69	1418,06
Odchylenie standardowe:	637,48	798,96	788,55	974,46
Mediana:	820	930	1000	1300
1. Kwartyl (q1):	130	145	155	170
3. Kwartyl (q3):	1700	1988	2200	2500
q3/q1:	13,08	13,71	14,19	14,71
q3-q1:	1570	1843	2045	2330

Pytanie I.12. Prognoza rocznych całkowitych nakładów na naukę w UE (w %, 2011=100%)

Tab. 10.12. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.12.

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	25	25	25	25
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	91,199	97,508	105,207	112,219
Średni wzrost r/r w %:	-3,02	1,35	1,53	1,30
Odchylenie standardowe:	18,5	21,9	2,4	2,5
Mediana:	107	111	114	118
1. Kwartyl (q1):	100	101,125	101,75	102,5
3. Kwartyl (q3):	115	127,25	135,5	137,5
q3/q1:	1,15	1,26	1,33	1,34
q3-q1:	15	26,13	33,75	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna ważona:	86,248	90,443	102,553	110,991
Średni wzrost r/r w %:	-4,81	0,95	2,55	1,59
Odchylenie standardowe:	18,1	18,5	20,1	21,8
Mediana:	104	107	114	116
1. Kwartyl (q1):	100	103	105	109
3. Kwartyl (q3):	110	115	130	140
q3/q1:	1,1	1,12	1,24	1,28
q3-q1:	10	12	25	31

Pytanie I.13. Prognoza rocznych nakładów na badania naukowe w Polsce (w % PKB)

Tab. 10.13. Analiza odpowiedzi na pytanie nr I.13.

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	56	56	56	56
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia	1,873	2,4	2,898	3,512
Odchylenie standardowe:	1,94	2,22	2,64	3,133
Mediana:	1	1,7	2	2,1
1. Kwartyl (q1):	0,91	1	1,3	1,7
3. Kwartyl (q3):	2	3	3	5
q3/q1:	2,2	3	2,31	2,94
q3-q1:	1,09	2	1,7	3,3
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna:	1,894	2,464	2,985	3,496
Odchylenie standardowe:	1,914	2,212	2,696	3,136
Mediana:	1	1,8	2	2,2
1. Kwartyl (q1):	1	1	1,5	2
3. Kwartyl (q3):	2	4	4	5
q3/q1:	2	4	2,67	2,5
q3-q1:	1	3	2,5	3

10.2. **Podsumowanie rezultatów badania delfickiego w Dziale I**

Trendy wyznaczone na podstawie odpowiedzi na pytania Działu 1 opisywały czynniki zewnętrzne, mające wpływ na rozwój poszczególnych technologii omawianych szczegółowo w Dziale 2. Przed przystąpieniem do analizy tego wpływu odpowiedzi ekspertów dotyczące głównych zmiennych makroekonomicznych agregowane były

z publicznie dostępnymi prognozami, publikowanymi m.in. przez GUS, Eurostat, czy MNiSW. W celu wyznaczenia ich wpływu na technologie związane m.in. z systemami eksperckimi, wspomagania decyzji, kreatywności, czy monitoringu wizyjnego, badane były korelacje zmiennych opisujących rozwój tych technologii z czynnikami zewnętrznymi – makroekonomicznymi i społecznymi. Badano także zależności kauzalne utworzonych zmiennych przy pomocy metody Grangera (1969). Na tej podstawie dokonano grupowania zmiennych opisujących poszczególne technologie, otrzymując w ten sposób podstawowe scenariusze przedstawione w Rozdziale 15.

W rundzie II badania przedstawione wyżej pytania zostały uzupełnione o *5* dodatkowych zagadnień. Ze względu na mniejszą w tej rundzie ilość odpowiedzi ekspertów (*N<20*), obliczenie wszystkich wskaźników statystyki opisowej zamieszczonych w Tab. 10.1 - Tab. 10.13 nie było celowe. Natomiast korekty pozostałych wskaźników otrzymanych w rundzie I są niewielkie i zostały już uwzględnione w powyższych tabelach. Wynika to z faktu, że – zgodnie z założeniem przyjętym dla tego działu ankiety – respondenci opierali się na oficjalnych danych i prognozach, m.in. GUS, Eurostatu, czy MNiSW, zatem znajomość odpowiedzi innych ekspertów miała tu drugorzędne znaczenie. Otrzymane w rundzie II wskaźniki konsensusu (Tapio, 2003), zwłaszcza odstęp miedzykwartylowy, były tylko nieznacznie lepsze niż w rundzie I, co wynika z faktu, że w Dziale 1 eksperci opierali się na ogół o źródła zewnętrzne, a pochodzące z nich dane nie zmieniły się istotnie podczas badania.

Najważniejsze wskaźniki statystyczne dla pytań dodanych w rundzie II przedstawione są w Tab. 10.14. Natomiast Rys. 10.1 przedstawia przykład wypełnionej ankiety rundy II z reprezentatywnymi (zbliżonymi do mediany) odpowiedziami.

Tab. 10.14. Dodatkowe zagadnienia Działu 1 analizowane w rundzie II badania.

Nr pytania	Treść pytania	Jednostka	Wartość średnia			Mediana		
			Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025
I.14	Globalna ilość użytkowników Internetu posiadających dostęp poprzez urządzenia mobilne	mln	1525	2125	2850	1350	2000	2850
I.15	Ilość użytkowników Internetu w Polsce posiadających dostęp poprzez urządzenia mobilne (w mln)	mln	8,25	12	17	7,5	11,5	16,5
I.16	Ilość osób posiadających wyższe wykształcenie informatyczne w UE (w % populacji)	%	1,325	1,6	1,9	1,3	1,5	1,8
I.17	Ilość osób posiadających wyższe wykształcenie informatyczne w Polsce	ilość	265	322,5	380	275	325	380
I.18	Indeks cen podstawowych komponentów elektronicznych w % (2011 =100%)	%	91,22	84,93	74,74	90	85	77,5

PDF

Ankiety ekspertów : Runda 2

Dział I: Podstawowe trendy Społeczeństwa Informacyjnego

ID użytkownika: 284

Globalne trendy technologiczne i społeczne oraz bariery rozwojowe, potencjalne problemy i wyzwania mające wpływ na rozwój SWD i systemów eksperckich

Lp.	Określenie trendu	Stan Obecny	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Stan w roku 2030	Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia
1.	Produkt Globalny Brutto (2011=100%)	105	115	140	180	250	Nastąpi dalszy dynamiczny rozwój krajów azjatyckich, a po roku 2020 również afrykańskich. Stan obecny dotyczy 2012, wzrost liczony jest w cenach stałych.
2.	PKB w Polsce (2011=100%)	102	108	120	130	140	Prognozowane jest spowolnienie średniorocznego wzrostu PKB po roku 2020 związane ze zmniejszonym dopływem środków UE oraz depopulacją.
3.	Udział sektora ICT w Produkcie Globalnym Brutto (w%) - wszystkie kraje świata	5	6	8	10	12	Średnioroczny wzrost udziału sektora ICT w produkcie globalnym brutto będzie niższy niż w Polsce, gdzie rozwój informatyki - oprócz sprzedaży oprogramowania i usług producentów globalnych - oparty będzie dodatkowo na usługach i oprogramowaniu rodzimych firm.
4.	Udział sektora ICT w PKB (w%) - Polska	5	5	10	15	20	Wzrost udziału sektora ICT w Polsce będzie związany z ogólnym rozwojem technologicznym kraju. Stan w 2011 wg "Raportu o stanie sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce w latach 2011-2012" (PARP), udział w UE-27 w 2010=4,3%
5.	Wartość rynku oprogramowania - kraje OECD (w %, 2011=100%)	110	120	150	300	340	Wzrost znaczenia technologii komputerowych i komunikacyjnych (zwłaszcza Internetu) na rynku B2B, B2C. Nastąpi również rozwój rynku B2G
6.	Wartość rynku oprogramowania - Polska (w mld PLN)	30	32	35	40	50	Wzrost zapotrzebowania na oprogramowanie w Polsce będzie proporcjonalny do iloczynu wzrostu PKB i udziału sektora ICT w PKB, oszacowanie wartości tego rynku podane są wg danych na stronie egospodarka.pl.
7.	Ilość informacji powszechnie dostępnej poprzez przeglądarki i wyszukiwarki internetowe - w Exabyte'ach (10^{18}B)	5	6	7	8	10	Do roku 2025 nastąpi dalszy szybki rozwój internetu (dane wg IDC Research), wzrastać będzie ilość dostępnej informacji generowanej i transmitowanej przez sieci sensorów, bez bezpośredniego udziału człowieka.
8.	Roczna globalna transmisja danych - w Exabyte'ach (10^{18}B)	700	900	2500	7500	25000	Roczna globalna transmisja danych wg prognozy CISCO z 2013 w 2018 wyniesie 1,8 zettabyte'a.
9.	Procentowy udział osób mających regularny dostęp do internetu w Polsce (w domu, w szkole lub w pracy)	60	65	75	85	100	Po roku 2025 nie będzie w praktyce występować "digital divide", pozostaną osoby nie korzystające z internetu z własnego wyboru. (http://www.ekonomia.rp.pl).
10.	Roczne globalne nakłady na naukę (w mld dolarów - bez uwzględniania inflacji)	1400	1600	1700	1800	1900	Wzrost nakładów w krajach rozwijających się nałoży się na dalszy, lecz wolniejszy wzrost nakładów w krajach rozwiniętych. Prognoza wg http://www.rdmag.com.
11.	Roczne nakłady na naukę w UE (w % PKB, 2011=100%)	102	105	108	112	115	Stan w 2011 wg oceny realizacji Strategii Lizbońskiej z roku 2010, poziom nakładów na badania ok. 1,9% PKB w UE utrzymuje się od kilku lat (http://www.asbmb.org, http://www.rdmag.com).
12.	Nakłady na badania naukowe w Polsce (w %PKB)	0.7	0.8	1	1.2	1.4	Dane wg skorygowanej prognozy MNiSW z 2012 roku.
13.	Globalna liczba użytkowników internetu (w mln)	2200	2400	2800	3200	4400	Zestawienie własne różnych prognoz, m.in. http://www.cisco.com.
14.	Globalna ilość użytkowników internetu posiadających dostęp poprzez urządzenia mobilne (w mln)	1000	1300	1800	2500	3500	Większość przyrostu liczby użytkowników Internetu w krajach rozwijających się związana będzie z dostępem mobilnym.
15.	Ilość użytkowników internetu w Polsce posiadających dostęp poprzez urządzenia mobilne (w mln)	4	6	10	15	22	Wartości oszacowane na podstawie prognoz ilości klientów operatorów telekomunikacji mobilnej w Polsce.
16.	Ilość osób posiadających wyższe wykształcenie informatyczne w UE (w % populacji)	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	Założono dodatni bilans migracji informatyków do UE. Nastąpi jednak dalsze zróżnicowanie tego udziału w różnych krajach UE na korzyść krajów najwyżej rozwiniętych.
17.	Ilość osób posiadających wyższe wykształcenie informatyczne w Polsce (w tys.)	200	250	300	360	400	Średnia ilość absolwentów informatyki i kierunków pokrewnych będzie się wahać od 12 do 15 tys. rocznie, bilans migracji będzie początkowo ujemny, potem się ustabilizuje. Bilans demograficzny będzie początkowo dodatni (niewielka ilość informatyków rozpoczynała studia w latach 70'tych i wcześniej), po roku 2025 ustabilizuje się.
18.	Indeks cen podstawowych komponentów elektronicznych w % (2011=100%)	95	90	85	75	65	Dotyczy komponentów podstawowych o największej sprzedaży i zmiennych parametrach technicznych.

Powrót

Rys. 10.1. Przykład odpowiedzi na pytania Działu 1 ankiety w II rundzie badania.

Kolejnym spostrzeżeniem, odnoszącym się do zdecydowanej większości pytań Działu 1, jest fakt, że wartości wskaźników analizy statystycznej liczone bez wag i z wagami stanowiącymi współczynniki kompetencji różnią się tylko nieznacznie.

Uzyskane i omówione wyżej wyniki ilościowe warto porównać z jakościową analizą trendów rozwojowych Społeczeństwa informacyjnego, por. np. Tadeusiewicz (2005). Uzupełnieniem badań delfickich w Dziale 1 jest analiza aktywności innowacyjnej i patentowej w Polsce i innych krajach, której poświęcone są Rozdz.8 oraz artykuł Okoń-Horodyńska, Wisła, Sierotowicz (2011).

Bibliografia Rozdziału 10

1. Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. Econometrica 37(3), 424–438.
2. Okoń-Horodyńska E., Wisła R., Sierotowicz T. (2011). Evaluation of the Development Potential of the Information Society in European Union Countries on the Basis of Patent Activity in the ICT Sector. Transformations in Business and Economics, 10(2A), art. 23A.
3. Shapiro, S.S., Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika 52 (3–4) 591–611, doi:10.1093/biomet/52.3-4.591
4. Skulimowski, A.M.J. (2013). Universal Intelligence, Creativity, and Trust in Emerging Global Expert Systems. W: Rutkowski, i in. (red.). Artificial Intelligence and Soft Computing. 12th International Conference, ICAISC 2013, Zakopane, Poland, Proceedings, Part II. Lecture Notes in Artificial Intelligence 7895, Springer-Verlag, (zakceptowane do druku).
5. Tadeusiewicz, R. (2005). O potrzebie naukowej refleksji nad rozwojem społeczeństwa informacyjnego. W: G. Bliźniuk, J.S. Nowak (red.) "Społeczeństwo informacyjne 2005", PTI, Katowice, s.11-38.
6. Tapio, P. (2003). Disaggregative policy Delphi: using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation. Technological Forecasting and Social Change, 70(1), 83-101.

Streszczenie. Niniejszy rozdział prezentuje i omawia wyniki badania delfickiego poswieconego najwazniejszym globalnym, makroekonomicznym i technologicznym trendom mającym wpyw na rozwój społeczeństwa informacyjnego w Polsce. Stanowi on tym samym wprowadzenie do dalszej części ankiety poświęconej konkretnym technologiom społeczeństwa informacyjnego. Respondenci mieli za zadanie przedstawienie charakterystyk ilościowych globalnych trendów technologicznych i społecznych oraz bariery rozwojowe, potencjalne problemy i wyzwania mogące mieć wpływ na rozwój systemów wspomagania decyzji (SWD), eksperckich, neurokognitywnych i wizyjnych. Dział ten zawierał łącznie 13 pytań w rundzie I oraz 18 pytań w rundzie II.

Słowa kluczowe: badanie delfickie online, analiza wielorundowa, scenariusze, foresight, megatrendy, trendy globalne, makroekonomia, analiza statystyczna.

Rezultaty badań delfickich w zakresie systemów eksperckich i wspomagania decyzji oraz rekomenderów

11

Marek Czerni,
Dariusz Kluz,
Antoni Ligęza,
Andrzej M.J. Skulimowski,
Ewa Szymlak,
Ryszard Tadeusiewicz

Dział 2 obejmuje 166 pytań zgrupowanych w 14 tezach, które dotyczą zagadnień badanych w ramach zadań 4 i 5 projektu SCETIST. Dział ten stanowił główną część badania delfickiego przeprowadzonego w ramach tego projektu. Niniejszy rozdział zawiera analizę tez 1-8 tego działu poświęconych głównie systemom wspomagania decyzji i systemom rekomedującym.

Obok analizy statystycznej odpowiedzi, obejmującej m.in. tzw. „dip test" unimodalności (Hartigan & Hartigan, 1985) oraz testu normalności rozkładu Shapiro i Wilka (1965) podajemy również wybrane na podstawie reprezentatywności lub oryginalności wypowiedzi ekspertów, zamieszczone w polu „Uwagi, wyjaśnienia, źródła i uzasadnienia" przypisanym do każdego pytania. Niektóre z nich zostały zredagowane po względem stylistycznym, przy zachowaniu pierwotnego sensu wypowiedzi. Ogólna metodyka badania opierała się na wcześniejszych raportach technicznych projektu (Skulimowski i in., 2010), a także np. na Rowe, Wright (1999), von der Gracht (2012). Wstępne wyniki I. rundy badania były publikowane w Skulimowski (2011).

11.1. Teza 1. Nastąpi dalszy rozwój i zwiększenie zakresu zastosowań systemów wspomagania decyzji (SWD)

Podczas wstępnej analizy zagadnień, które powinny być poddane ocenie ekspertów w badaniu delfickim, postawiono hipotezę, że dostęp do coraz większych zasobów informacji w Internecie zwiększa jednocześnie potrzebę wykorzystania tej informacji przy podejmowaniu różnorodnych decyzji, także tych, które wcześniej podejmowane były w oparciu o ustalone od dawna reguły. Celem niniejszej tezy jest uzyskanie opinii na temat nowych obszarów zastosowań SWD oraz powiązanych z nimi funkcjonalności i architektur.

Pytanie 1.1. Powstaną nowe funkcjonalności i obszary zastosowań SWD (proszę wpisać najważniejsze z nich w rubryce odpowiadającej najbardziej prawdopodobnemu okresowi wprowadzenia ich w SWD)

Pytanie 1.1 należało do tzw. pytań wolnych, na które respondenci mogli podawać dowolne odpowiedzi, wpisując je do odpowiedniej rubryki (2015, 2020, 2025, a także „do roku 2030").

Tab. 11.1. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 1.1.

Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2015	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2020	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2025	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2030
1. Zastosowania medyczne: diagnostyka chorób rzadkich, większa automatyzacja diagnostyki medycznej, kon-	1.Dalszy rozwój zastosowań medycznych: większa automatyzacja diagnostyki medycznej,	1. Dalszy rozwój zastosowań w medycynie i finansach, a także zastosowanie w bioinżynierii, coraz	1. Dalszy rozwój zastosowań w medycynie i finansach, jeszcze bardziej

Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2015	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2020	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2025	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2030
sultacje medyczne przez Skype, wspomaganie dietetyki i codziennej suplementacji. 2. Zastosowania dotyczące zarządzania zasobami ludzkimi: doradztwo personalne w chmurze, wspomaganie wyboru pracowników, pomoc dla bezrobotnych w poszukiwaniu pracy. 3 Finanse i zarządzanie biznesem: wspomaganie inwestycji finansowych, analiza notowań giełdowych, częściowa automatyzacja procesów biznesowych. 4. Wyszukiwanie i przetwarzanie informacji, analiza danych: systemy wyszukiwania informacji naukowej, mechanizmy zbierania informacji potrzebnych do podjęcia decyzji, analiza danych z różnych mediów i wyświetlanie informacji w czasie rzeczywistym o aktualnym stanie otoczenia. 5.Zastosowania w życiu codziennym: wspomaganie decyzji dotyczące zakupów, wyboru nieruchomości sprzętu, itd. 6. Produkcja i logistyka: logistyka w przedsiębiorstwie, wspomaganie sterowania procesami produkcyjnymi. .	personalne doradztwo medyczne, pomoc lekarzom podczas operacji w czasie rzeczywistym, systemy opieki nad osobami starszymi i chorymi. 2. Zastosowania w biznesie, finansach i produkcji: optymalizacja procesów produkcyjnych, analiza rynku, wspieranie decyzji związanych z finansami i ERP, zarządzanie portfelem, systemy oceniające zdolności kredytową, systemy inwestycyjne. 3. Systemu alarmowe: wykrywanie zagrożeń dla zdrowia i życia pacjenta w czasie rzeczywistym, wspomaganie ostrzegania przed kataklizmami naturalnymi. 4.Zarządzanie środkami transportu (systemy gromadzące dane o rozlokowaniu i dostępności pojazdów). 5 Doradztwo personalne, wybór kierunku studiów, wybór partnera życiowego, itd. 6. Zarządzanie zasobami ludzkimi, zwłaszcza rekrutacja pracowników.	bardziej zaawansowana diagnostyka medyczna. 2. Wyszukiwanie przetwarzanie informacji analiza danych: zastosowanie w wyszukiwarkach internetowych, analiza danych z różnych mediów i wyświetlanie informacji w czasie rzeczywistym o aktualnym stanie otoczenia. 3 Doradztwo personalne: wspieranie bezrobotnych w poszukiwaniu pracy, wybór miejsca zamieszkania, wybór ścieżki kształcenia, kierunku studiów. 4.Logistyka i produkcja: planowane produkcji i, rozkładu pracy w projektach, optymalizacja procesów produkcyjnych. 5. Zastosowanie w działaniach dotyczących bezpieczeństwa: wspomaganie decyzji w armii, planowanie działań taktycznych, ochrona przeciwterrorystyczna. 6. Systemy wspomagające projektowanie urządzeń, systemy sterowania robotami, szczególnie ich zespołami.	zaawansowana pomoc w leczeniu i diagnozie, zastosowania w zarządzaniu ryzykiem i analizie notowań giełdowych. 2.Systemy alarmowe i wczesnego ostrzegania różnego rodzaju. 3. Zastosowanie w technologiach kosmicznych, do automatycznych obserwacji astronomicznych, sterowania rakietami i innymi pojazdami kosmicznymi. 4. Zastosowania w działaniach dotyczących bezpieczeństwa: zwalczanie terroryzmu, nowe technologie wojenne. 5. Powszechne projektowanie urządzeń, maszyn i budynków przy użyciu SWD. 6. Projektowanie form przemysłowych
7. Systemy alarmowe: systemy wczesnego ostrzegania różnego rodzaju.	7. Zastosowanie do rozwiązywania problemów życia codziennego: wybór	7.Symulacje zasiedlenia innych planet.	7. Sterowanie pojazdami autonomicznymi, np. pilotowanie

Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2015	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2020	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2025	Najważniejsze funkcjonalności i zastosowania w roku 2030
8. Zarządzanie pojazdami (systemy gromadzące dane o rozlokowaniu i dostępności pojazdów i pozwalające na rezygnację z własnego samochodu, analiza ścieżek GPS, reagowanie na nagłe sytuacje, optymalizacja systemów i procesów transportowych	odpowiedniego towaru i usług, konsultacje prawne, turystyka. 8. Zastosowanie w systemach związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa: walka z terroryzmem, wojskowe systemy związane z bezpieczeństwem.		samolotów pasażerskich i wojskowych.

Wypełniający ankietę w swoich komentarzach najczęściej zwracali uwagę na zastosowania w zarządzaniu służbą zdrowia oraz zastosowania medyczne podając różne przykłady takie jak: diagnostyka chorób rzadkich lub większa automatyzacja diagnostyki (profesjonalna diagnostyka w domu), zastosowanie w dziedzinach takich jak dietetyka i suplementacja. Wielu respondentów podawało w odpowiedziach zastosowanie w finansach (wspomaganie inwestycji finansowych, analiza notowań giełdowych), biznesie (automatyzacja procesów biznesowych), logistyce i produkcji, a także w doradztwie personalnym (doradztwo personalne w chmurze, wsparcie bezrobotnych w poszukiwaniu pracy, rekrutacja pracowników, itd.). Niektórzy z respondentów uważali, że w tym okresie nie będzie przełomowych zmian dotyczących obszarów zastosowania SWD, ale nastąpi dalszy rozwój istniejących już zastosowań. W kolejnych okresach respondenci prognozowali dalszy rozwój oraz zwiększenie skali zastosowań w dziedzinach już wymienionych, a także wskazywali zastosowanie między innymi w doradztwie zawodowym i *coachingu* (wybór kierunku studiów, partnera życiowego, miejsca zamieszkania), oraz zarządzaniu środkami transportu (zbieranie informacji o natężeniu ruchu, rozlokowaniu pojazdów i pomoc w wybraniu opcjonalnej trasy). Kilku respondentów zwróciło uwagę na możliwość zastosowań w astronomii i technologiach kosmicznych (eksploracja kosmosu, symulacje dotyczące zasiedlania innych planet) oraz na możliwość zastosowań w systemach alarmowych wczesnego ostrzegania różnego rodzaju.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Semantyczne bazy naukowe w połączeniu z systemami wizualizacji umożliwiają predykcje rozwoju - wizualizacja w ramach projektu Places & Spaces, implementacja w roku 2012 bazy semantycznej VIVO w Europie. Niestety w Polsce brak możliwości finansowych na prowadzenie tego typu badań. Swoje wnioski opieram częściowo na ostatnich informacjach, jakie uzyskałem w ramach projektu DANS realizowanego przez Holenderską Akademię Nauk, brak podobnych działań ze strony PAN".

„Większość SWD posiadać będzie funkcjonalności, które nie będą polegały na wskazywaniu użytkownikom najlepszych możliwości, lecz zmniejszą liczbę parametrów decyzyjnych, według których odbiorcy będą mogli sami decydować o wyborze".

„Powstaną nowe technologie wspomagania decyzji w zastosowaniach militarnych ze względu na narastającą groźbę konfliktów zbrojnych na większą skalę".

„Postępująca bezmyślność ludzka sprawia, że bez systemów wspomagania decyzji mieszkańcy Europy nie będą wkrótce potrafili podjąć samodzielnie żadnej ważnej decyzji."

Pytanie 1.2. Funkcjonalności wymienione w Pytaniu 1.1 związane będą z nowymi technologiami i architekturami informatycznymi stosowanymi w SWD, które pojawią się w przyszłości

W Tab. 11.2. poniżej podane są najważniejsze powiązania pomiędzy funkcjonalnościami, nowymi technologiami i architekturami informatycznymi. W komórkach tabeli podane są średnie arytmetyczne z horyzontów czasowych podawanych przez respondentów jako rok przełomowy dla istotnego powiązania pomiędzy nowymi technologiami, a obszarami ich zastosowań lub funkcjonalnościami obejmującymi grupę zastosowań w zakresie wspomagania decyzji.

Tab. 11.2. Przykładowe odpowiedzi na pytanie nr 1.2

Nowe technologie i architektury informatyczne **Funkcjonalności i obszary zastosowań SWD**	Systemy eksperckie	Obliczenia w chmurze	Algorytmy genetyczne i ewolucyjne
Diagnostyka chorób rzadkich	2020	---	2020
Personalne doradztwo w chmurze	2016	2020	---
Zastosowania w zarządzaniu ryzykiem i analizie notowań giełdowych	2020	---	---
Zarządzanie środkami transportu	---	2015	---

Przykładowe komentarze respondentów na temat nowych technologii i architektur stosowanych w SWD:

„Obserwacje najnowszych doniesień z dziedziny nauki i technologii (m.in. nt. grafenu wraz z jego potencjalnymi zastosowaniami, rozwój informatyki kwantowej) przy uwzględnieniu ostatnich trendów sugerują nadchodzący w najbliższych latach przełom technologiczny w technice obliczeniowej, który będzie mieć duży wpływ na rozwój SWD."

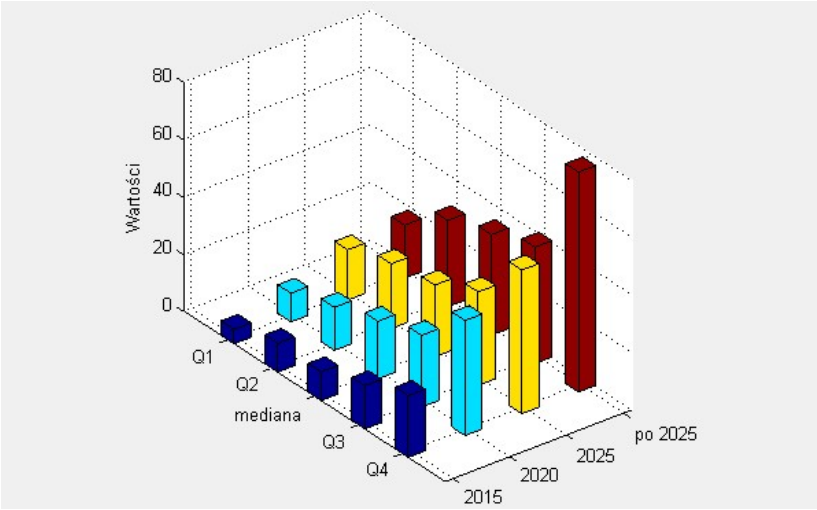
„Dużym wyzwaniem jest budowa komputerów biologicznych, będą one miały znacznie większe możliwości i będą łatwiejsze do implementacji, niż inne opcje rozwoju techniki obliczeniowej. Podstawowym wpływem jaki będą miały na SWD będzie skokowy wzrost prędkości obliczeń oraz rozmiar powiązań przechowywanych w strukturach biologicznych. Wykorzystując w większości naturalne mechanizmy można osiągnąć efekt nieosiągalny przez komputery oparte na krzemie."

„Prace nad tranzystorem balistycznym trwają intensywnie - tranzystor ten pozwoli przyspieszyć obliczenia ok. 1000 razy. Komputery kwantowe i komputery oparte na DNA będą mogły symulować rozmytą logikę, przez co znajdą zastosowanie w procesach symulacyjnych w SWD, m.in. w medycynie."

Pytanie 1.3. Z jakościowym rozwojem SWD związany będzie dodatkowy wzrost liczby użytkowników SWD (w % w stosunku do roku 2012)

Tab. 11.3. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 1.3

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	45	44	44	43
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	pozytywny	Negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	Negatywny
Średnia geometryczna:	121,063	144,293	171,769	209,152
Średni wzrost r/r w %:	6,58	3,57	3,55	4,02
Odchylenie standardowe:	12	21,1	32,7	60,5
Mediana:	15	42,5	55	75
1. Kwartyl (q1):	10	15	25	30
3. Kwartyl (q3):	35	60	137	300
q3/q1:	3,5	4	5,48	10
q3-q1:	25	45	112	270
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna ważona:	120,258	139,576	157,781	173,498
Średni wzrost r/r w %:	6,34	3,02	2,48	1,92
Odchylenie standardowe:	12,9	17,7	24,3	39,7
Mediana:	15	30	50	50
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	30
3. Kwartyl (q3):	35	60	80	100
q3/q1:	7	4	4	3,33
q3-q1:	30	45	60	70



Rys. 11.1. Ilustracja wyników dla pytania 1.3. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost ilości użytkowników SWD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Respondenci w komentarzach wskazywali na przyczyny wzrostu ilości użytkowników korzystających z SWD. Według uczestników ankiety trend ten będzie warunkowany coraz wyższą jakością procesów wspomagania decyzji, zwiększeniem zakresu zastosowań SWD, a także brakiem możliwości analizowania wzrastającej ilości informacji i dużych strumieni danych („big data") tradycyjnymi sposobami.

Przykładowe komentarze ukazujące możliwości przyszłego wykorzystania SWD przez różnych użytkowników:

„Z uwagi na postęp technologiczny będą powstawały techniki coraz bardziej skutecznego automatycznego uczenia systemów eksperckich na podstawie źródeł wiedzy dostępnych już obecnie i tych, które powstaną w przyszłości. Automatyzacja znacznie wpłynie na obniżenie kosztów wprowadzenia SWD co zwiększy liczbę użytkowników. Oferowanie usług w modelu „*software as a service*" (SaaS) spowoduje większą dostępność SWD dla mniejszych przedsiębiorstw. Z kolei znalezienie zastosowań i dostosowanie technologiczne SWD do potrzeb zwykłych ludzi w ich codziennym życiu spowoduje prawdziwą eksplozję liczby potencjalnych odbiorców".

„W roku 2025 SWD zostaną znacznie spopularyzowane i będą używane w prawie każdej dziedzinie życia."

11.2. Teza 2. Nastąpi rozwój rynku komercyjnego oprogramowania systemów wspomagania decyzji

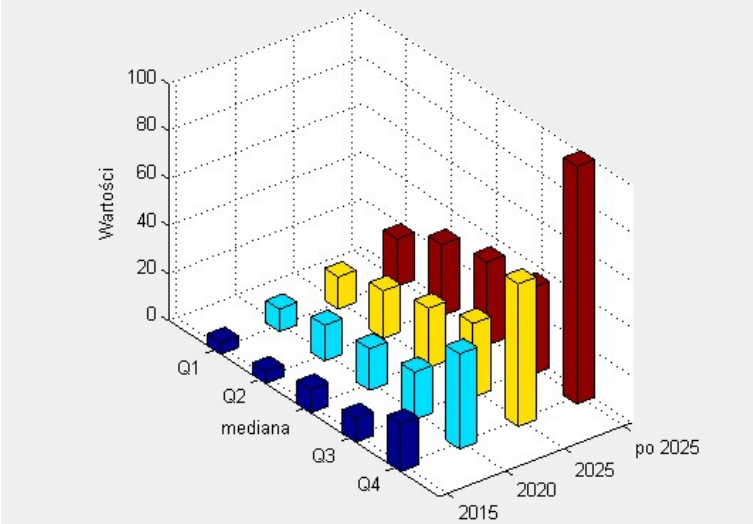
Wraz z analizowanym w Tezie 1 rozwojem jakościowym SWD następować będzie wzrost sprzedaży oprogramowania oraz usług informatycznych związanych z SWD. Kolejna seria pytań dotyczy oszacowania ilościowego wzrostu różnych segmentów globalnego rynku SWD.

Pytnie 2.1. Łączne przychody producentów oprogramowania i operatorów SWD w cenach stałych, zmiana w % w stosunku do 2012 (bez uwzględniania inflacji)

Tab. 11.4. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.1

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	46	46	45	45
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	117,743	136,08	158,802	185,244
Średni wzrost r/r w %:	5,60	2,94	3,14	3,13
Odchylenie standardowe:	12,7	23,9	32,1	53,7
Mediana:	12,5	25	45	55
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	20	50	87,5	100
q3/q1:	4	3,33	4,38	4
q3-q1:	15	35	67,5	75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia geometryczna:	116,446	130,564	146,509	161,366
Średni wzrost r/r w %:	5,21	2,32	2,33	1,95
Odchylenie standardowe:	12,4	17,5	22,3	33,5
Mediana:	10	20	40	50
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	20	40	60	80

q3/q1:	4	2,67	3	3,2
q3-q1:	15	25	40	55



Rys. 11.2. Ilustracja wyników dla pytania 2.1. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost łącznych przychodów producentów oprogramowania i operatorów SWD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci przewidywali wzrost łącznych przychodów producentów oprogramowania i operatorów SWD. Wzrost będzie spowodowany głównie większą liczbą obszarów zastosowań SWD, wzrostem ich popularności, a także zwiększaniem się liczby użytkowników korzystających z takich rozwiązań, czy też ogólnym wzrostem informatyzacji. Niektórzy sugerowali początkowy szybki wzrost przychodów w początkowych okresach, a w następnych spadek.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Podejrzewam, że po szybkim wzroście nastąpi spowolnienie w przychodach producentów oprogramowania i operatorów SWD, być może ze względu na nasycenie rynku takimi usługami. Uważam, że skoro obecnie takie rozwiązania nie są jeszcze popularne (np. w medycynie http://www.ahrq.gov/news/newsletters/research-activities/jun12/0612RA15.html), operatorzy SWD i producenci oprogramowania, będą musieli poczekać na zwiększenie się przychodów."

„Zakładam kilkuprocentowy (przyjąłem 3%) roczny wzrost przychodów ze sprzedaży SWD. Wobec narastającej lawinowo ilości informacji, bez stosowania SWD nie będzie możliwa ich analiza tradycyjnymi sposobami. Dlatego popyt na SWD będzie wzrastał."

Pytanie 2.2. Prognoza udziału przychodów operatorów SWD w łącznych przychodach sektora ICT w %

Tab. 11.5. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.2

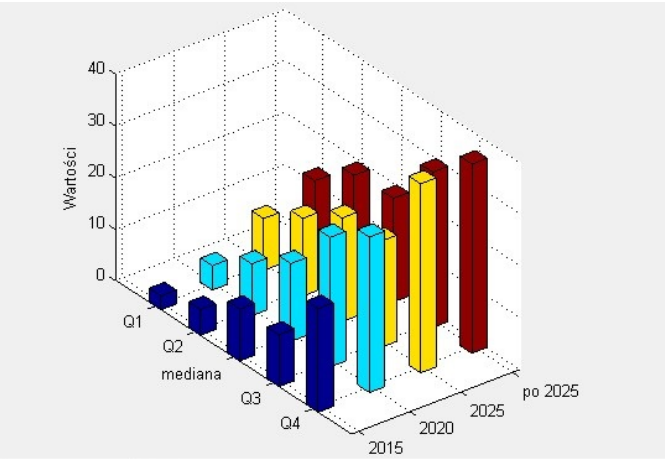
Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	45	45	45	45
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	Pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	Pozytywny
Średnia:	9,703	16,27	23,649	29,865
Odchylenie standardowe:	6,209	10,142	12,297	17,023
Mediana:	10	15	20	25
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	30	40	48,75
q3/q1:	5	6	4	3,25
q3-q1:	12	25	30	33,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów				
Średnia:	10,342	15,671	22,786	25,87
Odchylenie standardowe:	6,435	9,739	11,62	13,245
Mediana:	10	15	20	20
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	20	30	40	40
q3/q1:	6,67	6	4	2,67
q3-q1:	17	25	30	25

Przykładowe komentarze respondentów na temat wzrostu przychodów operatorów SWD:

„Uważam, że przychody operatorów SWD utrzymają się na stałym, wysokim poziomie. Podejrzewam, że przychody podzielą się równo pomiędzy producentów oprogramowania (40%) i operatorów SWD (40%) oraz przewiduję 20% przychodów dla pozostałych udziałowców w rynku."

„Ze względu na nacisk na tworzenie rozwiązań jak najbardziej uniwersalnych (tzw. pudełkowych) dynamicznie rozwijał się będzie rynek usług związanych z dostosowywaniem SWD do potrzeb konkretnych jednostek. Zwiększy się zapotrzebowanie na

usługi doradcze i szkoleniowe w tym zakresie ze strony osób, które chcą wykorzystywać SWD w codziennej pracy i nie mogą sobie pozwolić na zatrudnienie dedykowanego specjalisty, który będzie odpowiadał za SWD w przedsiębiorstwie. Dzięki powszechnemu wykorzystaniu SWD przedsiębiorcy będą mogli podejmować optymalne decyzje, co również wpłynie na wzrost ich przychodów."



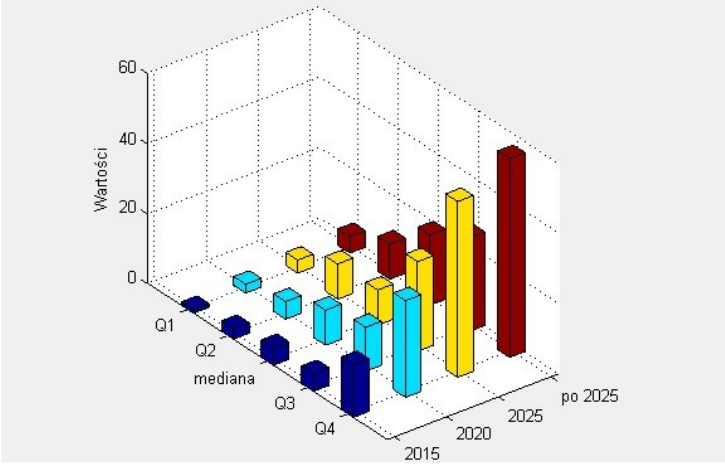
Rys. 11.3. Ilustracja wyników dla pytania 2.3. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost przychodów operatorów SWD w łącznych przychodach branży do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 2.3. Prognoza wzrostu środków na badania związane z rozwojem SWD na świecie w cenach stałych, zmiana w % w stosunku do 2012 (bez uwzględniania inflacji)

Tab. 11.6. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.3

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	45	44	45	45
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	Pozytywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	Negatywny
Średnia geometryczna:	118,965	129,877	140,146	153,305
Średni wzrost r/r w %:	5,96	1,77	1,53	1,81
Odchylenie standardowe:	26,7	33,6	34,4	45,7

Mediana:	5	13	25	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	18,75	40	65	97,5
q3/q1:	6,25	8	6,5	9,75
q3-q1:	15,75	35	55	87,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna ważona:	115,464	124,874	133,484	148,064
Średni wzrost r/r w %:	4,91	1,58	1,34	2,81
Odchylenie standardowe:	20,0	24,0	24,5	37,4
Mediana:	5	10	25	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	5	10
3. Kwartyl (q3):	15	35	45	55
q3/q1:	5	7	9	5,5
q3-q1:	12	30	40	45



Rys. 11.4. Ilustracja wyników dla pytania 2.3. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost środków na badania związane z rozwojem SWD na świecie do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Większość respondentów przewidywała znaczny wzrost środków na badania związane z SWD na świecie, uzasadniając to coraz większą liczbą nowych obszarów zastosowań oraz związanych z tym coraz większymi zyskami.

Inni sugerowali, że wartość środków przeznaczonych na badania jest teraz na odpowiednim poziomie i w związku z tym nie będzie szczególnego wzrostu finansowania badań. Pozostali z respondentów sugerowali początkowo duży wzrost finansowania aż do uzyskania pewnego poziomu, po którym wydatki na badania utrzymają się na stałym poziomie.

Pytanie 2.4. Prognoza przyszłej struktury światowego rynku SWD ze względu na obszary zastosowań

Pytanie 2.4a. Procentowy udział zastosowań SWD w biznesie, finansach przedsiębiorstw i zarządzaniu (SWD jako moduły systemów ERP, z wyjątkiem e-commerce) w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.7. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	45	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	17,838	17,639	17,50	16,111
Odchylenie standardowe:	6,153	6,071	6,135	6,98
Mediana:	20	20	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	25	20	25	20
q3/q1:	2,5	2	2,5	2
q3-q1:	15	10	15	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	17,58	17,384	17,718	15,06
Odchylenie standardowe:	5,699	5,375	6,265	6,358
Mediana:	20	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	25	20	20	20
q3/q1:	2,5	2	2	2
q3-q1:	15	10	10	10

Pytanie 2.4b. Procentowy udział zastosowań SWD w administracji i zarządzaniu publicznym w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.8. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	45	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,486	7,639	9,583	10,417
Odchylenie standardowe:	3,239	2,366	3,882	5,937
Mediana:	5	7,5	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	15
q3/q1:	2	2	2	3
q3-q1:	5	5	5	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,944	8,119	10,111	11,227
Odchylenie standardowe:	3,212	2,311	3,798	5,985
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	15	15
q3/q1:	2	2	3	3
q3-q1:	5	5	10	10

Pytanie 2.4c. Procentowy udział zastosowań SWD w e-commerce w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.9. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4c

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	45	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	nie	nie	nie	Nie
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	9,189	10,694	10,556	11,222
Odchylenie standardowe:	3,343	4,704	4,175	5,673
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	15	15
q3/q1:	2	3	3	3
q3-q1:	5	10	10	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,486	11,429	11,056	12,085
Odchylenie standardowe:	3,225	4,442	4,191	6,124
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	10	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	15	20
q3/q1:	2	1,5	3	4
q3-q1:	5	5	10	15

Pytanie 2.4d. Procentowy udział zastosowań SWD w medycynie (z wyłączeniem zarzadzania służbą zdrowia) w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.10. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	45	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	14,865	19,167	19,722	21,111
Odchylenie standardowe:	4,322	5,757	6,86	7,578
Mediana:	15	20	20	20
1. Kwartyl (q1):	10	15	15	15
3. Kwartyl (q3):	20	25	25	25
q3/q1:	2	1,67	1,67	1,67
q3-q1:	10	10	10	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	15,03	19,611	20,316	22,296
Odchylenie standardowe:	4,24	5,863	6,928	7,969
Mediana:	15	20	20	20
1. Kwartyl (q1):	10	15	15	15
3. Kwartyl (q3):	20	25	30	30
q3/q1:	2	1,67	2	2
q3-q1:	10	10	15	15

Pytanie 2.4e. Procentowy udział zastosowań SWD w obrotach instrumentami finansowymi i zarządzaniu ryzykiem w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.11. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4e

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	44	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,083	12,778	14,028	15,139
Odchylenie standardowe:	4,049	6,131	7,83	8,446
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	10	5	5	10
3. Kwartyl (q3):	15	15	20	20
q3/q1:	1,5	3	4	2
q3-q1:	5	10	15	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	12,843	13,67	15,619	16,698
Odchylenie standardowe:	3,737	6,497	8,025	9,047
Mediana:	10	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	20	20	20
q3/q1:	2	2	2	2
q3-q1:	10	10	10	10

Pytanie 2.4f. Procentowy udział zastosowań SWD w edukacji i badaniach naukowych w całości światowego rynku SWD

Tab. 11.12. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4f

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	44	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,139	10,083	9,917	9,306
Odchylenie standardowe:	2,673	3,811	3,413	3,685
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	12	10	10
q3/q1:	2	2,4	2	2
q3-q1:	5	7	5	5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,588	10,241	10,136	9,31
Odchylenie standardowe:	2,469	3,988	3,549	3,577
Mediana:	5	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	16	15	15
q3/q1:	2	3,2	3	3
q3-q1:	5	11	10	10

Pytanie 2.4g. Procentowy udział zastosowań SWD w HR (wybór rodzaju zatrudnienia, pracowników, pracodawcy, zarządzanie urzędami i agencjami pracy) w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.13. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4g

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	44	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,972	6,889	8,306	7,833
Odchylenie standardowe:	2,39	3,12	4,297	4,295
Mediana:	5	5	10	5
1. Kwartyl (q1):	5	5	4	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	10
q3/q1:	2	2	2,5	2
q3-q1:	5	5	6	5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,223	7,412	8,997	8,845
Odchylenie standardowe:	2,432	3,394	4,418	4,834
Mediana:	5	5	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	15	15
q3/q1:	2	2	3	3
q3-q1:	5	5	10	10

Pytanie 2.4h. Procentowy udział zastosowań SWD w turystyce i rozrywce w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.14. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4h

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	44	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,889	6,444	6,694	7,75
Odchylenie standardowe:	2,444	2,445	2,938	4,245
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	3	5	4	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	10
q3/q1:	3,33	2	2,5	2
q3-q1:	7	5	6	5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,269	6,674	7,16	8,022
Odchylenie standardowe:	2,354	2,278	2,774	4,175
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	10
q3/q1:	2	2	2	2
q3-q1:	5	5	5	5

Pytanie 2.4i. Procentowy udział zastosowań SWD w rozwiązywaniu problemów życia codziennego w całości rynku SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.15. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 2.4i

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	44	44	44	44
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	4,833	6,111	8,028	10,389
Odchylenie standardowe:	1,986	2,819	3,619	5,035
Mediana:	5	5	10	10
1. Kwartyl (q1):	2	3	3	5
3. Kwartyl (q3):	5	10	10	15
q3/q1:	2,5	3,33	3,33	3
q3-q1:	3	7	7	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	5,1	6,677	8,356	10,292
Odchylenie standardowe:	1,853	2,935	3,789	4,555
Mediana:	5	5	10	10
1. Kwartyl (q1):	3	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	5	10	10	15
q3/q1:	1,67	2	2	3
q3-q1:	2	5	5	10

11.3. **Teza 3. Nastąpi rozwój systemów wspomagania decyzji w Polsce**

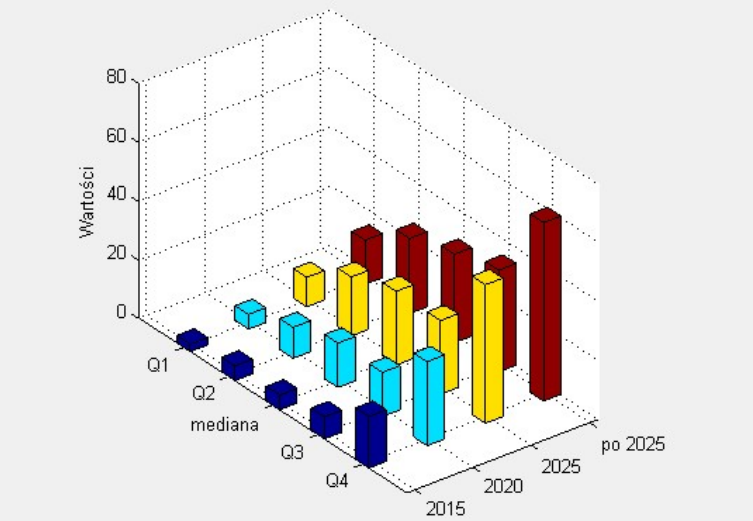
Za analizowanym w tezie 1 rozwojem jakościowym SWD postępować będzie także wzrost sprzedaży oprogramowania oraz usług informatycznych związanych z SWD. Kolejna seria pytań dotyczy oszacowania ilościowego wzrostu rynku SWD, który

może mieć różny przebieg i charakter w różnych krajach. Prosimy o oszacowanie parametrów rozwoju tego rynku w Polsce.

Pytanie 3.1. Proszę podać spodziewane łączne przychody producentów oprogramowania i operatorów SWD w cenach stałych, zmiana w % w stosunku do roku 2012 w Polsce (bez uwzględniania inflacji)

Tab. 11.16. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.1

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	44	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	111,432	121,037	133,929	146,84
Średni wzrost r/r w %:	3,67	1,67	2,04	1,86
Odchylenie standardowe:	8,9	12,7	14,6	23,5
Mediana:	10	20	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	8,75	13,75	15
3. Kwartyl (q3):	15	30	50	75
q3/q1:	3	3,43	3,64	5
q3-q1:	10	21,25	36,25	60
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna:	111,686	122,327	134,026	144,552
Średni wzrost r/r w %:	3,75	1,84	1,84	1,52
Odchylenie standardowe:	8,4	13,9	15,6	23,1
Mediana:	10	15	25	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	15
3. Kwartyl (q3):	15	25	45	70
q3/q1:	3	2,5	3	4,67
q3-q1:	10	15	30	55



Rys. 11.5. Ilustracja wyników dla pytania 3.1. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost łącznych przychodów producentów oprogramowania i operatorów SWD w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Zdania ekspertów w kwestii procentowego wzrostu udziału łącznych przychodów producentów oprogramowania i operatorów SWD w Polsce były podzielone. Część uważała, że sytuacja będzie odzwierciedlać sytuację na świecie, a część sugerowała wolniejszy wzrost w porównaniu do tendencji globalnych. Respondenci, podobnie jak w przypadku produkcji światowej, przewidywali, że przyczyną wzrostu przychodów będzie rozwój popularności SWD oraz zwiększająca się liczba ich zastosowań.

Przykładowe komentarze:

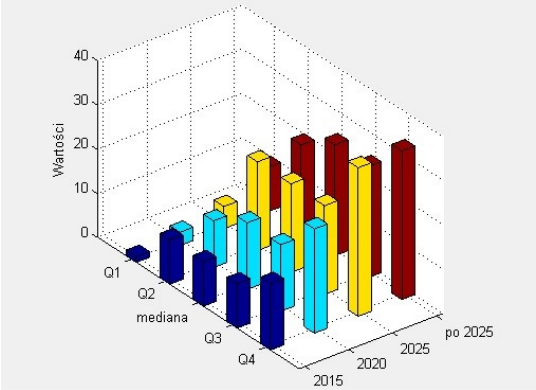
„Pomimo, że udział polskich producentów SWD w globalnym rynku obecnie nie jest wysoki - sądzę, że rozwój tego rynku w Polsce będzie tak samo dynamiczny jak w innych krajach."

„Wydaje mi się, że przychody producentów oprogramowania i operatorów SWD w Polsce będą wzrastać wolniej niż w ujęciu globalnym, ze względu na mniejsze zainteresowanie takimi usługami w naszym kraju. Sam wzrost przychodów wynikać będzie z rozpowszechnienia SWD ze względu na ich dokładność i efektywność."

Pytanie 3.2. Prognoza udziału przychodów operatorów SWD w łącznych przychodach branży ICT w % w Polsce

Tab. 11.17. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.2

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	Pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	Pozytywny
Średnia:	10,029	12,914	20,429	24,714
Odchylenie standardowe:	7,908	8,741	13,084	15,864
Mediana:	10	10	20	20
1. Kwartyl (q1):	3	4,75	5	10
3. Kwartyl (q3):	15	20	35	35
q3/q1:	5	4,21	7	3,5
q3-q1:	12	15,25	30	25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,323	14,392	21,947	24,872
Odchylenie standardowe:	8,222	8,694	13,005	14,357
Mediana:	10	10	20	20
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	15	20	35	35
q3/q1:	5	4	3,5	3,5
q3-q1:	12	15	25	25



Rys. 11.6. Ilustracja wyników dla pytania 3.2. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost udziału przychodów operatorów SWD w łącznych przychodach branży w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Podobnie jak w pytaniu poprzednim zdanie ekspertów w kwestii procentowego wzrostu udziału łącznych przychodów producentów oprogramowania i operatorów SWD w przychodach branży w Polsce było podzielone. Część uważała, że sytuacja będzie odzwierciedlać sytuację na świecie, a część zakładała wolniejszy wzrost w porównaniu z innymi krajami. Respondenci uzasadniali swoje prognozy w analogiczny sposób jak w pytaniu 2.2.

Przykładowy komentarz:

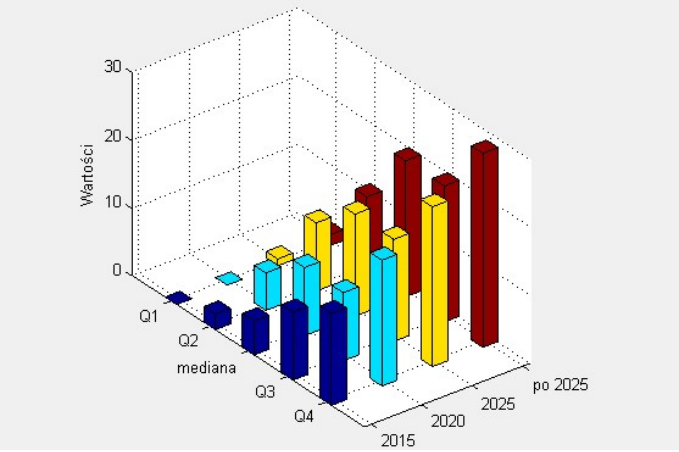
„Polska nie będzie odbiegać pod tym względem znacząco od innych krajów."

Pytanie 3.3. Prognoza wzrostu środków na badania związane z rozwojem SWD w Polsce w cenach stałych, zmiana w % w stosunku do 2012 (bez uwzględniania inflacji)

Tab. 11.18. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.3

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	107,603	112	118,572	128,345
Średni wzrost r/r w %:	2,47	0,80	1,15	1,60

Odchylenie standardowe:	6,2	7,9	9,6	16,9
Mediana:	5	10	20	25
1. Kwartyl (q1):	1	3	5	5
3. Kwartyl (q3):	12,75	20	30	50
q3/q1:	12,75	6,67	6	10
q3-q1:	11,75	17	25	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna:	108,738	113,035	118,111	126,088
Średni wzrost r/r w %:	2,83	0,78	0,88	1,32
Odchylenie standardowe:	6,5	8,3	9,2	15,9
Mediana:	5	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	1	3	4	5
3. Kwartyl (q3):	15	20	30	40
q3/q1:	15	6,67	7,5	8
q3-q1:	14	17	26	35



Rys. 11.7. Ilustracja wyników dla pytania 3.3. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost środków na badania związane z rozwojem SWD w Polsce w do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część ekspertów uważała, że finansowanie badań związanych z rozwojem SWD będzie rosło, jednak wzrost nie będzie tak duży, jak w innych krajach.

Przykładowe komentarze:

„Uważam, że tak jak w ujęciu globalnym, po szybkim wzroście nakładów finansowych na badania nastąpi stagnacja. Jednak przeznaczone środki na finansowanie badań w Polsce w tym zakresie będą mniejsze niż w pozostałych krajach. Bez rozpowszechnienia i poznania roli, jaką może spełniać SWD, rozwój takich systemów nie będzie w Polsce wystarczająco dofinansowany."

„Z uwagi na ogólnie niski poziom finansowania badań i niski nacisk na rozwój nowych rozwiązań i innowacyjność sądzę, że wzrost nakładów na badania będzie w Polsce niższy niż w innych krajach."

Pytanie 3.4. Prognoza podziału rynku SWD w Polsce ze względu na obszary zastosowań

Podobnie jak pytanie 2.4, pytanie 3.4 dotyczyło struktury rynku SWD w dziesięciu predefiniowanych kategoriach, identycznych jak w pytaniu 2.4, w odniesieniu do Polski.

Pytanie 3.4a. Procentowy udział zastosowań SWD w Polsce w biznesie, finansach przedsiębiorstw i zarządzaniu (SWD jako moduły systemów ERP, z wyjątkiem e-commerce) w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.19. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	42	42
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	18	18,143	18,235	16,912
Odchylenie standardowe:	6,69	7,442	6,408	6,861
Mediana:	20	20	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	25	25	25	20
q3/q1:	2,5	2,5	2,5	2
q3-q1:	15	15	15	10

Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	16,409	17,284	16,799	15,476
Odchylenie standardowe:	6,173	6,91	5,527	5,301
Mediana:	20	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	20	20	20
q3/q1:	2	2	2	2
q3-q1:	10	10	10	10

Pytanie 3.4b. Procentowy udział zastosowań SWD w administracji i zarządzaniu publicznym w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.20. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,057	8,2	9,514	9,4
Odchylenie standardowe:	2,911	2,942	4,051	4,367
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	15	11,25
q3/q1:	2	2	3	2,25
q3-q1:	5	5	10	6,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,436	8,181	9,544	9,723
Odchylenie standardowe:	2,65	2,759	4,12	4,403

Mediana:	5	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	15	15
q3/q1:	2	2	3	3
q3-q1:	5	5	10	10

Pytanie 3.4c. Procentowy udział zastosowań SWD w e-commerce w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.21. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4c

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	42	43	42
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	9,429	10	10,943	10,353
Odchylenie standardowe:	3,588	4,249	5,519	4,656
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	15	15
q3/q1:	2	3	3	3
q3-q1:	5	10	10	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,651	10,804	11,042	10,924
Odchylenie standardowe:	3,132	3,959	5,44	4,715
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	15	15
q3/q1:	2	3	3	3
q3-q1:	5	10	10	10

Pytanie 3.4d. Procentowy udział zastosowań SWD w medycynie (z wyłączeniem zarzadzania służbą zdrowia) w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.22. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	42	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,794	15,286	16,286	17,429
Odchylenie standardowe:	4,45	6,297	6,68	6,066
Mediana:	12,5	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	20	20	25
q3/q1:	4	2	2	2,5
q3-q1:	15	10	10	15
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,891	14,842	15,736	17,141
Odchylenie standardowe:	4,52	6,614	7,162	6,014
Mediana:	10	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	5	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	15	20	20	25
q3/q1:	3	4	2	2,5
q3-q1:	10	15	10	15

Pytanie 3.4e. Procentowy udział zastosowań SWD w obrotach instrumentami finansowymi i zarządzaniem ryzykiem w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.23. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4e

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	13,143	12,286	13,429	13,429
Odchylenie standardowe:	4,725	5,047	4,904	5,888
Mediana:	15	10	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	8,75	5	5
3. Kwartyl (q3):	20	15	20	20
q3/q1:	2	1,71	4	4
q3-q1:	10	6,25	15	15
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	13,576	12,894	13,438	14,416
Odchylenie standardowe:	5,309	5,592	4,937	5,813
Mediana:	15	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	20	20	20
q3/q1:	2	4	2	2
q3-q1:	10	15	10	10

Pytanie 3.4f. Procentowy udział zastosowań SWD w edukacji i badaniach naukowych w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.24. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4f

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,886	8,486	7,771	7,2
Odchylenie standardowe:	4,362	4,484	3,121	3,382
Mediana:	8	7	8	5
1. Kwartyl (q1):	4,75	4	4,75	5
3. Kwartyl (q3):	10	12	10	10
q3/q1:	2,11	3	2,11	2
q3-q1:	5,25	8	5,25	5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,759	8,663	8,213	7,723
Odchylenie standardowe:	4,751	4,451	3,215	3,631
Mediana:	5	10	10	5
1. Kwartyl (q1):	4	4	4	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	10	10
q3/q1:	2,5	3,75	2,5	2
q3-q1:	6	11	6	5

Pytanie 3.4g. Procentowy udział zastosowań SWD w Polsce w HR (wybór rodzaju zatrudnienia, pracowników, pracodawcy, zarządzanie urzędami i agencjami pracy) w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognozy

Tab. 11.25. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4 g

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Średnia:	6,771	6,914	8,086	8,514
Odchylenie standardowe:	3,337	3,122	3,662	3,81
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	3	4	4	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	10
q3/q1:	3,33	2,5	2,5	2
q3-q1:	7	6	6	5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,726	7,265	7,851	9,032
Odchylenie standardowe:	3,278	3,245	3,182	3,987
Mediana:	5	5	10	10
1. Kwartyl (q1):	4	4	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	15
q3/q1:	2,5	2,5	2	3
q3-q1:	6	6	5	10

Pytanie 3.4h. Procentowy udział zastosowań SWD w turystyce i rozrywce w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.26. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4h

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030

Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	43	43	43	43
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,514	5,371	6,143	6,629
Odchylenie standardowe:	2,691	2,599	3,505	3,956
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	3	2,75	3	3
3. Kwartyl (q3):	6,25	10	10	10
q3/q1:	2,08	3,64	3,33	3,33
q3-q1:	3,25	7,25	7	7
Średnia:	5,142	5,215	6,604	6,922
Odchylenie standardowe:	2,045	2,541	3,763	4,011
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	3	3	3	4
3. Kwartyl (q3):	5	10	10	10
q3/q1:	1,67	3,33	3,33	2,5
q3-q1:	2	7	7	6

Pytanie 3.4i. Procentowy udział zastosowań SWD w rozwiązywaniu problemów życia codziennego w całości rynku SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.27. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 3.4i

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	42	42	42	42
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	4,441	5,853	7,588	8,176
Odchylenie standardowe:	2,591	2,762	3,478	4,574
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	1	3	4	4

3. Kwartyl (q3):	5	10	10	12,5
q3/q1:	5	3,33	2,5	3,13
q3-q1:	4	7	6	8,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	4,363	6,276	8,162	8,351
Odchylenie standardowe:	2,365	2,827	3,436	4,544
Mediana:	5	5	10	10
1. Kwartyl (q1):	1	4	5	4
3. Kwartyl (q3):	5	10	10	15
q3/q1:	5	2,5	2	3,75
q3-q1:	4	6	5	11

11.4. **Teza 4. Do roku 2025 powstaną nowe metody sztucznej inteligencji stosowane w SWD**

Oprócz powstania nowych funkcjonalności i architektur oraz rozszerzenia zakresu zastosowań, na efektywność funkcjonowania SWD wpływać będą nowe metody i algorytmy analizy i prezentacji danych. Można założyć, że najszybszy postęp w tym zakresie nastąpi tam, gdzie dotychczas stosowane metody okazały się zawodne lub nieadekwatne. Poniżej prosimy o podanie najbardziej perspektywicznych kierunków badawczych związanych z SWD.

Pytanie 4.1. W SWD znajdą zastosowanie istniejące, lecz niestosowane do tej pory na szerszą skalę metody sztucznej inteligencji. W kolumnie odpowiadającej najbardziej prawdopodobnemu terminowi ich powszechnego zastosowania w SWD proszę wpisać nazwy metod i ich przewidywany udział w implementacjach SWD (jako procent implementacji, w których zastosowano daną metodę, w odniesieniu do wszystkich implementacji SWD)

Wybór reprezentatywnych i najbardziej istotnych odpowiedzi na to pytanie podany jest w Tab. 11.28.

Tab. 11.28. Reprezentatywne (najczęściej się powtarzające) odpowiedzi na pytanie 4.1. Wartości procentowe udziału implementacji danej metody w SWD są średnimi z odpowiedzi wskazujących na daną metodę w określonym horyzoncie czasowym

Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Logika rozmyta -30% *Fuzzy linear temporal logic* -5% Ontologie - 80% Data mining - 75% Sieci bayesowskie -50% Statystyczne systemy uczące -40% Sieci Petriego - 80% Pomoc kontekstowa - 50% Programowanie dynamiczne-10% Algorytmy wyszukiwania i sortowania -50% Systemy agentowe -10% SVM (metoda wektorów nośnych) - 20% Sztuczne sieci neuronowe - 20% Specjacja w algorytmach genetycznych - 3% Automatyczne przetwarzanie języka naturalnego -10% Autonomiczne wyszukiwanie informacji - 33%	Obliczenia ewolucyjne - 55% Wnioskowanie dynamiczne -50% Algorytmy genetyczne - 60% *Arithmetic fuzzy logic* - 10% *Fuzzy linear temporal logic* -15% Impulsowe sieci neuronowe -30% Sieci bayesowskie -55% Kognitywistyka -15% Metoda wektorów nośnych (SVM) -15% Algorytmy heurystyczne -20% Logika rozmyta -40% Teoria zbiorów przybliżonych (rough sets)-20% Specjacja w algorytmach genetycznych -5% *Crowdsourcing* -5% Automatyczne przetwarzanie języka naturalnego -15% Optymalizacja metodą roju cząstek (*particle swarm optimization*) - 10% Hybryda ukrytych modeli Markowa i sieci neuronowych do rozpoznawania mowy/mówców -5% Autonomiczne wyszukiwanie informacji -50% Pokonywanie barier kognitywnych -40%	*Arithmetic fuzzy logic* - 15% *Fuzzy linear temporal logic* -25% Analiza klastrów rozproszonych -50% Logika rozmyta -100% Sztuczne sieci neuronowe -30% Uczenie maszynowe - 45% Algorytmy neurokognitywne w zakresie systemu percepcji -5% Metoda wektorów nośnych (SVM) -20% Obliczenia kwantowe - 5% Algorytmy heurystyczne -25% Algorytmy genetyczne i ewolucyjne -20% Teoria zbiorów przybliżonych (rough sets) -35% Sieci bayesowskie -55% Hybryda ukrytych modeli Markowa i sieci neuronowych do rozpoznawania mowy/mówców -10% Autonomiczne wyszukiwanie informacji - 75% Pokonywanie barier kognitywnych - 35% Rozpoznawanie wzorców –40%	*Probabilistic temporal logic* -10% *Fuzzy linear temporal logic* -25% *Arithmetic fuzzy logic* - 15% *Hidden Markov Model* (HMM) -100% Sztuczna twórczość-50% Całkowicie autonomiiczna sztuczna inteligencja - 40% Wnioskowanie dynamiczne -20% Obliczenia kwantowe - 45% Hybryda ukrytych modeli Markowa i sieci neuronowej do rozpoznawania mowy/mówców -15% Algorytmy heurystyczne -15% Algorytmy genetyczne i ewolucyjne -25% Algorytmy neurokognitywne w zakresie podejmowania autonomicznych decyzji – 5% Teoria zbiorów przybliżonych (rough sets) -35% Autonomiczne wyszukiwanie informacji - 90% Pokonywanie barier kognitywnych - 30% Rozpoznawanie wzorców -30% Wnioskowanie logiczne (przetwarzanie reguł) - 20%

Eksperci wymieniając metody sztucznej inteligencji powoływali się na fachową literaturę oraz artykuły naukowe dotyczące rozwoju sztucznej inteligencji dostępne pod następującymi linkami http://dx.doi.org/10.1109/ICINFA.2010.5512413 oraz http://dx.doi.org/10.1109/FSKD.2007.458. Niektóre z wymienianych metod, takie jak "*surmounting constraints*", dotyczą określonych zastosowań, np. w grach komputerowych (https://wiki.bath.ac.uk/display/BISAI/Research+Game+Intelligence). Inne, np.

„*recognizing patterns*", „*making logical inferences*", automatyczne wyszukiwanie informacji, są bardziej uniwersalne.

Wybrane komentarze respondentów:

„Jedną z bardzo ciekawych metod sztucznej inteligencji jest hybrydowy model ukrytych modeli Markowa i sieci neuronowych. Jest on używany np. do rozpoznawania mowy. Rozwiązanie to może być zastosowane w identyfikacji i weryfikacji użytkowników SWD, co z kolei znajdzie zastosowanie w szeroko pojętej administracji (wg http://ftp.icsi.berkeley.edu/ftp/pub/speech/papers/icassp99-boost.pdf zabezpieczanie dostępu, automatyczna transkrypcja). Uważam, że systemy z takimi funkcjonalnościami pojawią się na szerszą skalę nie wcześniej niż w roku 2020 i będą stanowić niski, ale rosnący segment implementacji SWD."

„Technologie, i działy informatyki, takie jak *Data Mining*, *Big Data*, automatyczne przetwarzanie języka naturalnego, a także innowacje organizacyjno-technologiczne takie jak *crowdsourcing* zyskują obecnie coraz większą popularność i stają się coraz łatwiejsze i tańsze w użyciu w innych dziedzinach informatyki, dlatego przewiduję znaczący wzrost ich wykorzystania również w przypadku SWD."

11.5. Teza 5. Powstaną nowe modele i metody teoretyczne, które będą stosowane w projektowaniu SWD

Wprowadzenie teoretyczne do Tezy 5 pokrywało się z wprowadzeniem do pozostałych tez Działu 2 dotyczących Systemów Wspomagania Decyzji.

Pytanie 5.1 Proszę podać, czego najprawdopodobniej będą dotyczyć nowe modele i metody teoretyczne stosowane w projektowaniu SWD, na bazie jakich istniejących metod powstaną i z jakich metod matematycznych będą korzystać, jaki jest najbardziej prawdopodobny rok ich powstania i zastosowania w SWD

Tab. 11.29. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 5.1

Nazwa modelu	Opis metody lub modelu	Rok powstania	Związek z istniejącymi modelami i metodami	Rok zastosowania w SWD	Związek z funkcjonalnościami SWD	Znaczenie modelu dla technologii informatycznych stosowanych w SWD
Logika probabilistyczna	Logika która będzie posiadała określone prawdopodobieństwo danego wartościowania przy danym układzie operatorów	2015	*Fuzzy logic*	2020	Medycyna, zarządzanie, systemy wspomagania wojska	Bardzo duże
Model symulacji na bazie sztucznej inteligencji	Model oparty na symulowaniu warunków rzeczywistych	2015	Model na bazie modelu symulacyjnego	2020	Diagnozowanie chorób, analiza notowań giełdowych	Model może mieć duże znaczenie dla technologii informatycznych z za-

Nazwa modelu	Opis metody lub modelu	Rok powstania	Związek z istniejącymi modelami i metodami	Rok zastosowania w SWD	Związek z funkcjonalnościami SWD	Znaczenie modelu dla technologii informatycznych stosowanych w SWD
						kresu sztucznej inteligencji
Analiza ekspercka	Model zaawansowanej analizy wyników eksperckich	2015	Systemy eksperckie	2020	Diagnozowanie chorób, analiza notowań giełdowych, udzielanie porad prawnych	Rozbudowa technologii informatycznych odpowiedzialnych za gromadzenie i analizowanie zebranych danych eksperckich
Intuicyjna baza danych	Baza danych zbierająca potrzebne informacje z danej dziedziny na podstawie materiałów z Internetu, konfrontująca ich poprawność i posiadająca możliwość auto-doskonalenia	2020	Ontologie	2030	Odpowiednio zorganizowane i sprawdzone bazy danych są niezbędne do poprawnego działania systemów SWD	Duża i nie zawierająca błędów baza danych stanowi kluczowy punkt podczas podejmowania decyzji, nie można opierać się na materiałach fałszywych, niesprawdzonych
Rozszerzona rzeczywistość	Możliwość wyświetlania informacji zebranych i przetworzonych przez SWD w formie rozszerzonej rzeczywistości (nakładanie obrazu na istniejący obraz z kamery)	2015	Sztuczna rzeczywistość *(virtual reality)*	2020	Łatwość i przejrzystość odczytu danych wyjściowych pomaga w poprawnym zinterpretowaniu wyników	Duże, prezentowanie informacji w czytelny i jasny sposób zwiększa wartość systemu
Model probabilistyczny	Metody bazujące na grafach probabilistycznych	2003	Ta metoda opierać się będzie o ontologie	2015	Rozpoznawanie wzorców.	Skuteczne wdrożenie umożliwi znaczne zwiększenie znaczenia SWD w branży IT.
Generator efektów otoczenia dla pojazdów	Model pozwalający na odwzorowanie wpływu wszystkich warunków zewnętrznych oraz zdarzeń na drodze na wirtualny pojazd	2020	NASA Windtunnel	2020	Samochód mógłby podjąć decyzję za kierowcę, gdyby ten stracił panowanie nad samochodem	Możliwość rozszerzenia modelu na inne środki lokomocji
Wirtualny pomocnik lekarza	Model pozwalający przeprowadzić operacje na wirtualnym	2025	Oculus Rift	2030	Ostrzeganie przed błędami	Mógłby być stosowany do tworzenia apli-

Nazwa modelu	Opis metody lub modelu	Rok powstania	Związek z istniejącymi modelami i metodami	Rok zastosowania w SWD	Związek z funkcjonalnościami SWD	Znaczenie modelu dla technologii informatycznych stosowanych w SWD
	pacjencie pozwoliłby na uniknięcie błędów w świecie realnym				w przeprowadzaniu leczenia	kacji pomagających chirurgom
Grupowe systemy wspomagania decyzji	Komputerowe SWD, które wspomagają decyzje grupowe, znajdą najszersze zastosowanie biorąc pod uwagę wzrastające potrzeby grup decydentów	1990	Metody podejmowania decyzji w strukturyzowanej grupie eksperckiej	2000	-	Łączy techniki komunikacyjne, komputerowe, SWD, sztuczną inteligencję oraz techniki wnioskowania
Real EEG	Metoda analizy sygnału EEG stosowana bezpośrednio w SWD	2020	Zastosowanie tej metody zależy od rozbudowy mobilnej infrastruktury lokalnej, aby można ją stosować nawet na terenach słabo rozwiniętych i zaludnionych (technologie monitoringu z niskiego pułapu)	2025	Interakcja personalna - pełna ochrona informacyjna	Bezpośredni marketing spersonalizowany
Algorytmy kwantowe	Są to algorytmy przeznaczone do działania na komputerach kwantowych, które rozwiązują problemy nierozwiązywalne lub rozwiązywalne w bardzo długim czasie poprzez al.-gorytmy klasyczne	1992	Np. algorytm do szybkiego przeszukiwania baz danych (algorytm Gro-era) może okazać się niezwykle pomocny w procesach decyzyjnych w SWD	2025	Przeszukiwanie baz danych w procesie podejmowania decyzji	Przyspieszenie wyszukiwania danych, co wpłynie na przyspieszenie całego procesu podejmowania decyzji
Zaawansowane modele mózgu	Nastąpi rozwój metod odwzorowujących działanie mózgu, w znacznie bardziej naturalny sposób niż robiły to sieci neuronowe	2025	Rozwinięcie sieci neuronowych, metod soft computingu, metod opartych na probabilistyce, nauce, przetwarzaniu dużej ilości danych	2030	Umożliwią lepsze podejmowanie decyzji, może być wprowadzony pewien rodzaj "intuicji" bazujący na przetworzonym zbiorze danych	Mogą zastąpić obecne modele bazujące na sieciach neuronowych i Bayesa itp. Zapewnią rozumowanie i wyciąganie wniosków bardziej zbliżone do rozumowania człowieka

Nazwa modelu	Opis metody lub modelu	Rok powstania	Związek z istniejącymi modelami i metodami	Rok zastosowania w SWD	Związek z funkcjonalnościami SWD	Znaczenie modelu dla technologii informatycznych stosowanych w SWD
ADM - Advanced Data Mining	Zaawansowana eksploracja danych pozwalająca na zdobywanie wartościowych informacji z pozornie nieprzydatnych zbiorów	2020	Bazowanie na data mining, sieciach neuronowych, logice rozmytej, uwzględnienie nowych problemów związanych z Big Data	2025	Wydobywanie danych do systemów wspomagania decyzji	Lepsze działanie w przypadku rzadkich macierzy danych, automatyczne pobieranie danych z sieci (pozornie nieprzydatnych), więcej danych prowadzi do lepszej skuteczności
Inteligentne systemy wspomagania decyzji	Połączenie systemu wspomagania decyzji z metodami sztucznej inteligencji, czyli np. uczące się systemy wspomagania decyzji	2018	SWD, sztuczna inteligencja, sieci neuronowe, symulacje	2025	Wspomaganie decyzji w diagnostyce medycznej i marketingu.	Duże znaczenie dla technologii informatycznych z zakresu sztucznej inteligencji
Modele wnioskowania	Określenie szczegółowych warunków dla danego procesu decyzyjnego	2023	*Case-Based Reasoning* (CBR)	2027	-	Możliwa będzie implementacja dla konkretnych przypadków
Model kognitywny	Modele opierające się na kognitywistce	2020	Brak	2023	Całkowicie inne podejście w obszarze reprezentacji oraz przetwarzania danych	Out of the box

11.6. **Teza 6. Do roku 2025 powstaną SWD zapewniające lepsze dopasowanie algorytmów wspomagania decyzji do neuronalnych mechanizmów decyzyjnych**

Badania nad neuronalnymi mechanizmami decyzyjnymi rozwinęły się dopiero w ostatnich latach. Szczególną rolę w podejmowaniu decyzji odgrywają tzw. neurony lustrzane, jednak szczegółowy opis procesów podejmowania decyzji, a w szczególności zagadnienie tzw. "wolnej woli" oraz interakcja z różnymi rodzajami pamięci nie są wciąż wystarczająco wyjaśnione.

Pytanie 6.1 Nastąpi zrozumienie neuronalnych mechanizmów podejmowania decyzji umożliwiające dostosowanie SWD do indywidualnych cech decydentów. W kolumnie odpowiadającej najbardziej prawdopodobnemu terminowi odkrycia proszę podać skrócone (hasłowe) określenie tego odkrycia, prognozowany stopień objaśnienia mechanizmów decyzyjnych

Wartości pola wyboru „Stopień objaśnienia" w pytaniu 6.1:

- brak lub słabe
- częściowo
- w dużym stopniu
- całkowicie.

Tab. 11.30. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 6.1

Stan w roku 2015		**Stan w roku 2020**		**Stan w roku 2025**		**Dalszy rozwój do roku 2030**	
Określenie	**Stopień objaś-nienia**	**Określenie**	**Stopień objaś-nienia**	**Określenie**	**Stopień objaś-nienia**	**Określenie**	**Stopień objaś-nienia**
Proste modele neuronów lustrzanych	brak lub słabe	Zlokalizowane części mózgu odpowiadające za wolną wolę;	brak lub słabe	Modele neuronów lustrzanych odpowiedzialne za podejmowanie decyzji	częściowo	Bardziej szczegółowe modele	częściowo
Podejmowanie decyzji w oparciu o reguły	w dużym stopniu	Podejmowanie decyzji w oparciu o zaawansowane sieci neuronowe;	w dużym stopniu	Częściowa sztuczna inteligencja	częściowo	Częściowa sztuczna inteligencja	w dużym stopniu
-	-	Pamięć długotrwała; zostanie dokładnie zbadany wpływ pamięci długotrwałej na podejmowanie decyzji	w dużym stopniu	-	-	Wolna wola; -zostanie częściowo zbadane zagadnienie wolnej woli i jej wpływu na proces podejmowanie decyzji	częściowo
Odczytywanie niektórych zamiarów i myśli z EEG	brak lub słabe	Utworzenie prostego działającego modelu neuronalnego	brak lub słabe	Zrozumienie zasad działania struktur neuronalnych mózgu	brak lub słabe	Zrozumienie działania pamięci,	brak lub słabe

Stan w roku 2015		Stan w roku 2020		Stan w roku 2025		Dalszy rozwój do roku 2030	
Określenie	**Stopień objaś-nienia**	**Określenie**	**Stopień objaś-nienia**	**Określenie**	**Stopień objaś-nienia**	**Określenie**	**Stopień objaś-nienia**
Zrozumienie mechanizmu działania "wolnej woli";	częściowo	Zrozumienie mechanizmu działania "wolnej woli";	w dużym stopniu	Zrozumienie mechanizmu kształtowania się indy-widualnych i społecznych preferencji	w dużym stopniu	Stworzenie używalnych modeli przewidywa-nia rozwoju trendów i preferencji;	w dużym stopniu
Odwzorowa nie struktury mózgu człowieka;	brak lub słabe	Odwzoro-wanie stru-ktury mózgu człowieka	częściowo	Zaawansowa ne metody uczenia-	częściowo	Zaawanso-wane meto-dy uczenia,	w dużym stopniu
Badania nad neuronami lustrzanymi;	brak lub słabe	Pierwsze próby stworzenia sztucznego neuronu lustrzanego	częściowo	Pierwsze prototypy naśladujące ludzkie neu-rony lustrza-ne działające dla prostszych przypadków;	częściowo	Dalszy ro-zwój proto-typów i dążenie do coraz większego stopnia ich zaawanso-wania	częściowo

Przykładowy komentarz respondenta:

„Nawet, jeżeli powstaną kiedyś bardziej szczegółowe modele i będzie znana dokładniej aktywność mózgu w ściśle określonym obszarze odpowiedzialnym za podejmowanie decyzji, nie będzie to wystarczające do dostosowania SWD do indywidualnych cech decydentów, ze względu na dużą trudność w zasymulowaniu tak złożonej struktury jak ludzki mózg. Ponadto wiedza w sieci neuronowej jest rozproszona i nie jest możliwe jej przełożenie na jakikolwiek algorytm. Można wykorzystać stworzoną sieć neuronową bez zagłębiania się w sposób jej działania, ale taka sieć jest wtedy właściwa tylko dla danej osoby, na podstawie której była uczona. Oznacza to w praktyce, że każdy klient musiałby przejść żmudne badania EEG zanim rozwiązanie z neuronami lustrzanymi można byłoby zastosować w jego przypadku."

11.7. **Teza 7. Powstaną kognitywne modele preferencji modelujące procesy decyzyjne w sposób bardziej adekwatny**

W ostatnich latach pojawiło się wiele publikacji dotyczących kognitywnych aspektów podejmowania decyzji, które mogą być uwzględnione przy projektowaniu SWD.

Szczególnie owocne wydają się być badania dotyczące wykrywania i uwzględniania preferencji decydentów w procedurach wspomagania decyzji.

Pytanie 7.1. Do roku 2025 powstaną nowe kognitywne modele dynamiki preferencji, (nie)racjonalności decyzji, które będą zastosowane w SWD. W kolumnie odpowiadającej prawdopodobnemu terminowi powstania modelu proszę podać jego skrócone (hasłowe) określenie, prognozowany stopień objaśnienia mechanizmów decyzyjnych

Wartości pola wyboru „**Stopień objaśnienia"** w pytaniu 7.1:

- brak istotnie nowych modeli
- metody wskazujące nieracjonalność,
- metody i modele przewidujące zmiany preferencji
- metody wzmacniania racjonalności
- metody wykorzystujące nieracjonalność
- modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu

Tab. 11.31. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 7.1

Stan w roku 2015		**Stan w roku 2020**		**Stan w roku 2025**		**Dalszy rozwój do roku 2030**	
Określenie	**Stopień objaśnienia**	**Określenie**	**Stopień objaśnienia**	**Określenie**	**Stopień objaśnienia**	**Określenie**	**Stopień objaśnienia**
Wybór w warunkach niepewności	metody wzmacniania racjonalności	Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności;	metody wzmacniania racjonalności	Decyzje zmienne w czasie	metody i modele przewidujące zmiany preferencji	Decyzje zmienne w czasie	metody i modele przewidujące zmiany preferencji
Modele nieliniowe	modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu	Modele interakcji bezpośredniej	modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu	Algorytmy real activity	metody wzmacniana racjonalności	Brain Interface	modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu
-	brak istotnie nowych modeli	Model ostrzegawczy	metody wskazujące nieracjonalność	-	brak istotnie nowych modeli	Model elastycznego wspomagania decyzji	metody i modele przewidujące zmiany preferencji
-	brak istotnie nowych modeli	Model bazujący na stanach emocjonalnych w oparciu o sieci neuronowe	modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu	Model bazujący na stanach emocjonalnych w oparciu o sieci neuronowe	modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu	-	brak istotnie nowych modeli

Stan w roku 2015		Stan w roku 2020		Stan w roku 2025		Dalszy rozwój do roku 2030	
Określenie	**Stopień objaśnienia**	**Określenie**	**Stopień objaśnienia**	**Określenie**	**Stopień objaśnienia**	**Określenie**	**Stopień objaśnienia**
Pierwsze, nie w pełni udane próby modelowania	brak istotnie nowych modeli	Model mózgu myszy	metody wzmacniania racjonalności	Model mózgu małpy	metody wzmacniania racjonalności	Humanoid-model mózgu człowieka	modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu
Model uwzględniający fobie danego użytkownika w oparciu o badania psychologiczne	brak istotnie nowych modeli	Model uwzględniający fobie danego użytkownika w oparciu o badania psychologiczne	metody i modele przewidujące zmiany preferencji	Model uwzględniający fobie danego użytkownika w oparciu o badania psychologiczne	metody wzmacniana racjonalności	Model uwzględniający fobie danego użytkownika w oparciu o badania psychologiczne	modele dynamiki preferencji niezawodne w dużym stopniu
-	brak istotnie nowych modeli	Model ostrzegawczy	metody wskazujące nie racjonalność	-	brak istotnie nowych modeli	Model elastycznego wspomagania decyzji	metody i modele przewidujące zmiany preferencji

Eksperci byli zgodni odnośnie tego, że powstanie kognitywnych modeli preferencji modelujących procesy decyzyjne w sposób bardziej adekwatny jest bardzo trudnym i skomplikowanym procesem, zależnym od wielu czynników, warunkowanym powstaniem nowych architektur. Według respondentów pierwsze takie modele będą wykorzystywać metody wspomagania racjonalności, gdyż jest to najłatwiejszy z wymienionych mechanizmów. W stosunku do innych metod respondenci byli jeszcze bardziej sceptyczni. Niektórzy uznali, iż nie powstaną satysfakcjonujące modele w tej dziedzinie na przestrzeni najbliższych lat.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Uważam, że nie powstaną nigdy dobre modele tego typu. Wszystkie modele jakie zostaną stworzone mogą stanowić wskazówkę, która pozwoli lepiej przewidywać proces decyzyjny, jednak nigdy nie będą to modele wystarczająco dobre."

„Podejrzewam, że jest to zagadnienie bardzo trudne w implementacji i wprowadzanie nowych rozwiązań zajmie dużo czasu."

11.8. **Teza 8. Nastąpi rozwój systemów eksperckich, zwłaszcza SWD w chmurze.**

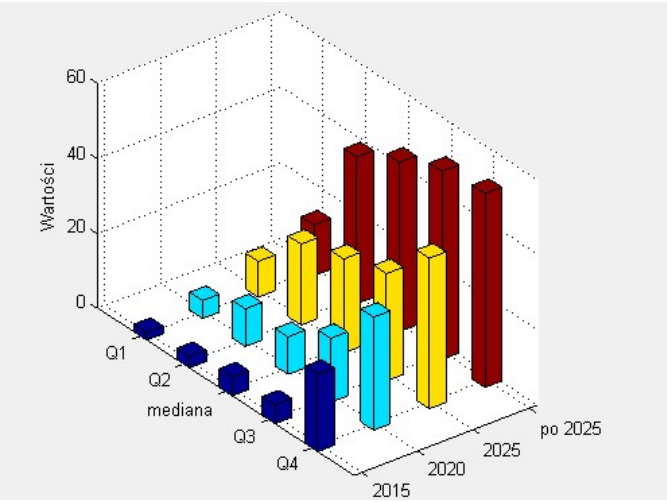
Powstanie tzw. "chmury obliczeniowej" związane jest bezpośrednio z rozwojem mobilnych systemów informacyjnych. Kolejnym krokiem wydaje się powiązanie systemów chmury obliczeniowej z sensorami bezpośrednio przekazującymi informacje związane z użytkownikiem oraz z interfejsami neurokognitywnymi.

Pytanie 8.1. Ilość użytkowników telefonii mobilnej (w mln) korzystających z mobilnych SWD (świat)

Tab. 11.32. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.1

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: mln		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	41	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	177,152	449,912	763	1187,906
Odchylenie standardowe:	310,955	652,032	1006,03	1524,301
Mediana:	20	50	102	153
1. Kwartyl (q1):	2,2	10	16,25	40
3. Kwartyl (q3):	212,75	775	1400	2100
q3/q1:	96,7	77,5	86,15	52,5
q3-q1:	210,55	765	1383,75	2060
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	138,123	306,62	525,945	874,255
Odchylenie standardowe:	224,735	462,09	800,026	1359,158
Mediana:	20	35	40	100
1. Kwartyl (q1):	3	10	20	40
3. Kwartyl (q3):	250	800	1010	2000
q3/q1:	83,33	80	50,5	50
q3-q1:	247	790	990	1960

Eksperci poprzez mobilne SWD rozumieli wszelkiego rodzaju mobilne aplikacje, które na podstawie zgromadzonych danych (monitorowanie użytkownika, zbieranie danych z otoczenia) służyły do wspomagania decyzji w różnych aspektach życia, a także prognozowania różnych zjawisk (pomiar jakości i ilości snu, generatory diet, prognozy pogody, aplikacje ułatwiające wybór środku transportu, itd.). Respondenci zgodnie przewidywali znaczny wzrost liczby użytkowników telefonii mobilnej korzystających z mobilnych SWD, argumentując ten proces wzrastającą popularnością, szerszym dostępem i rozwojem nowych technologii.



Rys. 11.8. Ilustracja wyników dla pytania 8.1 Na osi pionowej oznaczono wzrost ilości użytkowników telefonii mobilnej w milionach korzystających z mobilnych SWD. Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze uzasadniające prognozowane wartości:

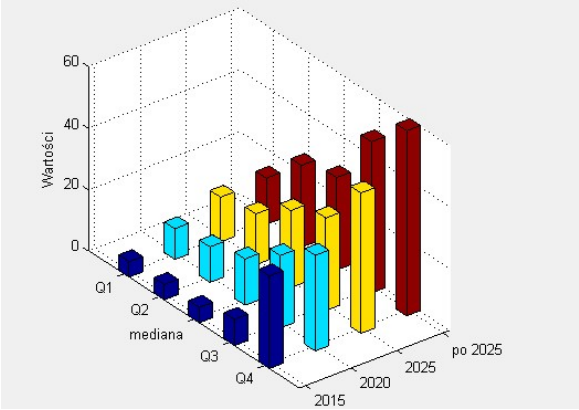
„Obecnie na świecie jest ok. 6 mld używanych telefonów komórkowych (http://www.digitaltrends.com/mobile/mobile-phone-world-population). Zakładając, że na 10 telefonów przypada 8 użytkowników, można przyjąć, że ilość użytkowników telefonii mobilnej wynosi 5 mld i będzie szybko rosnąć. Prognozuję, że ok. 5% użytkowników telefonii mobilnej będzie w najbliższym czasie korzystać z mobilnych SWD (250 mln) i ta liczba będzie powoli wzrastać wraz ze zwiększonym zainteresowaniem dotyczącym korzystania z takich systemów."

„Szacowana liczba użytkowników mobilnego Internetu w roku 2015 ma wynosić 2 mld ludzi. Przypuszczalnie 1% z nich może w tym czasie korzystać już z mobilnego SWD. Liczba ta będzie następnie rosnąc wraz ze wzrostem popularności tej technologii, przyrostem ogólnej ilości użytkowników technologii mobilnej, jak i wzrostu procentowego udziału smartfonów w rynku, na które to urządzenia będą głównie takie systemy dedykowane."

Pytanie 8.2. Procentowy udział użytkowników telefonii mobilnej (w %) korzystających z mobilnych SWD (kraje OECD)

Tab. 11.33. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.2

Kod pytania:		Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	42	42	42	42
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	111,014	122,182	132,518	141,439
Średni wzrost r/r w %:	3,54	1,94	1,64	1,31
Odchylenie standardowe:	7,9	11,4	13,5	15,6
Mediana:	10	15	25	35
1. Kwartyl (q1):	4,5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	15	42,5	55	70
q3/q1:	3,33	4,25	3,67	3,5
q3-q1:	10,5	32,5	40	50
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna:	111,532	120,173	129,562	140,414
Średni wzrost r/r w %:	3,71	1,50	1,52	1,62
Odchylenie standardowe:	8,6	9,8	11,6	14,8
Mediana:	10	15	25	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	30	50	60
q3/q1:	4	3	3,33	3
q3-q1:	15	20	35	40



Rys. 11.9. Ilustracja wyników dla pytania 8.2. Na osi pionowej oznaczono procentowy udział użytkowników telefonii mobilnej (korzystających z mobilnych SWD (kraje OECD) do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część respondentów przewidywała w krajach OECD najszybszy wzrost procentowy użytkowników telefonii mobilnej korzystających z mobilnych SWD, argumentując to najszybszym rozwojem technologicznym tych krajów, a także wysokim poziomem życia mieszkańców i w związku z tym poszukiwaniem jak najlepszych rozwiązań w dziedzinach takich jak np. turystyka, e-commerce. W dłuższej perspektywie czasowej eksperci sugerują mniejsze różnice pomiędzy krajami OECD a pozostałymi państwami ze względu na prognozowane zrównanie powszechności i standardów mobilnych SWD w tych krajach.

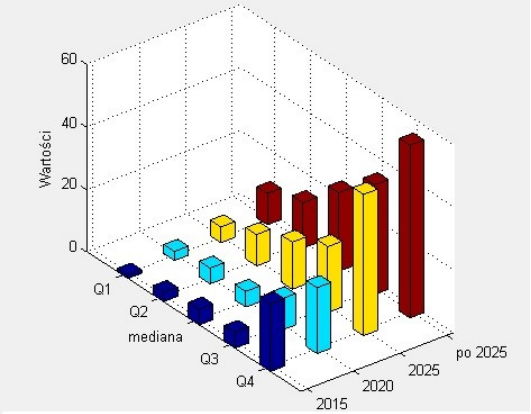
Pytanie 8.3. Procentowy udział użytkowników telefonii mobilnej (w %) korzystających z mobilnych SWD (Polska)

Tab. 11.34. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.3

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	42	41	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,818	15,676	26,818	35,606
Odchylenie standardowe:	6,603	10,894	20,517	21,992

Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	2	4	5	10
3. Kwartyl (q3):	13,75	27,5	48,75	65
q3/q1:	6,88	6,88	9,75	6,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
q3-q1:	11,75	23,5	43,75	55
Średnia:	7,701	15,074	26,291	33,642
Odchylenie standardowe:	7,196	9,724	18,815	19,832
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	25	45	55
q3/q1:	10	5	4,5	5,5
q3-q1:	18	20	35	45

Znaczna część respondentów przewidywała, że Polska nie będzie odbiegać pod względem liczby procentowej użytkowników telefonii mobilnej korzystających z mobilnych SWD od innych krajów OECD (pyt.8.2). Liczba ta może jednak odbiegać ze względu na dziedziny zastosowania takich produktów. Nieliczni eksperci uważali, że procent może być nieznacznie niższy ze względu m.in. na wysoką cenę tych rozwiązań.



Rys. 11.10. Ilustracja wyników dla pytania 8.3. Na osi pionowej oznaczono procentowy udział użytkowników telefonii mobilnej korzystających z mobilnych SWD w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze:

„Polski rynek telefonii komórkowej cechuje podobna sytuacja jak rynki zagraniczne. Jednakże w Polsce przewagę zdobędą aplikacje związane z bankowością lub handlem."

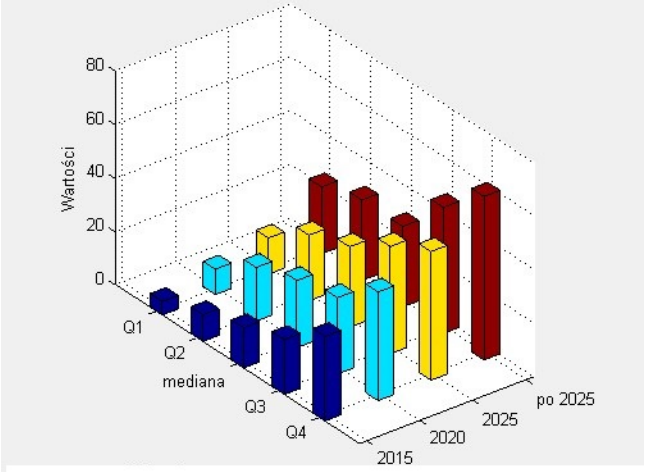
„Uważam, że Polska nie będzie odbiegać od trendu krajów OECD, ponieważ mobilne SWD wydają się być opcją bardziej dostępną dla zwykłych użytkowników. Biorąc pod uwagę sposób rozpowszechniania aplikacji mobilnych (AppStore, Google Play, Windows Market), nie widać większych barier w globalnym ich rozprowadzaniu."

Pytanie 8.4. Ilość osób poszukujących porad w SWD on-line (kraje OECD)

Tab. 11.35. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.4

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	41	40	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,594	21,758	30,313	39,091
Odchylenie standardowe:	7,808	11,746	13,26	17,891

Mediana:	10	20	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	15	30	45	50
q3/q1:	3	3	3	2,5
q3-q1:	10	20	30	30
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	13,147	20,259	28,937	37,994
Odchylenie standardowe:	8,112	10,345	11,795	16,899
Mediana:	10	20	30	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	20	25	40	50
q3/q1:	4	2,5	2,67	2
q3-q1:	15	15	25	25



Rys. 11.11. Ilustracja wyników dla pytania 8.4. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost ilości osób poszukujących porad w SWD on-line (kraje OECD) końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci byli zgodni w przewidywaniach dotyczących procentowego wzrostu ilości osób poszukujących porad w SWD on-line w krajach OECD. Ich zdaniem systemy on-line są znacznie popularniejsze od mobilnych systemów SWD.

Przykładowe komentarze respondentów:

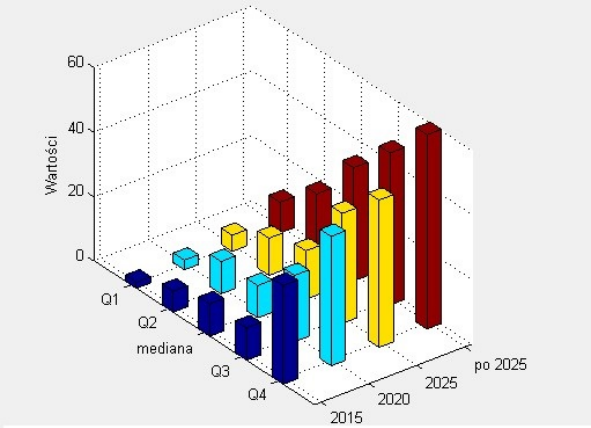
„Systemy SWD on-line są popularniejsze niż systemy mobilne (i jest ich po prostu więcej), dlatego wartość początkowa jest wyższa. Upowszechnianie technologii, chociażby przez rozwój tej technologii na systemach mobilnych, również tutaj spowoduje gwałtowny wzrost liczby użytkowników."

„Już obecnie wiele osób (w tym specjalistów) poszukuje porad w dużej mierze opierając się na treściach dostępnych w Internecie. Rozwój SWD on-line umocni tę tendencję i sprawi, że coraz więcej osób będzie poszukiwać rozwiązań, porad i konkretnych odpowiedzi, lepiej dopasowanych do ich indywidualnej sytuacji."

Pytanie 8.5. Ilość osób poszukujących porad w SWD on-line (Polska) w % wszystkich użytkowników Internetu

Tab. 11.36. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.5

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	41	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,333	15,909	24,03	35,303
Odchylenie standardowe:	6,939	9,568	12,651	19,297
Mediana:	10	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	2,25	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	25	43,75	53,75
q3/q1:	4,44	5	4,38	3,58
q3-q1:	7,75	20	33,75	38,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	8,885	14,456	22,559	34,365
Odchylenie standardowe:	6,923	8,915	11,32	18,999
Mediana:	10	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	25	40	55
q3/q1:	3,33	5	4	3,67
q3-q1:	7	20	30	40



Rys. 11.12. Ilustracja wyników dla pytania 8.5. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost ilości osób poszukujących porad w SWD on-line w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część respondentów przewidywała, że Polska nie będzie odbiegać pod względem procentowej ilości osób poszukujących porad w SWD on line od innych krajów OECD. Nieliczni eksperci uważali, że procent może być nieznacznie niższy ze względu m.in. na dłuższy proces wdrożeniowy nowych technologii w stosunku do innych krajów.

Przykładowe komentarze:

„Wydaje się, że Polska nie będzie różniła się w trendzie wzrostowym związanym z rozpowszechnieniem systemów. Jednak uważam, że Polacy będą nieco sceptycznie nastawieni do korzystania z SWD (ze względu na małą wiedzę na ich temat).”

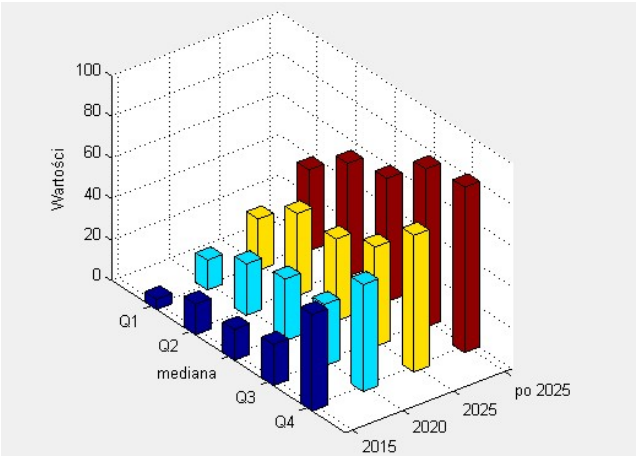
„Przewiduję, że udział Polski w globalnym rynku usług SWD on-line będzie zbliżony do udziału w rynku usług SWD mobilnych. Wynika to z wielkości budżetów rodzimych firm.”

Pytanie 8.6. Udział portali społecznościowych (w %) posiadających funkcjonalności SWD lub inteligentnych rekomenderów

Tab. 11.37. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.6

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	42	42	42	42
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny

Średnia:	18,912	28,5	37,206	47,5
Odchylenie standardowe:	15,165	18,217	17,584	21,08
Mediana:	12,5	25	40	40
1. Kwartyl (q1):	4	7,5	15	25
3. Kwartyl (q3):	27,5	47,5	52,5	80
q3/q1:	6,88	6,33	3,5	3,2
q3-q1:	23,5	40	37,5	55
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	18,521	26,941	36,125	46,709
Odchylenie standardowe:	13,024	16,566	17,586	20,443
Mediana:	15	25	40	40
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	30	45	55	80
q3/q1:	6	3	2,75	3,2
q3-q1:	25	30	35	55



Rys. 11.13. Ilustracja wyników dla pytania 8.6 Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost udziału portali społecznościowych posiadających funkcjonalności SWD lub inteligentnych rekomenderów do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci zwrócili uwagę na to, że już w stanie obecnym wiele portali społecznościowych posiada wbudowane funkcjonalności SWD lub inteligentne rekomendery, zgodnie też prognozowali znaczny wzrost procentowy udziału tego typu portali, choć uważali, że sam udział nie będzie zbyt duży, ze względu na to, że wspomaganie decyzji nie jest ich głównym zadaniem. Jako przykład portalu społecznościowego posiadającego rekomendery i funkcjonalności SWD respondenci często powoływali się na najpopularniejszy tego typu portal – Facebook.

Przykładowy komentarz eksperta:

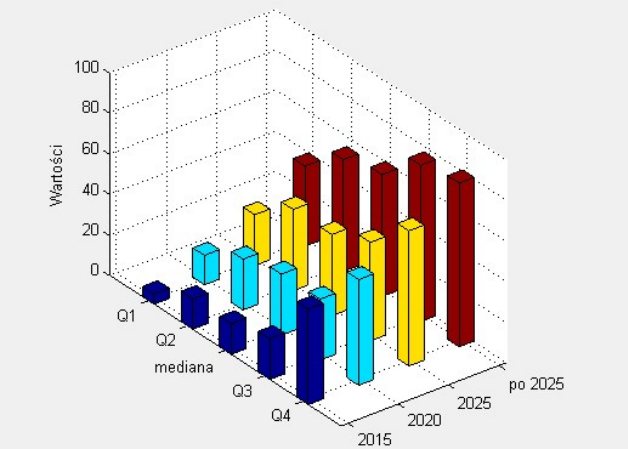
„Najpopularniejszy portal społecznościowy (Facebook) posiada mechanizmy automatycznej rekomendacji, np. strony, które użytkownik powinien odwiedzić. W tej chwili Facebook jest monopolistą w świecie portali społecznościowych, w związku z czym zakładam, że sytuacja Facebooka jest odzwierciedleniem sytuacji w całym Internecie."

Pytanie 8.7. Udział SWD (w %) stosujących metody analizy wielokryterialnej (oprócz prostych metod skoringowych)

Tab. 11.38. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.7

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	41	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,788	25,03	33,909	42,969
Odchylenie standardowe:	10,335	13,207	15,273	18,017
Mediana:	15	25	35	40
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	20
3. Kwartyl (q3):	28,75	38,75	50	65
q3/q1:	5,75	2,58	2,5	3,25
q3-q1:	23,75	23,75	30	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	17,32	25,392	33,685	43,286
Odchylenie standardowe:	10,599	14,496	16,744	17,747
Mediana:	15	20	35	40

1. Kwartyl (q1):	5	5	5	15
3. Kwartyl (q3):	30	40	50	55
q3/q1:	6	8	10	3,67
q3-q1:	25	35	45	40



Rys. 11.14. Ilustracja wyników dla pytania 8.7 Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost udziału SWD stosujących metody analizy wielokryterialnej (oprócz prostych metod skoringowych) do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Zdania ekspertów w kwestii procentowego wzrostu udziału łącznych SWD stosujących metody analizy wielokryterialnej były podzielone. Duża część respondentów opowiadała się za znacznym wzrostem znaczenia tej metody. Prognozy ekspertów oparte były o różne publikacje na ten temat, np. http://www.springer.com/gp/book/9781441959034. Część respondentów była zdania, że z czasem na popularności zyskają inne bardziej złożone metody.

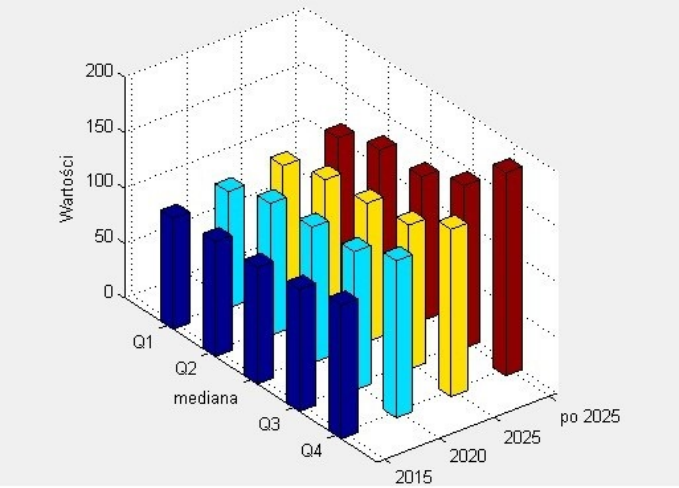
Przykładowy komentarz respondenta:

„Analiza wielokryterialna jest przedmiotem badań w jednostkach naukowych na całym świecie. Uważam, że ma duży potencjał rozwojowy, co może uczynić ją główną metodą w SWD - stąd prognozowany wzrastający udział.”

Pytanie 8.8. Łączne przychody producentów oprogramowania i operatorów mobilnych SWD na świecie w cenach stałych, w procentach w odniesieniu do przychodu w roku 2012 (=100%, bez uwzględniania inflacji)

Tab. 11.39. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.8

Kod pytania:		Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	42	41	42	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	110,94	125,26	145,024	173,287
Średni wzrost r/r w %:	3,52	2,46	2,97	3,63
Odchylenie standardowe:	3,5	7,0	13,6	26,5
Mediana:	110	120	140	165
1. Kwartyl (q1):	105	110	115	120
3. Kwartyl (q3):	120	148,75	180	240
q3/q1:	1,14	1,35	1,57	2
q3-q1:	15	38,75	65	120
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna:	110,737	124,76	139,657	165,517
Średni wzrost r/r w %:	3,46	2,41	2,28	3,46
Odchylenie standardowe:	3,6	7,0	12,6	25,5
Mediana:	110	120	130	140
1. Kwartyl (q1):	105	110	115	120
3. Kwartyl (q3):	120	145	165	200
q3/q1:	1,14	1,32	1,43	1,67
q3-q1:	15	35	50	80



Rys. 11.15. Ilustracja wyników dla pytania 8.8. Na osi pionowej oznaczono procentowy wzrost łącznych przychodów producentów oprogramowania i operatorów mobilnych SWD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci zgodnie przewidywali duży wzrost procentowy łącznych przychodów oprogramowania i operatorów mobilnych SWD uzasadniając ten proces bardzo dynamicznym rozwojem rynku SWD, zwiększającą się liczbą obszarów zastosowań, oraz zwiększającą się liczbą użytkowników SWD, która pociąga za sobą wzrost zysków ze sprzedaży.

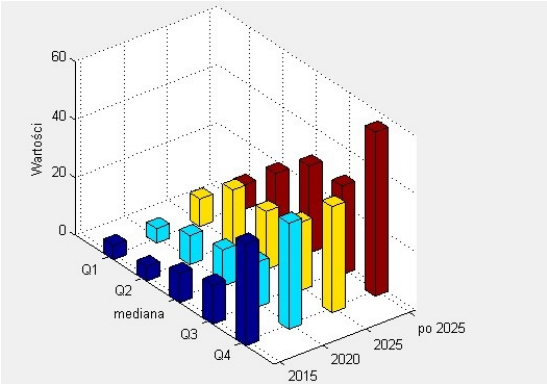
Pytanie 8.9. Prognoza udziału przychodów operatorów telefonii mobilnej w przychodach z mobilnych SWD

Tab. 11.40. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.9

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	42	41	42	41
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,882	12,424	17,265	20,455
Odchylenie standardowe:	8,43	10,284	12,093	15,848
Mediana:	5	10	10	15

1. Kwartyl (q1):	2	4,25	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	18,75	27,5	30
q3/q1:	5	4,41	5,5	6
q3-q1:	8	14,5	22,5	25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,016	11,707	16,239	20,993
Odchylenie standardowe:	7,87	8,776	10,551	16,375
Mediana:	5	10	10	15
1. Kwartyl (q1):	4	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	30
q3/q1:	2,5	4	6	6
q3-q1:	6	15	25	25

Eksperci prognozowali wzrost udziału łącznych przychodów operatorów telefonii mobilnej w przychodach mobilnych SWD, jednak sam udział nie będzie zbyt duży, gdyż operatorzy czerpią zyski głównie z innych źródeł takich jak: sprzedaż telefonów, usługi głosowe, usługi dostępu do Internetu.



Rys. 11.16. Ilustracja wyników dla pytania 8.9. Na osi pionowej oznaczono procentową prognozę udziału przychodów operatorów telefonii mobilnej w przychodach z mobilnych SWD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz respondenta:

„Operatorzy telefonii mobilnej zarabiają przede wszystkim na sprzedaży telefonów oraz pakietów dostępu do Internetu, które są wymagane do aktywnego korzystania

z baz wiedzy dostępnych w Internecie. W porównaniu do przychodów twórców i operatorów systemów SWD jest to mały procent (…)”

Pytanie 8.10. Prognoza podziału światowego rynku mobilnych SWD z względu na obszary zastosowań

Pytanie 8.10a. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w biznesie, finansach przedsiębiorstw i zarządzaniu (SWD jako moduły systemów ERP, z wyjątkiem e-commerce) w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.41. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10a

Kod pytania	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	41	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,364	16,97	16,364	16,515
Odchylenie standardowe:	7,457	6,518	5,62	6,932
Mediana:	15	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	20	25	25
q3/q1:	2	2	2,5	2,5
q3-q1:	10	10	15	15
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	16,271	17,09	15,018	15,559
Odchylenie standardowe:	6,566	5,916	4,868	6,647
Mediana:	15	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	20	20	25
q3/q1:	2	2	2	2,5
q3-q1:	10	10	10	15

Pytanie 8.10b. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w administracji i zarządzaniu publicznym) w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.42. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,515	7,242	8,273	8,364
Odchylenie standardowe:	2,754	2,982	3,571	3,877
Mediana:	5	5	10	10
1. Kwartyl (q1):	3	3	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	11,25
q3/q1:	3,33	3,33	2	2,25
q3-q1:	7	7	5	6,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,488	6,979	7,704	8,13
Odchylenie standardowe:	2,683	2,774	3,279	3,756
Mediana:	5	5	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	15
q3/q1:	2	2	2	3
q3-q1:	5	5	5	10

Pytanie 8.10c. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w e-commerce w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.43. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10c

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	41	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	11,364	11,818	12,576	12,424
Odchylenie standardowe:	4,207	3,772	3,835	4,183
Mediana:	10	10	15	15
1. Kwartyl (q1):	6,25	10	6,25	10
3. Kwartyl (q3):	15	15	15	15
q3/q1:	2,4	1,5	2,4	1,5
q3-q1:	8,75	5	8,75	5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,189	11,411	12,326	12,62
Odchylenie standardowe:	4,148	3,794	3,953	4,158
Mediana:	10	10	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	15	15	20	20
q3/q1:	1,5	1,5	2	2
q3-q1:	5	5	10	10

Pytanie 8.10d. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w medycynie (z wyłączeniem zarzadzania służbą zdrowia) w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.44. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	41	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	15,758	17,727	18,485	19,545
Odchylenie standardowe:	4,436	4,7	4,482	6,556
Mediana:	15	20	20	20
1. Kwartyl (q1):	10	10	11,25	15
3. Kwartyl (q3):	20	23,75	25	25
q3/q1:	2	2,38	2,22	1,67
q3-q1:	10	13,75	13,75	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	15,582	17,091	18,83	20,141
Odchylenie standardowe:	4,362	4,506	3,949	6,453
Mediana:	15	15	20	20
1. Kwartyl (q1):	10	10	15	15
3. Kwartyl (q3):	20	25	25	25
q3/q1:	2	2,5	1,67	1,67
q3-q1:	10	15	10	10

Pytanie 8.10e. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w obrotach instrumentami finansowymi i zarządzaniem ryzykiem w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.45. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10e

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	41	41
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	9,242	9,788	11,364	10,909
Odchylenie standardowe:	4,03	3,855	3,629	3,661
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	10	5
3. Kwartyl (q3):	15	15	15	15
q3/q1:	3	3	1,5	3
q3-q1:	10	10	5	10
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,313	9,966	11,908	11,3
Odchylenie standardowe:	4,148	3,927	3,946	3,822
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	15	15	15	15
q3/q1:	3	3	1,5	1,5
q3-q1:	10	10	5	5

Pytanie 8.10f. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w edukacji i badaniach naukowych w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.46. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10f

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,303	8,636	8,625	8,906
Odchylenie standardowe:	3,178	3,546	3,258	3,424
Mediana:	5	10	8,5	10
1. Kwartyl (q1):	4,25	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	14
q3/q1:	2,35	2	2	2,8
q3-q1:	5,75	5	5	9
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,502	8,217	8,682	8,322
Odchylenie standardowe:	2,872	3,593	3,106	3,039
Mediana:	5	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	3	3	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	10
q3/q1:	3,33	3,33	2	2
q3-q1:	7	7	5	5

Pytanie 8.10g. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w HR (wybór rodzaju zatrudnienia, pracowników, pracodawcy, zarządzanie urzędami i agencjami pracy) w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.47. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10g

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,781	6,5	6,813	7,156
Odchylenie standardowe:	3,479	2,366	3,467	4,694
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	3	3	3	3
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	10
q3/q1:	3,33	3,33	3,33	3,33
q3-q1:	7	7	7	7
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,063	6,524	7,523	7,521
Odchylenie standardowe:	3,386	2,145	3,507	4,382
Mediana:	5	5	5	5
1. Kwartyl (q1):	4	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	10
q3/q1:	2,5	2	2	2
q3-q1:	6	5	5	5

Pytanie 8.10h. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w turystyce i rozrywce w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.48. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10h

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	41	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,848	9	9,656	9,063
Odchylenie standardowe:	4,405	4,467	5,442	5,7
Mediana:	10	10	7,5	5
1. Kwartyl (q1):	4	3,25	4	3
3. Kwartyl (q3):	15	15	15	15
q3/q1:	3,75	4,62	3,75	5
q3-q1:	11	11,75	11	12
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	8,72	9,495	9,811	9,687
Odchylenie standardowe:	4,077	4,328	5,204	5,255
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	15	15	15	20
q3/q1:	3	3	3	4
q3-q1:	10	10	10	15

Pytanie 8.10i. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (świat) w rozwiązywaniu problemów życia codziennego w całości rynku mobilnych SWD w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.49. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.10i

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,906	8,813	10,344	11,656
Odchylenie standardowe:	3,386	4,228	3,629	5,994
Mediana:	7,5	7,5	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	15	20
q3/q1:	2	3	3	4
q3-q1:	5	10	10	15
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,903	9,509	10,87	12,425
Odchylenie standardowe:	2,971	4,26	3,707	6,056
Mediana:	5	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	15	20
q3/q1:	2	3	3	4
q3-q1:	5	10	10	15

Pytanie 8.11 odnosiło się bezpośrednio do treści Pytania 8.10, a mianowicie „Prognoza podziału światowego rynku mobilnych SWD ze względu na obszary zastosowań”.

Pytanie 8.11. Czy powyższa struktura będzie się znacząco różnić w Polsce? (TAK/NIE)

Pytanie 8.11 dotyczy zatem struktur procentowych wartości rynku ze względu na obszary zastosowań, które były podawane przez poszczególnych respondentów w odpowiedzi na pytanie o prognozę podziału światowego rynku mobilnych SWD.

Odpowiedzi „TAK" udzieliło 8 osób o sumarycznym współczynniku wiarygodności 3,7 (średnia wiarygodność 0,4625), „NIE" – 33 osoby o sumarycznym współczynniku wiarygodności 13,81 (średnia wiarygodność 0,4185). W przypadku wyboru odpowiedzi „TAK" wyświetlana jest tabela z pytaniem 8.12 dotyczącym prognozy struktury rynku mobilnych SWD w Polsce ze względu na analogiczne obszary zastosowań, co w pytaniu 8.10. W przypadku wyboru odpowiedzi „NIE" respondenci mogli przejść do odpowiedzi na pytania kolejnej tezy.

Pytanie 8.12. Prognoza podziału rynku mobilnych SWD z względu na obszary zastosowań w Polsce

Pytanie 8.12a. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w biznesie, finansach przedsiębiorstw i zarządzaniu (SWD jako moduły systemów ERP, z wyjątkiem e-commerce) w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.50. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	14,375	15	15,625	21,429
Odchylenie standardowe:	8,634	5,345	11,476	15,736
Mediana:	12,5	15	17,5	25
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	20	30	36,25
q3/q1:	2	2	3	3,63
q3-q1:	10	10	20	26,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	15,135	16,081	18,919	23,378
Odchylenie standardowe:	8,178	5,469	12,088	17,746

Mediana:	15	15	20	25
1. Kwartyl (q1):	10	15	15	15
3. Kwartyl (q3):	20	20	30	55
q3/q1:	2	1,33	2	3,67
q3-q1:	10	5	15	40

Pytanie 8.12b. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w administracji i zarządzaniu publicznym w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.51. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	8,429	10,143	15,143	18,5
Odchylenie standardowe:	6,9	7,883	14,554	21,436
Mediana:	7,5	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	2	3	5	4
3. Kwartyl (q3):	15	10	20	26,25
q3/q1:	7,5	3,33	4	6,56
q3-q1:	13	7	15	22,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,412	11,471	18,235	20,147
Odchylenie standardowe:	7,232	8,517	15,926	23,044
Mediana:	5	10	10	15
1. Kwartyl (q1):	2	3	5	5
3. Kwartyl (q3):	15	15	20	60
q3/q1:	7,5	5	4	12
q3-q1:	13	12	15	55

Pytanie 8.12c. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w e-commerce w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.52. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12c

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	10,714	14,714	14,857	17,333
Odchylenie standardowe:	3,450	6,370	7,862	10,614
Mediana:	10	15	12,5	15
1. Kwartyl (q1):	5	5	4	4,75
3. Kwartyl (q3):	10	15	15	18,75
q3/q1:	2	3	3,75	3,95
q3-q1:	5	10	11	14
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,176	15,441	15,882	16,176
Odchylenie standardowe:	3,443	5,912	7,58	11,418
Mediana:	10	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	15	10	10
3. Kwartyl (q3):	15	20	20	30
q3/q1:	1,5	1,33	2	3
q3-q1:	5	5	10	20

Pytanie 8.12d. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w medycynie (z wyłączeniem zarzadzania służbą zdrowia) w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.53. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7

Średnia:	17,857	21,429	25	30,833
Odchylenie standardowe:	14,100	15,469	17,795	15,943
Mediana:	12,5	17,5	20	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	13,75
3. Kwartyl (q3):	15	20	25	37,5
q3/q1:	3	2	2,5	2,73
q3-q1:	10	10	15	23,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	17,647	21,765	26,029	27,941
Odchylenie standardowe:	12,499	13,767	15,567	16,455
Mediana:	15	20	20	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	20
3. Kwartyl (q3):	15	20	30	45
q3/q1:	3	2	3	2,25
q3-q1:	10	10	20	25

Pytanie 8.12e. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w obrotach instrumentami finansowymi i zarządzaniem ryzykiem w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.54. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12e

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	16,429	17,857	17,857	21,667
Odchylenie standardowe:	7,480	9,063	12,536	14,720
Mediana:	12,5	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	10	10	10
3. Kwartyl (q3):	15	15	15	20
q3/q1:	1,5	1,5	1,5	2
q3-q1:	5	5	5	10

Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	16,912	18,676	18,971	20,000
Odchylenie standardowe:	6,419	7,888	11,426	14,603
Mediana:	15	15	15	15
1. Kwartyl (q1):	10	15	10	15
3. Kwartyl (q3):	20	20	30	35
q3/q1:	2	1,33	3	2,33
q3-q1:	10	5	20	20

Pytanie 8.12f. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w edukacji i badaniach naukowych w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.55. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12f

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	7,667	10,833	12,333	16,200
Odchylenie standardowe:	4,967	7,859	11,860	17,598
Mediana:	7,5	10	5,5	8
1. Kwartyl (q1):	5	3	5	4
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	17,5
q3/q1:	2	3,33	2	4,38
q3-q1:	5	7	5	13,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,656	11,406	13,594	15,469
Odchylenie standardowe:	4,254	7,292	11,513	16,769
Mediana:	10	10	5	8
1. Kwartyl (q1):	5	3	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	15	20	40
q3/q1:	2	5	4	8

q3-q1:	5	12	15	35

Pytanie 8.12g. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w HR (wybór rodzaju zatrudnienia, pracowników, pracodawcy, zarządzanie urzędami i agencjami pracy) w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.56. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12g

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	8,000	10,714	12,000	15,167
Odchylenie standardowe:	4,619	7,181	10,863	15,943
Mediana:	7,5	7,5	5	5
1. Kwartyl (q1):	5	5	3	1,75
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	17,5
q3/q1:	2	2	3,33	10
q3-q1:	5	5	7	15,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,794	11,324	13,382	15,147
Odchylenie standardowe:	4,164	7,082	11,201	16,319
Mediana:	10	10	5	5
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	20	40
q3/q1:	2	2	4	8
q3-q1:	5	5	15	35

Pytanie 8.12h. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w turystyce i rozrywce w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.57. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12h

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	11,143	11,143	9,714	10,667
Odchylenie standardowe:	4,375	5,984	7,342	10,746
Mediana:	10	10	7,5	5
1. Kwartyl (q1):	3	3	3	1
3. Kwartyl (q3):	10	15	10	11,25
q3/q1:	3,33	5	3,33	11,25
q3-q1:	7	12	7	10,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,029	11,324	9,265	8,971
Odchylenie standardowe:	4,055	5,519	6,363	9,454
Mediana:	10	10	10	5
1. Kwartyl (q1):	10	5	5	3
3. Kwartyl (q3):	15	15	10	15
q3/q1:	1,5	3	2	5
q3-q1:	5	10	5	12

Pytanie 8.12i. Procentowy udział zastosowań mobilnych SWD (Polska) w rozwiązywaniu problemów życia codziennego w całości rynku mobilnych SWD w Polsce w poszczególnych okresach prognostycznych

Tab. 11.58. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 8.12i

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	8	8	8	7
Średnia:	9,286	9,286	10,714	12,667
Odchylenie standardowe:	1,890	3,450	5,345	10,614
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	5	5	5	2,5
3. Kwartyl (q3):	10	10	10	15
q3/q1:	2	2	2	6
q3-q1:	5	5	5	12,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,265	9,118	11,471	12,353
Odchylenie standardowe:	1,771	3,085	5,627	11,430
Mediana:	10	10	10	10
1. Kwartyl (q1):	10	5	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	20	30
q3/q1:	1	2	4	6
q3-q1:	0	5	15	25

Ze względu na niedużą liczbę odpowiedzi „TAK" w pytaniu 8.11, analiza normalności (test Shapiro-Wilka) i unimodalności dla pytań 8.12a-8.12i nie została przeprowadzona. W zamian dokonano porównania prognoz dotyczących struktury zastosowań SWD w Polsce (pytania 8.12a – 8.12i) i na świecie (odpowiednio pytania 8.10a-8.12i). W Tab. 11.59. poniżej znajduje się porównanie znormalizowanych średnich i median odpowiedzi na pytania 8.10 i 8.12 dotyczących tych samych obszarów zastosowań lub rynku mobilnych SWD w Polsce i na świecie.

Tab. 11.59. Różnica pomiędzy podziałem światowego rynku mobilnych SWD (pyt. 8.10) na obszary zastosowań a podziałem rynku w Polsce (pyt. 8.12) [w punktach procentowych]

Podział rynku SWD	Różnica średnich [Świat-PL]				Różnica median [Świat-PL]			
	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
a) Biznes, finanse przedsiębiorstw i zarządzanie (SWD jako moduły systemów ERP, z wyjątkiem e-commerce)	4,331	5,076	4,157	2,653	2,5	0	-2,5	-10
b) Administracja i zarządzanie publiczne	-0,880	-0,923	-3,335	-3,306	-2,5	-5	0	0
c) E-commerce	2,304	0,011	1,056	1,259	0	-5	2,5	0
d) Medycyna (z wyłączeniem zarządzania służbą zdrowia)	0,307	0,547	-0,821	-0,188	2,5	2,5	0	-10
e) Obrót instrumentami finansowymi i zarządzanie ryzykiem	-5,552	-4,672	-2,372	-2,815	-2,5	-5	-5	-5
f) Edukacja, badania naukowe	0,728	-0,058	-0,884	-1,393	-2,5	0	3	2
g) HR: wybór rodzaju zatrudnienia, pracowników, pracodawcy, zarządzanie urzędami i agencjami pracy	-0,172	-2,158	-2,393	-2,427	-2,5	-2,5	0	0
h) Turystyka, rozrywka	-0,902	0,060	2,082	2,120	0	0	0	0
i) Rozwiązywanie problemów życia codziennego	-0,164	2,117	2,510	4,097	-2,5	-2,5	0	0
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:								
a) Biznes, finanse przedsiębiorstw i zarządzanie (SWD jako moduły systemów ERP, z wyjątkiem e-commerce)	4,001	5,048	1,647	0,070	0	0	-5	10
b) Administracja i zarządzanie publiczne	-1,590	-1,812	-5,008	-4,934	0	-5	0	-5
c) E-commerce	2,027	-0,344	1,108	1,802	0	-5	0	0
d) Medycyna (z wyłączeniem zarządzania służbą zdrowia)	0,858	0,560	0,481	1,545	0	-5	0	-15
e) Obrót instrumentami finansowymi i zarządzanie ryzykiem	-5,490	-4,400	-1,418	-1,843	-5	-5	-5	-5
f) Edukacja, badania naukowe	0,082	-0,475	-0,871	-1,821	-2,5	0	3	2
g) HR: wybór rodzaju zatrudnienia, pracowników, pracodawcy, zarządzanie urzędami i agencjami pracy	0,582	-2,168	-1,854	-2,377	-5	-5	0	0
h) Turystyka, rozrywka	-0,608	0,917	3,199	3,543	0	0	5	5
i) Rozwiązywanie problemów życia codziennego	0,138	2,674	2,717	4,014	-5	0	0	0

Największe różnice na korzyść udziału zastosowań w Polsce dotyczyły obrotu instrumentami finansowymi i zarządzania ryzykiem, a najmniejsze medycyny (z wyłączeniem służby zdrowia). Natomiast największą przewagę udziału

w zastosowaniach mobilnych SWD na świecie respondenci przewidywali w zakresie biznesu, finansów przedsiębiorstw i zarządzania (SWD jako moduły systemów ERP, z wyjątkiem e-commerce).

W komentarzach, respondenci odpowiadający na pytania 8.10 i 8.12 wskazywali zwłaszcza na rosnącą rolę oprogramowania open-source wśród przedsiębiorstw. W przyszłości zastępować będzie ono wiele komercyjnych aplikacji związanych z zarządzaniem firmą.

Bibliografia Rozdziału 11

1. Hartigan, J., Hartigan, P. (1985). The dip test of unimodality. The Annals of Statistics 13(1), 70–84.
2. Rowe, G., Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. International Journal of Forecasting 15(4) 353-375.
3. Shapiro, S.S., Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika 52 (3–4) 591–611, doi:10.1093/biomet/52.3-4.591.
4. Skulimowski, A.M.J. (2011). Future Trends of Intelligent Decision Support Systems and Models. W: Park, J.J., Yang, L.T., Lee, C. (red.): FutureTech 2011, Part I., CCIS, Vol. 184, Springer, Berlin-Heidelberg, s. 11-20.
5. Skulimowski, A.M.J., Szymlak, E., Stasiak, K., Czerni, M. (2010). Metodyka badań delfickich on-line trendów rozwojowych technologii społeczeństwa informacyjnego. Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025, WND-POIG.01.01.01-00-021/09, Zad.2. Raport Techniczny Fundacji Progress & Business, Kraków.
6. von der Gracht, H.A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies: Review and implications for future quality assurance. Technological Forecasting and Social Change 79(8), 1525-1536.

Streszczenie. Niniejszy rozdział podsumowuje wyniki Działu 2 ankiety delfickiej, który obejmuje łącznie 166 pytań zgrupowanych w 14 tezach, dotyczących zagadnień badanych w ramach zadań 4 i 5 projektu SCETIST. Dział ten stanowił główną część badania delfickiego przeprowadzonego w ramach tego projektu. Rozdział 11 zawiera zbiór rezultatów ilościowych badania delfickiego dotyczącego tematyki systemów wspomagania decyzji, systemów eksperckich oraz rekomenderów odpowiadajacych zakresowi tez 1-8 badania. Analiza statystyczna odpowiedzi, uzupełniona została o wybrane na podstawie reprezentatywności lub oryginalności wypowiedzi ekspertów.

Słowa kluczowe: Badanie delfickie online, Analiza wielorundowa, Scenariusze, Foresight zaawansowanych technologii informatycznych, Analiza statystyczna.

Analiza rezultatów badań delfickich w zakresie wybranych zagadnień systemów neurokognitywnych i wizyjnych, e-zdrowia i kreatywności

12

Marek Czerni,
Dariusz Kluz,
Antoni Ligęza,
Paweł Rotter,
Andrzej M.J. Skulimowski,
Ryszard Tadeusiewicz

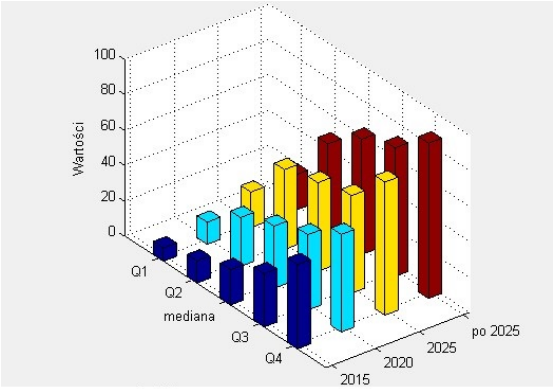
Niniejszy rozdział zawiera analizę odpowiedzi na pytania tez 9-14 Działu II ankiety delfickiej projektu SCETIST poświęconych m.in. zagadnieniom e-Health, systemom wspomagania kreatywności, systemom neurokognitywnym i wizyjnym. Teza 14 poświecona jest nieoczekiwanym trendom i zdarzeniom, które mogą mieć wpływ na całokształt opracowywanych trendów, porgnoz i scenariuszy.

12.1. **Teza 9. Perspektywy kontynuacji trendów rozwojowych systemów mHealth i medycznych SWD**

Pytanie 9.1. Prognozowany procentowy udział użytkowników Internetu poszukujących porad w medycznych SWD on-line w krajach OECD

Tab. 12.1. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.1

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	20,697	29,242	40,455	49,818
Odchylenie standardowe:	13,271	18,311	24,804	21,518
Mediana:	15	25	30	40
1. Kwartyl (q1):	8,75	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	32,5	50	63,75	75
q3/q1:	3,71	5	4,25	3
q3-q1:	23,75	40	48,75	50
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	21,979	30,298	41,952	49,783
Odchylenie standardowe:	14,21	19,207	24,579	21,215
Mediana:	20	30	35	50
1. Kwartyl (q1):	10	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	45	50	75	80
q3/q1:	4,5	5	5	3,2
q3-q1:	35	40	60	55



Rys. 12.1. Ilustracja wyników dla pytania 9.1. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy udział użytkowników Internetu poszukujących porad w medycznych SWD on-line w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Prognozy ekspertów na temat procentowego udziału użytkowników Internetu poszukujących porad medycznych SWD on-line w krajach OECD były podzielone. Jedna grupa sugerowała wzrost udziału, druga natomiast stabilizację na poziomie obecnym. Wzrost będzie spowodowany głównie samymi preferencjami pacjentów takimi jak diagnostyka bez wychodzenia z domu, zwiększającą się ilością, lepszą jakością i coraz szerszą dostępnością tego rodzaju usług.

Przykładowe komentarze respondentów:

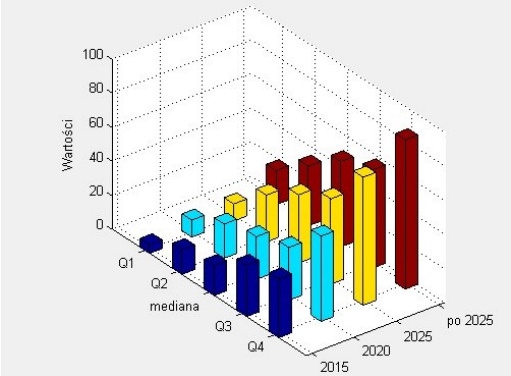
„Większość osób aktywnie korzystających z Internetu w przypadku problemów zdrowotnych szuka odpowiedzi w sieci. Wzrost liczby eksperckich systemów zajmujących się tematyką medyczną na przestrzeni najbliższych lat spowoduje również wzrost liczby użytkowników z nich korzystających."

„W Internecie znajduje się już obecnie bardzo wiele różnorodnych źródeł informacji medycznej np. artykuły, fora, wyszukiwarki leków i schorzeń. Coraz częściej ludzie starają się zasięgać opinii z wielu źródeł i weryfikować zalecenia lekarzy, a także konsultować się z innymi osobami, które borykały się z podobnymi problemami. Powstają nawet dedykowane portale społecznościowe skierowane do ludzi, którzy chcą porozmawiać z innymi cierpiącymi na te same schorzenia. W związku z powyższym przewiduję, że trend ten będzie zyskiwał na sile."

Pytanie 9.2. Prognozowany procentowy udział użytkowników Internetu poszukujących porad w medycznych SWD on-line w % (Polska)

Tab. 12.2. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.2

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	39	39
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,25	22,5	33,788	41,667
Odchylenie standardowe:	12,567	15,617	25,024	25,802
Mediana:	10	12,5	25	35
1. Kwartyl (q1):	5	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	30	40	51,25	70
q3/q1:	6	8	5,13	4,67
q3-q1:	25	35	41,25	55
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	16,051	23,655	35,448	42,667
Odchylenie standardowe:	12,303	15,987	25,028	26,027
Mediana:	15	20	25	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15
3. Kwartyl (q3):	30	50	55	70
q3/q1:	6	5	5,5	4,67
q3-q1:	25	40	45	55



Rys. 12.2. Ilustracja wyników dla pytania 9.2. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy udział użytkowników Internetu poszukujących porad w medycznych SWD on-line w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część respondentów przewidywała, że Polska nie będzie odbiegać pod względem procentowej ilości osób poszukujących porad medycznych SWD on line od innych krajów OECD. Niektórzy eksperci uważali, że procent osób może być nieznacznie niższy ze względu m.in. na mniejszą popularność takich systemów wśród użytkowników, czy brak zaufania ze strony potencjalnych pacjentów (szczególnie starszych). Nieliczni zaś sugerowali wyższy wzrost w porównaniu z krajami OECD, argumentując tę hipotezę słabą jakością służby zdrowia w Polsce i z tego względu koniecznością szukania porad w Internecie.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Zły stan służby zdrowia w Polsce wpłynie na wysokie zainteresowanie usługą porad medycznych SWD, za pomocą których pacjent będzie miał możliwość zdiagnozować się, bez wychodzenia z domu. Czas oczekiwania na taką poradę będzie dużo krótszy niż w przypadku standardowej wizyty u specjalisty."

„Trend będzie identyczny z trendem światowym, użytkownicy z Polski chętnie będą korzystać z tego typu rozwiązań ze względu na ich cenę i wysoką skuteczność."

Pytanie 9.3. Prognozowana ilość użytkowników Internetu (w %) korzystających z mobile health z inteligentnymi funkcjami diagnostycznymi (kraje OECD)

Tab. 12.3. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.3

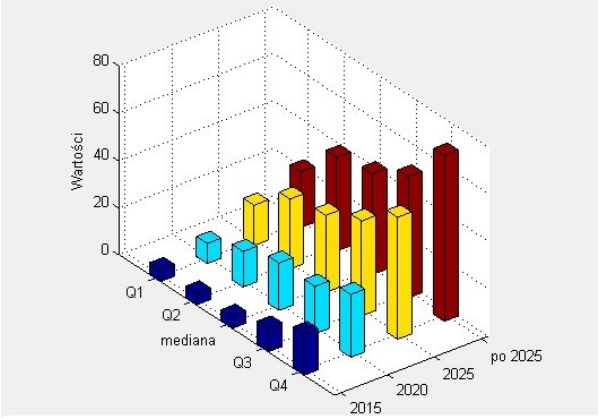
Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny

Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	11,03	17,5	30,313	41,406
Odchylenie standardowe:	5,888	7,809	13,656	16,053
Mediana:	10	15	32,5	42,5
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	16,25	30	40	60
q3/q1:	3,25	3	2,67	3
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
q3-q1:	11,25	20	25	40
Średnia:	10,987	17,167	29,314	39,869
Odchylenie standardowe:	5,858	7,865	13,782	15,758
Mediana:	10	15	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	15	30	40	60
q3/q1:	3	3	2,67	3
q3-q1:	10	20	25	40

Przykładowe komentarze respondentów na temat udziału użytkowników korzystających z mobile health z inteligentnymi funkcjami diagnostycznymi w krajach OECD:

„*Mobile health* zaczyna być dopiero wprowadzane. W przypadku m-health dla osób starszych, dużo ciekawych projektów zaczyna być rozwijanych przy udziale programu Ambient Assisted Living Joint Programme (dla krajów UE). Zapewne jest więcej takich programów, które wspierają rozwój i będą go napędzać. Na ten moment myślę, że nie więcej niż 15% osób w Europie korzysta z takich możliwości, ale wartość ta będzie rosła."

„Rozwiązania mHealth będą niezwykle wygodne w użyciu, dlatego zapewne zdobędą popularność wśród szerokiej rzeszy użytkowników, głównie rodziców dbających o swoje dzieci oraz osób zainteresowanych zdrowym stylem życia oraz osób których stan zdrowia wymusza ciągłą kontrolę."



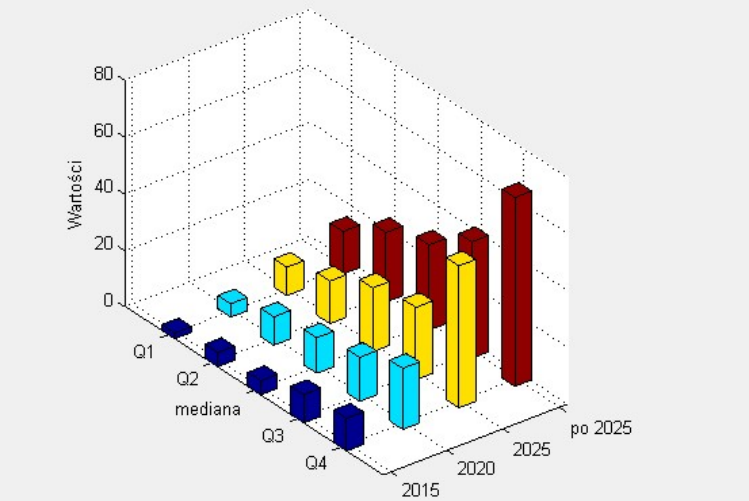
Rys. 12.3. Ilustracja wyników dla pytania 9.3. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy udział użytkowników korzystających z mobile health z inteligentnymi funkcjami diagnostycznymi w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 9.4. Prognozowana ilość użytkowników Internetu (w %) korzystających z mobile health z inteligentnymi funkcjami diagnostycznymi (Polska)

Tab. 12.4. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.4

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,969	13,281	21,719	30,938
Odchylenie standardowe:	4,556	9,229	13,565	17,557
Mediana:	5	10	17,5	25
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	20	35	50
q3/q1:	5	4	3,5	3,33
q3-q1:	8	15	25	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,839	13,577	22,109	31,585

Odchylenie standardowe:	4,363	9,175	14,17	17,73
Mediana:	5	10	20	25
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	20	35	50
q3/q1:	5	4	3,5	3,33
q3-q1:	8	15	25	35



Rys. 12.4. Ilustracja wyników dla pytania 9.4. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy udział użytkowników korzystających z mobile health z inteligentnymi funkcjami diagnostycznymi w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część respondentów przewidywała, że Polska nie będzie odbiegać pod względem procentowego udziału użytkowników korzystających z mobile health z inteligentnymi funkcjami diagnostycznymi od innych krajów OECD (pyt.9.3). Niektórzy eksperci prognozowali, nieznacznie niższy procentowy udział ze względu na słabszy rozwój mHealth w Polsce.

Pytanie 9.5. Prognozowany procentowy udział medycznych portali społecznościowych posiadających funkcjonalności SWD lub rekomenderów medycznych

Tab. 12.5. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.5

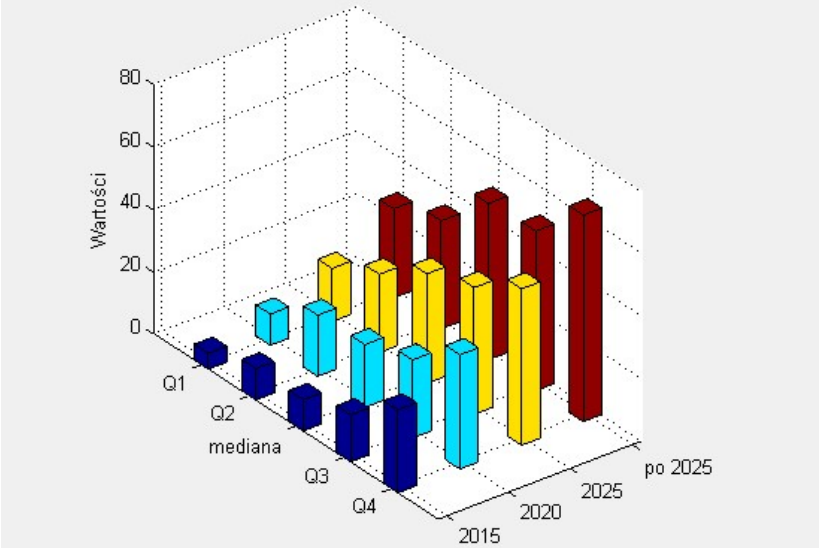
Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	9,094	16,125	26,344	37,813
Odchylenie standardowe:	7,698	11,012	16,449	20,825
Mediana:	5	10	27,5	37,5
1. Kwartyl (q1):	3	5	5	10
3. Kwartyl (q3):	15	30	45	60
q3/q1:	5	6	9	6
q3-q1:	12	25	40	50
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	10,414	17,007	26,711	39,933
Odchylenie standardowe:	7,836	11,098	16,177	20,248
Mediana:	10	20	30	45
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	20	30	50	60
q3/q1:	6,67	6	5	3
q3-q1:	17	25	40	40

Eksperci przewidują, że udział medycznych portali społecznościowych posiadających funkcjonalności SWD lub rekomendery medyczne będzie wzrastał, przede wszystkim ze względu na szybkość takich usług, łatwość dostępu i prawdopodobnie mniejsze koszty. Respondenci wyrażali obawy dotyczące jakości tego rodzaju usług.

Przykładowy komentarz respondenta:

„Po osiągnięciu odpowiedniego poziomu rozwoju, kiedy tego typu rozwiązania zaczną pojawiać się w nielicznych portalach, pozostałe będą zmuszone do wprowadzenia tego typu rozwiązania aby utrzymać się na rynku. Zainteresowanie ze strony

branży medycznej (np. firm farmaceutycznych) będzie ogromne, więc przewiduję, że zostaną przeznaczone znaczne środki na badania i rozwój tej grupy produktów."



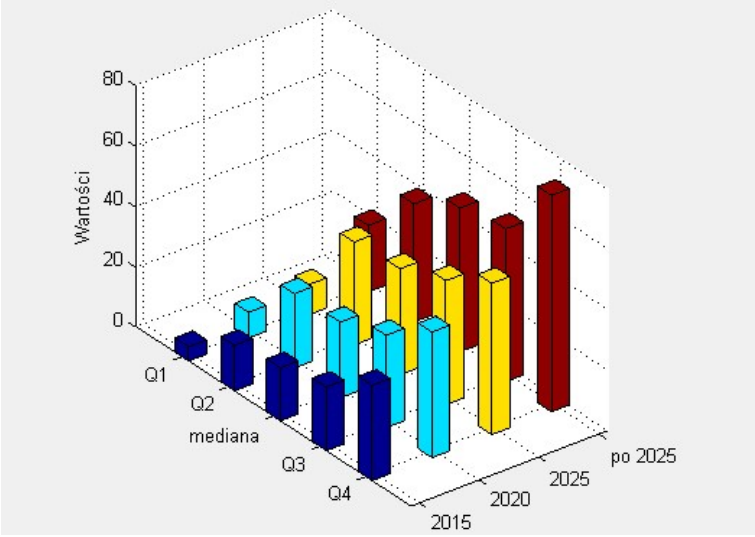
Rys. 12.5. Ilustracja wyników dla pytania 9.5. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy udział medycznych portali społecznościowych posiadających funkcjonalności SWD lub rekomenderów medycznych do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 9.6. Prognozowany procentowy udział medycznych SWD stosujących metody analizy wielokryterialnej (oprócz prostych metod skoringowych)

Tab. 12.6. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.6

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	13,188	18,281	25,781	34,688
Odchylenie standardowe:	9,163	10,774	13,091	15,285
Mediana:	10	15	20	30
1. Kwartyl (q1):	5	5	10	15

3. Kwartyl (q3):	20	25	35	50
q3/q1:	4	5	3,5	3,33
q3-q1:	15	20	25	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	14,345	19,007	27,447	36,838
Odchylenie standardowe:	9,455	11,718	13,775	15,104
Mediana:	15	15	30	35
1. Kwartyl (q1):	5	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	30	35	40	55
q3/q1:	6	7	4	3,67
q3-q1:	25	30	30	40



Rys. 12.6. Ilustracja wyników dla pytania 9.6. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy udział medycznych SWD stosujących metody analizy wielokryterialnej (oprócz prostych metod skoringowych) do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz respondenta na temat medycznych SWD stosujących metody analizy wielokryterialnej:

„Z uwagi na rosnący stopień komplikacji problemów, z którymi muszą radzić sobie SWD, przewiduję, że metody analizy wielokryterialnej zyskają na znaczeniu.”

Pytanie 9.7. Prognozowane łączne przychody producentów medycznych SWD i operatorów mobilnych SWD w cenach stałych, zmiana w % w stosunku do 2012 bez uwzględniania inflacji (świat)

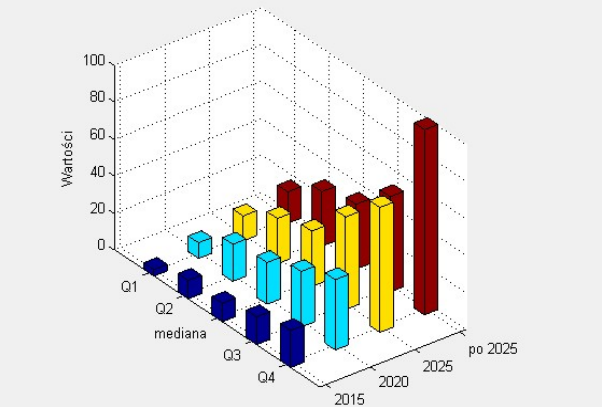
Tab. 12.7. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.7

Kod pytania:	P1	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	114,547	131,768	153,351	169,36
Średni wzrost r/r w %:	4,63	2,84	3,08	2,01
Odchylenie standardowe:	5,8	12,2	18,3	24,9
Mediana:	110	130	150	160
1. Kwartyl (q1):	105	110	118	120
3. Kwartyl (q3):	120	145	180	210
q3/q1:	1,14	1,32	1,53	1,75
q3-q1:	15	35	62	90
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna:	115,675	135,196	151,057	170,295
Średni wzrost r/r w %:	4,97	3,17	2,24	2,43
Odchylenie standardowe:	6,2	4,5	14,0	25,3
Mediana:	110	130	150	160
1. Kwartyl (q1):	105	110	120	125
3. Kwartyl (q3):	120	145	185	200
q3/q1:	1,14	1,32	1,54	1,6
q3-q1:	15	35	65	75

Eksperci byli zgodni, że łączne procentowe przychody producentów medycznych SWD i mobilnych operatorów mobilnych SWD będą rosły. Będzie to spowodowane bardzo dynamicznym rozwojem rynku mobile health, coraz większą popularnością i dostępnością nowych technologii.

Przykładowy komentarz respondenta:

„Rynek mobile health będzie się bardzo dynamicznie rozwijał, co pociągnie za sobą bardzo dynamiczny wzrost przychodów producentów i operatorów oprogramowania. Uważam, że do 2025 roku przychód zwiększy się dwukrotnie, a do 2030 roku może zwiększyć się nawet trzykrotnie."



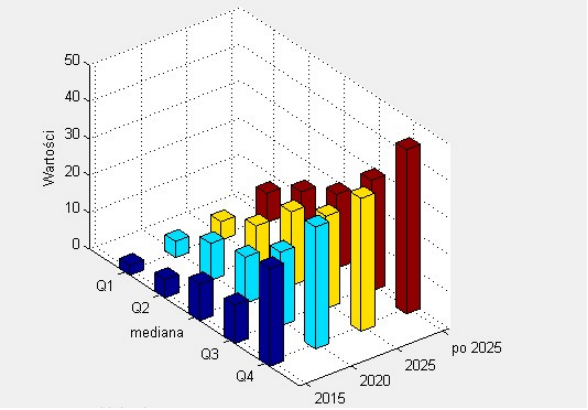
Rys. 12.7. Ilustracja wyników dla pytania 9.7. Na osi pionowej oznaczono prognozowane procentowe łączne przychody producentów medycznych SWD i operatorów mobilnych SWD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 9.8. Prognoza udziału przychodów operatorów telefonii mobilnej w przychodach z systemów mHealth (w %)

Tab. 12.8. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.8

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,281	13,25	15,969	19,844
Odchylenie standardowe:	7,248	10,255	12,096	13,607
Mediana:	5	10	10	15
1. Kwartyl (q1):	2	3	5	10

3. Kwartyl (q3):	10	25	25	30
q3/q1:	5	8,33	5	3
q3-q1:	8	22	20	20
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	8,933	14,69	16,353	21,408
Odchylenie standardowe:	7,399	10,644	12,142	14,005
Mediana:	5	10	10	15
1. Kwartyl (q1):	2	5	5	10
3. Kwartyl (q3):	10	25	30	40
q3/q1:	5	5	6	4
q3-q1:	8	20	25	30



Rys. 12.8. Ilustracja wyników dla pytania 9.8. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy udział przychodów operatorów telefonii mobilnej w przychodach z systemów mHealth do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci prognozowali wzrost udziału łącznych przychodów operatorów telefonii mobilnej w przychodach systemów mHealth, jednak część respondentów uważała, że sam udział nie będzie zbyt duży, gdyż operatorzy czerpią zyski głównie z innych źródeł takich jak: sprzedaż telefonów, usługi głosowe, usługi dostępu do Internetu. Część respondentów była przeciwnego zdania, argumentując ten proces tym, że użytkownicy będą korzystać z systemów mHealth wykorzystując w tym celu głównie urządzenia mobilne.

Pytanie 9.9. Nowe zastosowania systemów mHealth na świecie i w Polsce jako prawdopodobieństwo pojawienia się prototypu urządzenia, który pomyślnie przeszedł próby kliniczne, powszechnie dostępnej oferty na rynku usług medycznych w danym roku – narastająco

W tabeli poniżej podano ilość respondentów wskazujących stan danej funkcjonalności systemów mHealth, wymienionej w opisie wiersza, w poszczególnych latach. Osiągnięcie poziomu usługi oznacza opuszczenie poziomu prototypu, zgodnie z definicją poziomów technologicznych, podanych w Dodatku. Poziom prototypu lub usługi w świecie („świat") oznacza wskazanie na osiągnięcie tego poziomu w dowolnym kraju świata.

Tab. 12.9. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.9

Funkcjonalność:	Specyfikacja	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
a) sygnalizacja zakażeń wirusowych - wirusy grypy i paragrypy, inne infekcje górnych dróg oddechowych	Liczba odpowiedzi: Świat -prototyp	31	21	6	3
	Liczba odpowiedzi: Świat- usługa	1	16	19	8
	Liczba odpowiedzi: Polska -usługa	0	0	10	22
b) sygnalizacja obecności drobnoustrojów wywołujących grzybice	Liczba odpowiedzi: Świat -prototyp	25	9	9	4
	Liczba odpowiedzi: Świat- usługa	5	21	15	10
	Liczba odpowiedzi: Polska -usługa	0	5	12	19
c) sygnalizacja zakażeń bakteryjnych - chlamydie	Liczba odpowiedzi: Świat -prototyp	24	26	15	7
	Liczba odpowiedzi: Świat- usługa	1	6	15	9
	Liczba odpowiedzi: Polska -usługa	3	3	7	19

Eksperci mieli podzielone zdania na temat powstania prototypów urządzenia posiadającego wskazane w powyższej tabeli funkcjonalności, co jest widoczne w poniższych, przykładowych komentarzach:

„Uważam, że wszystkie wspomniane urządzenia mogą pojawić się niemal w tym samym momencie mianowicie około 2025 roku. Przez najbliższe lata będą się ukazywać kolejne prototypy, które będą dokładniej testowane. Gdy pierwsze takie urządzenia będą dostępne na świecie, kwestią czasu będzie pojawienie się ich w Polsce. Zakładam, 5-letnie opóźnienie wprowadzenia takich rozwiązań. mogą się u nas pojawić."

„Istnieją już systemy, które w ograniczonym stopniu realizują wspomnianą funkcjonalność dlatego sądzę, że konkretne rozwiązania pojawią się w najbliższym czasie".

„Wykrywanie zakażeń wirusowych jest o wiele trudniejsze niż bakteryjnych albo grzybiczych. Spowodowane jest to bardzo małym rozmiarem wirusów i brakiem możliwości ich szybkiego i prostego wykrywania."

„Sądzę, że rozwój takich systemów to kwestia bardzo odległa, zważając na stopień ich skomplikowania, a także niezbędne wymagania, które muszą zostać spełnione, takie jak np. próby kliniczne. Skomplikowaną kwestią będzie także powszechny dostęp do tego typu systemów, gdyż oznaczałoby to stosunkowo niewielkie koszty nabycia."

Pytanie 9.10. Korzystanie z systemów mHealth stanie się obowiązkowym elementem profilaktyki (podobnie jak szczepienia), wymaganym i dofinansowanym przez powszechne systemy ubezpieczeń zdrowotnych

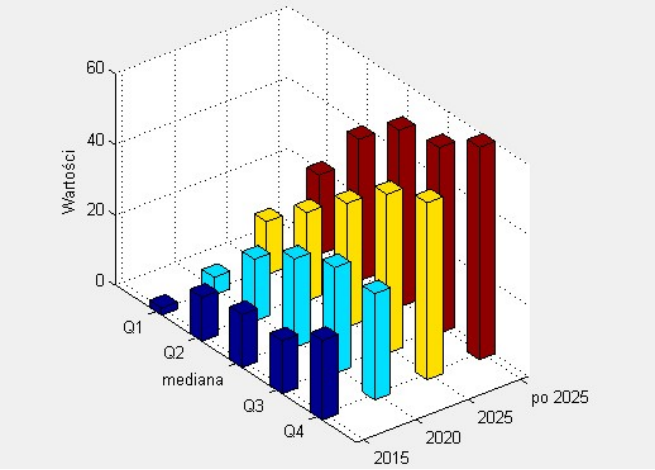
Pytanie 9.10a. Korzystanie z systemów mHealth stanie się obowiązkowym elementem profilaktyki (podobnie jak szczepienia), wymaganym i dofinansowanym przez powszechne systemy ubezpieczeń zdrowotnych w krajach OECD (najbardziej zaawansowanych w rozwoju mHealth)

Tab. 12.10. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.10a

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,091	17,333	27,424	40
Odchylenie standardowe:	7,2	11,884	16,101	21,373
Mediana:	5	10	20	40
1. Kwartyl (q1):	0	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	30	45	60
q3/q1:	-	6	4,5	4
q3-q1:	15	25	35	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,791	20,305	31,897	44,552
Odchylenie standardowe:	7,598	11,433	16,041	20,292

Mediana:	5	20	30	45
1. Kwartyl (q1):	0	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	20	30	50	60
q3/q1:	-	6	5	3
q3-q1:	20	25	40	40

Znaczna część respondentów uważała, że wzrost korzystania z systemów mHealth, jako obowiązkowego elementu profilaktyki w krajach OECD, może nie być zbyt duży ze względu na sprzeciw społeczny dotyczący obowiązkowości. Bardziej prawdopodobny będzie duży wzrost oparty na dobrowolnym korzystaniu z takich usług.



Rys. 12.9. Ilustracja wyników dla pytania 9.10a. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy wzrost korzystania z systemów mHealth jako obowiązkowego elementu profilaktyki w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów:

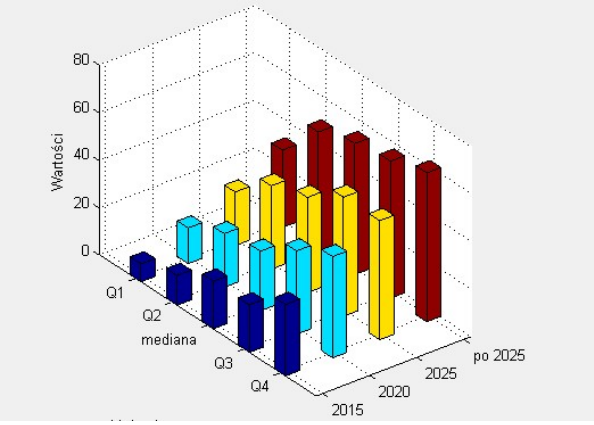
„Uważam, że społeczeństwa nie zgodzą się na wprowadzenie obowiązkowej profilaktyki - bardziej prawdopodobne wydają się systemy o użytkowaniu dobrowolnym."

„Jest to prosty i najbardziej bezpośredni sposób profilaktyki medycznej. Nie wymaga wielkiego zaangażowania lekarzy, dużo czynności pacjent wykonuje samodzielnie. Dlatego uważam, że choć teraz jest to dopiero wdrażane, należy to kontynuować i zrobić z tego standard."

Pytanie 9.10b. Korzystanie z systemów mHealth stanie się obowiązkowym elementem profilaktyki (podobnie jak szczepienia), wymaganym i dofinansowanym przez powszechne systemy ubezpieczeń zdrowotnych w Unii Europejskiej

Tab. 12.11. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.10b

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,594	15,576	25,879	37,121
Odchylenie standardowe:	9,825	13,185	16,172	22,203
Mediana:	5	10	20	45
1. Kwartyl (q1):	0	2	5	10
3. Kwartyl (q3):	17,5	30	42,5	60
q3/q1:	-	15	8,5	6
q3-q1:	17,5	28	37,5	50
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	10,129	19,545	28,568	41,276
Odchylenie standardowe:	10,391	13,998	15,105	21,308
Mediana:	5	10	35	50
1. Kwartyl (q1):	0	2	5	10
3. Kwartyl (q3):	20	40	50	60
q3/q1:	-	20	10	6
q3-q1:	20	38	45	50



Rys. 12.10. Ilustracja wyników dla pytania 9.10b. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy wzrost korzystania z systemów mHealth jako obowiązkowego elementu profilaktyki w Unii Europejskiej do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci prognozowali, że sytuacja dotycząca korzystania z systemów mHealth jako obowiązkowego elementu profilaktyki w Unii Europejskiej będzie bardzo zbliżona do sytuacji w krajach OECD (pyt.9.10a).

Pytanie 9.10c. Korzystanie z systemów mHealth stanie się obowiązkowym elementem profilaktyki (podobnie jak szczepienia), wymaganym i dofinansowanym przez powszechne systemy ubezpieczeń zdrowotnych w Polsce

Tab. 12.12. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.10c

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	3,063	6,625	11,182	23,667
Odchylenie standardowe:	3,209	7,613	10,695	17,61
Mediana:	1	4,5	5	15
1. Kwartyl (q1):	0	0,5	2	5
3. Kwartyl (q3):	5	10	17,5	40

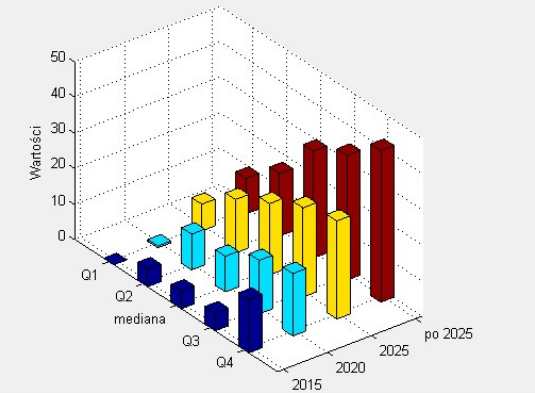
q3/q1:	-	20	8,75	8
q3-q1:	5	9,5	15,5	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	3,186	7,878	12,719	26,45
Odchylenie standardowe:	3,371	8	11,102	17,866
Mediana:	1	5	10	15
1. Kwartyl (q1):	0	0	3	10
3. Kwartyl (q3):	5	10	25	40
q3/q1:	-	-	8,33	4
q3-q1:	5	10	22	30

Eksperci byli bardziej sceptyczni w kwestii wzrostu korzystania z systemów mHealth jako obowiązkowego elementu profilaktyki Polsce. Ich zdaniem głównym problemem jest brak środków finansowych w polskiej służbie zdrowia.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Przy aktualnych brakach finansowych polskiej służby zdrowia, wprowadzenie takiego programu w najbliższym czasie wydaje mi się niemożliwe."

„Główną przeszkodą są braki środków finansowych oraz możliwe sprzeciwy z powodu obowiązkowości programu."



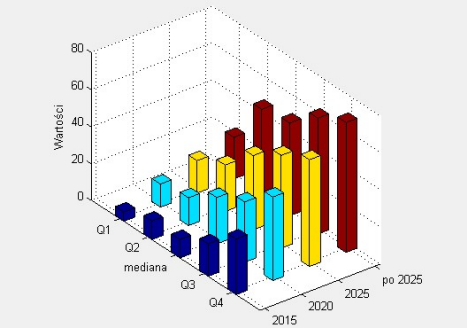
Rys. 12.11. Ilustracja wyników dla pytania 9.10c. Na osi pionowej oznaczono prognozowany procentowy wzrost korzystania z systemów mHealth jako obowiązkowego elementu profilaktyki w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 9.11. Powstanie powszechna "chmura medyczna" oparta na interoperacyjności oprogramowania mHealth i Elektronicznym Rekordzie Pacjenta

Pytanie 9.11a. Powstanie powszechna "chmura medyczna" oparta na interoperacyjności oprogramowania mHealth i Elektronicznym Rekordzie Pacjenta w krajach OECD (kraje najbardziej zaawansowane w rozwoju mHealth)

Tab. 12.13. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.11a

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	13,273	23,97	36,667	49,242
Odchylenie standardowe:	11	14,574	18,591	21,616
Mediana:	10	20	40	50
1. Kwartyl (q1):	2,75	10	15	18,75
3. Kwartyl (q3):	20	36,25	50	70
q3/q1:	7,27	3,63	3,33	3,73
q3-q1:	17,25	26,25	35	51,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	15,896	25,013	36,743	49,47
Odchylenie standardowe:	11,079	14,519	18,37	21,619
Mediana:	15	30	40	55
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	30	40	50	70
q3/q1:	6	4	3,33	2,8
q3-q1:	25	30	35	45



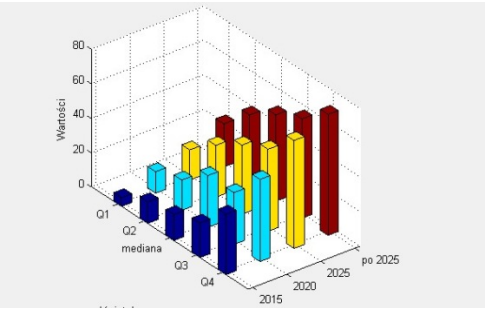
Rys. 12.12. Ilustracja wyników dla pytania 9.11a. Na osi pionowej oznaczono prognozowane prawdopodobieństwo powstania powszechnej "chmura medycznej" opartej na interoperacyjności oprogramowania mHealth i Elektronicznym Rekordzie Pacjenta w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 9.11b. W Unii Europejskiej powstanie powszechna "chmura medyczna" oparta na interoperacyjności oprogramowania mHealth i Elektronicznym Rekordzie Pacjenta

Tab. 12.14. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.11b

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	14,5	23,939	35,545	46,515
Odchylenie standardowe:	12,823	15,578	19,135	19,44
Mediana:	10	20	40	50
1. Kwartyl (q1):	2	8,75	13,75	18,75
3. Kwartyl (q3):	25	41,25	51,25	70
q3/q1:	12,5	4,71	3,73	3,73
q3-q1:	23	32,5	37,5	51,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	17,875	25,553	37,772	48,103

Odchylenie standardowe:	12,926	15,351	18,69	18,998
Mediana:	15	30	45	55
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	35	50	60	70
q3/q1:	7	5	4	3,5
q3-q1:	30	40	45	50



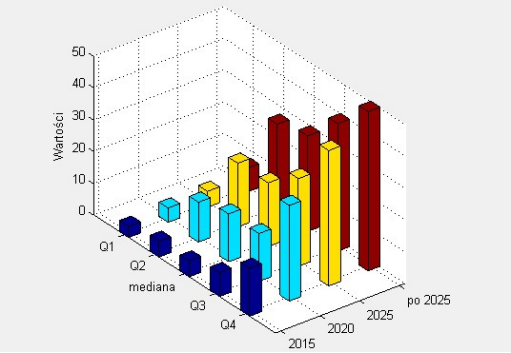
Rys. 12.13. Ilustracja wyników dla pytania 9.11b. Na osi pionowej oznaczono prognozowane prawdopodobieństwo powstania powszechnej "chmura medycznej" opartej na interoperacyjności oprogramowania mHealth i Elektronicznym Rekordzie Pacjenta w Unii Europejskiej do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 9.11c. W Polsce powstanie powszechna "chmura medyczna" oparta na interoperacyjności oprogramowania mHealth i Elektronicznym Rekordzie Pacjenta

Tab. 12.15. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 9.11c

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,25	14,156	23,545	32,242
Odchylenie standardowe:	6,706	10,85	15,368	19,296
Mediana:	5	10	20	30

1. Kwartyl (q1):	0	2,5	5	10
3. Kwartyl (q3):	10	27,5	45	51,25
q3/q1:	-	11	9	5,13
q3-q1:	10	25	40	41,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,383	16,109	25,176	34,436
Odchylenie standardowe:	6,963	11,102	14,757	18,541
Mediana:	5	15	25	35
1. Kwartyl (q1):	0	4	5	10
3. Kwartyl (q3):	15	30	45	55
q3/q1:	-	7,5	9	5,5
q3-q1:	15	26	40	45



Rys. 12.14. Ilustracja wyników dla pytania 9.11c. Na osi pionowej oznaczono prognozowane prawdopodobieństwo powstania powszechnej "chmura medycznej" opartej na interoperacyjności oprogramowania mHealth i Elektronicznym Rekordzie Pacjenta w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Pytanie 9.12. Najważniejsze problemy i bariery rozwoju systemów mHealth (mobilne systemy diagnostyczno-terapeutyczne) do roku 2025. W kolumnie odpowiadającej prawdopodobnemu terminowi wystąpienia problemu/bariery proszę podać (hasłowe) określenie jego nasilenia, prognozowany wpływ na rozwój mHealth i komentarz, a w kolumnie "uwagi" bardziej szczegółowy opis problemu

Wartości pola wyboru „Wpływ” w pytaniu 9.12:

- bardzo istotne,
- istotne,
- średnio istotne,
- nieistotne,
- trudno określić.

Tab. 12.16. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 9.12

Specyfikacja problemu	**Stan w roku 2015**		**Stan w roku 2020**		**Stan w roku 2025**		**Dalszy rozwój do roku 2030**	
	Określenie	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**
a) wzrastające zagrożenie dla danych medycznych przekazywanych w systemach mHealth związane z rozwojem rynku tych danych	Wyciek prywatnych danych z baz mHealth	bardzo istotne	Wyciek prywatnych danych z baz mHealth;	istotne	Wyciek prywatnych danych z baz mHealth	średnio istotne	Wyciek prywatnych danych z baz mHealth	średnio istotne
	Brak bezpieczeństwa danych	bardzo istotne	Handel danymi	bardzo istotne	Wspólna baza danych	bardzo istotne	Dalsze problemy z wyciekiem danych	bardzo istotne
	Ataki hackerskie	bardzo istotne	Ataki hackerskie	bardzo istotne	Ataki hackerskie	bardzo istotne	Ataki hackerskie	bardzo istotne
b) bariery prawne związane z dopuszczalnością automatycznej diagnostyki i rekomendacji podjęcia terapii bez bezpośredniego udziału personelu medycznego	Brak prawnej możliwości dopuszczenia	bardzo istotne	Projekty ustaw regulujących	bardzo istotne	Testowe wprowadzenia ustaw	istotne	Kolejne wprowadzenia	średnio istotne
	Problemy związane z wiarygodnością recept lub zwolnień lekarskich	bardzo istotne	Problemy związane z wiarygodnością recept lub zwolnień lekarskich	bardzo istotne	Problemy związane z wiarygodnością recept lub zwolnień lekarskich	bardzo istotne	Problemy związane z wiarygodnością recept lub zwolnień lekarskich	bardzo istotne

	Rozmyta odpowie-dzialność	bardzo istotne	Rozmyta odpowie-dzialność	bardzo istotne	Rozmyta odpowie-dzialność	istotne	Rozmyta odpowie-dzialność	istotne

Eksperci byli zgodni, że najważniejsze problemy i bariery rozwoju systemów mHealth dotyczące wzrastających zagrożeń dla danych medycznych przekazywanych w systemach mHealth będą dotyczyć odpowiedniego zabezpieczenia danych medycznych przed wyciekiem i udostępnieniem osobom niepowołanym.

Pytanie 9.13. Najważniejsze problemy i bariery rozwoju medycznych SWD, z włączeniem systemów diagnostycznych i medycznych baz wiedzy, do roku 2025. W kolumnie odpowiadającej najbardziej prawdopodobnemu terminowi wystąpienia problemu/bariery proszę podać (hasłowe) określenie jego nasilenia, prognozowany wpływ na rozwój medycznych SWD i komentarz, a w kolumnie "uwagi" komentarze i bardziej szczegółowy opis problemu

Wartości pola wyboru „Wpływ” w pytaniu 9.13.:

- bardzo istotne,
- istotne,
- średnio istotne,
- nieistotne,
- trudno określić.

Tab. 12.17. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 9.12

Specyfikacja problemu	**Stan w roku 2015**		**Stan w roku 2020**		**Stan w roku 2025**		**Dalszy rozwój do roku 2030**	
	Określenie	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**
a) obawy pracowników służby zdrowia związane z możliwością zastąpienia personelu medycznego przez automatyczne systemy diagnostyczno-terapeutyczne	Szkodliwość technologii	bardzo istotne	Obawy o zakres obowiązków	istotne	Obawy o utratę pracy	istotne	Utraty pracy	istotne
	Redukcja miejsc pracy	nieistotne	Redukcja miejsc pracy	średnio istotne	Redukcja miejsc pracy	średnio istotne	Redukcja miejsc pracy	istotne
b) słabsza kontrola chorób społecznych w przypadku rzadszego kontaktu pacjentów z perso-	Słabsza diagnoza chorób psychicznych	średnio istotne	Słabsza diagnoza chorób psychicznych	średnio istotne	Słabsza diagnoza chorób psychicznych	istotne	Słabsza diagnoza chorób psychicznych	istotne

nelem medycznym	Unikanie wizyt lekarskich	istotne	Unikanie wizyt lekarskich	istotne	Unikanie wizyt lekarskich	bardzo istotne	Unikanie wizyt lekarskich	bardzo istotne
c) niebezpieczeństwo niewłaściwego potraktowania nowych i najbardziej nietypowych przypadków medycznych, dla których brak odpowiednich danych w medycznych bazach wiedzy	Problemy z rozpoznawaniem chorób	bardzo istotne	Problemy automatyzmu	bardzo istotne	Podobieństwo chorób	bardzo istotne	System będzie tylko wsparciem dla lekarzy	bardzo istotne
	Mała liczba baz wiedzy o schorzeniach medycznych	bardzo istotne	Konieczność aktualizacji wiedzy o schorzeniach	bardzo istotne	Integracja różnych medycznych baz wiedzy	bardzo istotne	-	-

12.2. **Teza 10. Nastąpi dalszy rozwój SWD w finansach**

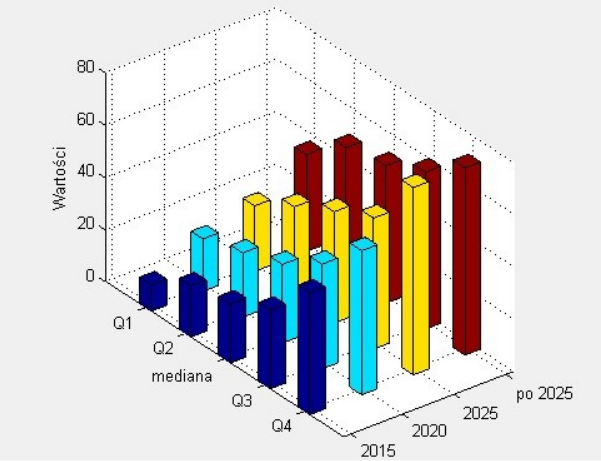
Ważnym problemem dotyczącym kierunków rozwoju systemów transakcyjnych w finansach jest możliwość i stopień zastąpienia decyzji podejmowanych przez brokerów przez automatyczne systemy transakcyjne. Do pozytywnego zastąpienia może dojść w przypadku, gdy automatyczne systemy transakcyjne wykażą swoją przewagę, mierzoną wielkością zysków, nad decyzjami podejmowanymi przez pracowników instytucji finansowych i pozostałych inwestorów. Trend ten podlega jednak wielu fluktuacjom, a jego przebieg zależy od wielu czynników, które ocenione zostaną przez ekspertów w kolejnej serii odpowiedzi.

Pytanie 10.1. Prognozowany udział decyzji inwestycyjnych podejmowanych przy pomocy SWD przez inwestorów w % (kraje OECD)

Tab. 12.18. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.1

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	17,576	25,212	37,121	49,242
Odchylenie standardowe:	13,331	14,73	16,554	22,923
Mediana:	10	20	40	50
1. Kwartyl (q1):	10	10	13,75	22,5
3. Kwartyl (q3):	22,5	40	50	71,25

q3/q1:	2,25	4	3,64	3,17
q3-q1:	12,5	30	36,25	48,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	18,98	26,12	35,887	48,127
Odchylenie standardowe:	13,133	14,251	14,67	20,209
Mediana:	15	20	40	45
1. Kwartyl (q1):	10	15	20	30
3. Kwartyl (q3):	30	40	50	70
q3/q1:	3	2,67	2,5	2,33
q3-q1:	20	25	30	40



Rys. 12.15. Ilustracja wyników dla pytania 10.1. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział decyzji inwestycyjnych podejmowanych przy pomocy SWD przez inwestorów w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci uważają, że już w stanie obecnym część decyzji inwestycyjnych jest podejmowana przy pomocy SWD i że liczba tych decyzji będzie wzrastać, lecz systemy takie nie będą w stanie zastąpić doświadczonych inwestorów

Przykładowe komentarze respondentów:

„Obecnie istnieją SWD wspierające decyzje inwestorów. Ich skuteczność jest zróżnicowana, jednak bardzo często propozycje takich systemów mogą być punktem wyjścia do decyzji podejmowanych przez doświadczonego brokera. Przewiduję, że

popularność tego typu systemów będzie powoli wzrastać wśród brokerów i rozszerzy na osoby, które obecnie nie są przekonane do tego typu rozwiązań (m.in. dzięki zwiększającej się skuteczności przewidywań takich systemów)."

„Profesjonalni inwestorzy już obecnie w dużym stopniu polegają na narzędziach wspomagających podejmowanie decyzji. Przewiduję, że będzie rosło zainteresowanie tego typu rozwiązaniami również wśród drobnych inwestorów, co przełoży się na znaczny wzrost liczby użytkowników."

Pytanie 10.2. Prognozowany udział decyzji inwestycyjnych podejmowanych przy pomocy SWD przez inwestorów w % (Polska)

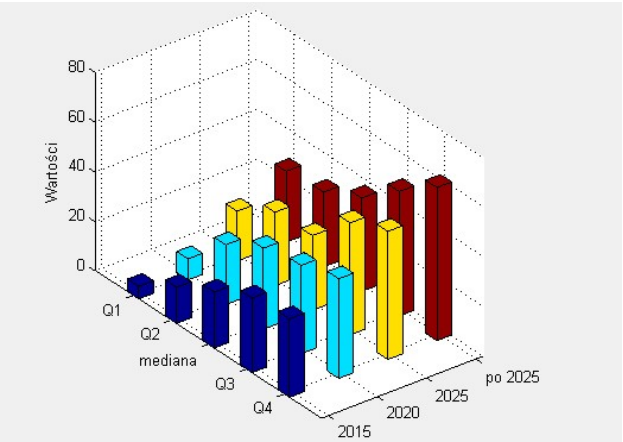
Tab. 12.19. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.2

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,182	18,727	28,182	38,121
Odchylenie standardowe:	11,776	14,222	15,2	23,423
Mediana:	10	15	25	35
1. Kwartyl (q1):	1,75	4	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	31,25	46,25	61,25
q3/q1:	11,43	7,81	4,63	6,13
q3-q1:	18,25	27,25	36,25	51,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	13,678	19,875	29,827	40,871
Odchylenie standardowe:	11,632	13,563	13,998	22,193
Mediana:	10	20	25	35
1. Kwartyl (q1):	5	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	20	35	45	60
q3/q1:	4	7	4,5	4
q3-q1:	15	30	35	45

Zdania ekspertów w kwestii procentowego wzrostu udziału decyzji inwestycyjnych w Polsce były podzielone. Część respondentów uważała, że sytuacja będzie odzwierciedlać sytuację na świecie, a część sugerowała wolniejszy wzrost w porównaniu do globalnej tendencji.

Przykładowy komentarz respondenta:

„Wydaje się, że w Polsce znacznie mniejszy odsetek inwestorów będzie zainteresowany stosowaniem finansowych SWD. Głównym czynnikiem decydującym o ich użyciu będzie doświadczenie inwestora oraz kwota inwestycji."



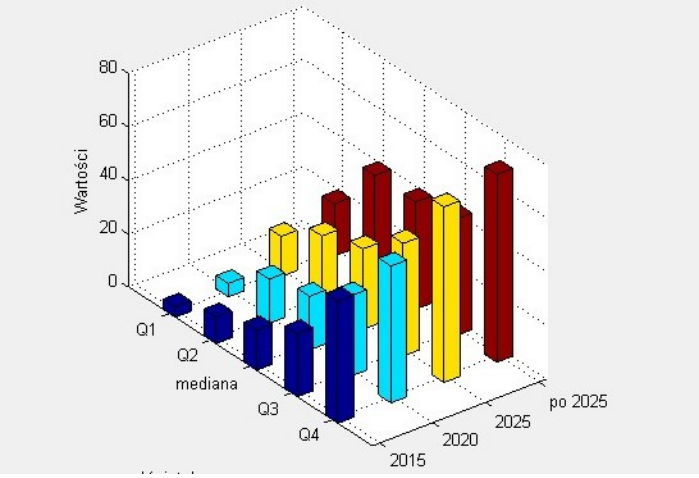
Rys. 12.16. Ilustracja wyników dla pytania 10.2. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział decyzji inwestycyjnych podejmowanych przy pomocy SWD przez inwestorów w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 10.3. Prognozowany udział decyzji inwestycyjnych na rynkach formalnych podejmowanych przy pomocy automatycznych systemów decyzyjnych w % (kraje OECD)

Tab. 12.20. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.3

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	15,938	23,375	31,875	40,938

Odchylenie standardowe:	10,707	14,441	16,424	20,831
Mediana:	10	17,5	25	30
1. Kwartyl (q1):	4	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	30	50	60	65
q3/q1:	7,5	10	6	3,25
q3-q1:	26	45	50	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	14,369	20,884	29,813	41,339
Odchylenie standardowe:	8,888	12,469	14,452	19,42
Mediana:	10	20	25	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	30	50	60	65
q3/q1:	6	5	4	2,6
q3-q1:	25	40	45	40



Rys. 12.17. Ilustracja wyników dla pytania 10.3. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział decyzji inwestycyjnych na rynkach formalnych podejmowanych przy pomocy automatycznych systemów decyzyjnych w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci prognozują mniejszy wzrost udziału decyzji inwestycyjnych na rynkach formalnych podejmowanych przy pomocy automatycznych systemów decyzyjnych w krajach OECD ze względu na mniejszą możliwość automatyzacji takich rynków.

Przykładowy komentarz:

„Rozwój systemów decyzyjnych na rynkach formalnych przypuszczalnie będzie niższy ze względu na mniejszą podatność tych rynków na informatyzację."

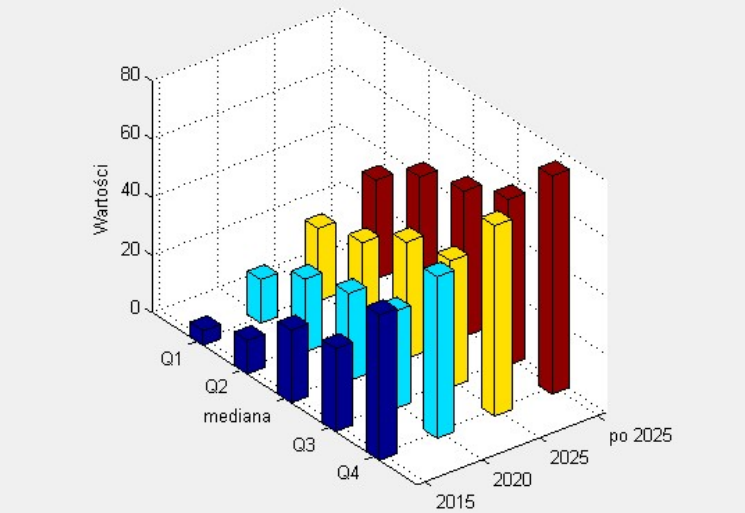
Pytanie 10.4. Prognozowany udział decyzji inwestycyjnych na rynkach formalnych podejmowanych przy pomocy automatycznych systemów decyzyjnych w % (Polska)

Tab. 12.21. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.4

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny

Średnia:	9,031	13,781	20,25	30,781
Odchylenie standardowe:	8,754	10,39	13,45	16,745
Mediana:	5	10	20	27,5
1. Kwartyl (q1):	1	2	5	10
3. Kwartyl (q3):	15	20	30	50
q3/q1:	15	10	6	5
q3-q1:	14	18	25	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	10,443	13,993	19,976	29,659
Odchylenie standardowe:	8,911	9,028	12,596	14,828
Mediana:	5	10	20	25
1. Kwartyl (q1):	2	4	10	15
3. Kwartyl (q3):	20	25	30	50
q3/q1:	10	6,25	3	3,33
q3-q1:	18	21	20	35

Znaczna część respondentów przewidywała, że Polska nie będzie odbiegać pod względem procentowego udziału decyzji inwestycyjnych na rynkach formalnych podejmowanych przy pomocy automatycznych systemów decyzyjnych od krajów OECD (pyt.10.3). Niektórzy uważali, że wzrost będzie na podobnym poziomie ale z lekkim opóźnieniem w stosunku do innych krajów.



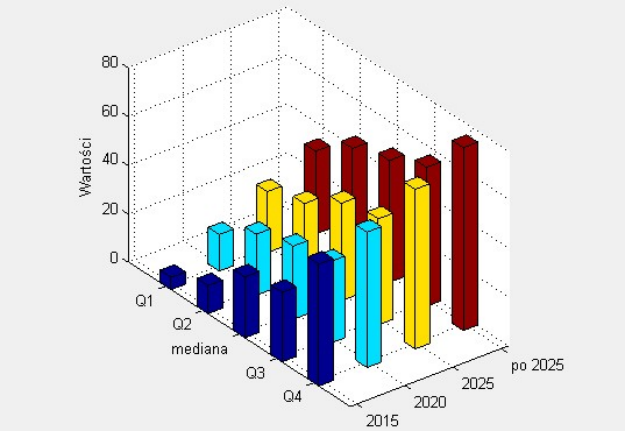
Rys. 12.18. Ilustracja wyników dla pytania 10.4. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział decyzji inwestycyjnych na rynkach formalnych podejmowanych przy pomocy automatycznych systemów decyzyjnych w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 10.5. Prognozowany procentowy udział dużych (niespełniających definicji MŚP) przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD (kraje OECD)

Tab. 12.22. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.5

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	24,531	34,219	46,094	56,719
Odchylenie standardowe:	16,779	18,262	19,118	19,773
Mediana:	20	30	40	60
1. Kwartyl (q1):	10	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	40	55	70	80
q3/q1:	4	3,67	3,5	3,2

q3-q1:	30	40	50	55
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	23,981	32,951	42,508	54,633
Odchylenie standardowe:	15,888	17,378	17,193	19,11
Mediana:	20	30	40	50
1. Kwartyl (q1):	10	15	25	35
3. Kwartyl (q3):	40	55	65	75
q3/q1:	4	3,67	2,6	2,14
q3-q1:	30	40	40	40



Rys. 12.19. Ilustracja wyników dla pytania 10.5. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział dużych (niespełniających definicji MŚP) przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów na temat udziału dużych przedsiębiorstw korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD w krajach OECD:

„Duże przedsiębiorstwa na pewno już obecnie korzystają z systemów zarządzania ryzykiem. Rozpowszechnianie się systemów SWD spowoduje wzrost wykorzystania tych właśnie wprowadzanych funkcjonalności, ze względu na ich większą skuteczność niż tradycyjnych systemów ERkM."

„Duże przedsiębiorstwa dysponują dużymi budżetami, które pozwalają na nabycie tego typu systemów. Ponadto obroty dużych firm, a w związku z tym i ryzyko są

większe niż w przypadku firm małych, dlatego większy stopień wspomagania się automatycznymi systemami jest tym bardziej uzasadniony. Sądzę, że procentowy udział firm korzystających z tego typu rozwiązań nie będzie się zmieniał, choć liczbowo może nastąpić pewien wzrost."

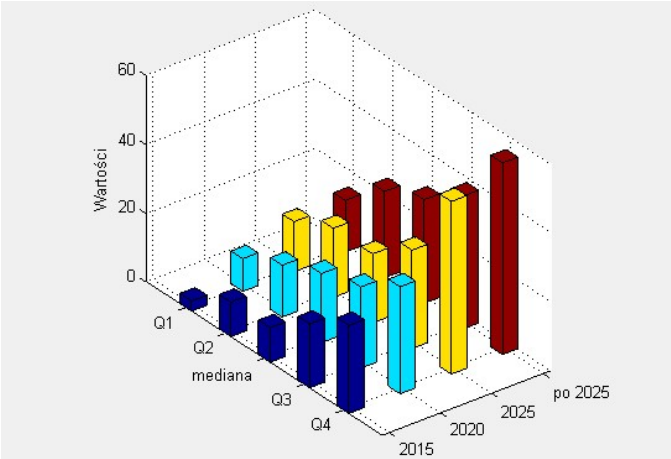
Pytanie 10.6. Prognozowany procentowy udział MŚP przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD (kraje OECD)

Tab. 12.23. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.6

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,969	20,469	29,375	40
Odchylenie standardowe:	7,971	9,462	9,723	16,125
Mediana:	10	20	30	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	20	20
3. Kwartyl (q3):	20	25	40	60
q3/q1:	4	2,5	2	3
q3-q1:	15	15	20	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	12,782	19,547	26,403	36,873
Odchylenie standardowe:	7,679	8,362	8,517	15,705
Mediana:	10	20	25	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	20	20
3. Kwartyl (q3):	20	25	35	50
q3/q1:	4	2,5	1,75	2,5
q3-q1:	15	15	15	30

Eksperci udzielający odpowiedzi na pytanie 10.6 prognozowali na ogół, że udział MŚP (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM)

z funkcjonalnościami SWD nie będzie na tak wysokim poziomie, jak w przypadku dużych przedsiębiorstw (pyt. 10.5) ze względu na wysokie koszty i jednocześnie mniejsze możliwości finansowe małych i średnich firm. W komentarzach nie różnicowano sytuacji pod tym względem w Polsce i w innych krajach OECD.



Rys. 12.20. Ilustracja wyników dla pytania 10.6. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział MŚP przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

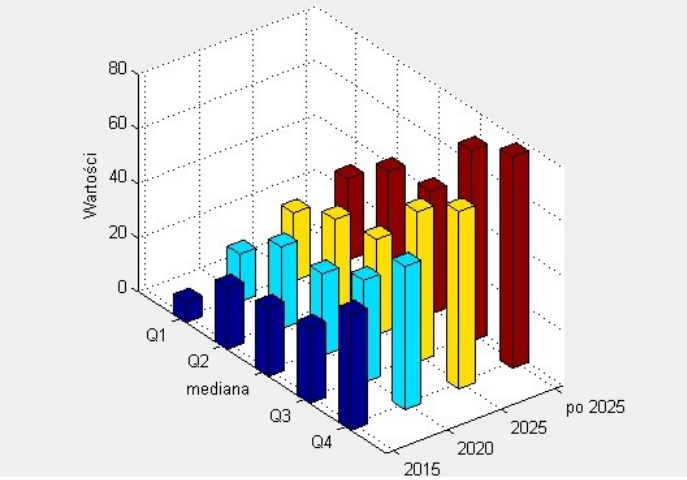
Przykładowy komentarz respondenta:

„Przedsiębiorstwa z sektora MŚP ze względu na ograniczony budżet nie będą przeznaczać środków na nowinki zawarte w dużych systemach, jak i na same duże systemy do zarządzania przedsiębiorstwami. Odsetek firm korzystających z zaawansowanych systemów jest niewielki. Będzie on rósł tylko w przypadku, gdy systemy z funkcjonalnościami SWD będą małe, lekkie i tanie. Mam nadzieję, że takie systemy będą powstawały."

Pytanie 10.7. Prognozowany procentowy dział dużych (niespełniających definicji MŚP) przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD (Polska)

Tab. 12.24. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.7

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	21,125	30,781	45,938	56,563
Odchylenie standardowe:	13,65	15,547	22,111	24,084
Mediana:	20	30	40	52,5
1. Kwartyl (q1):	5	10	20	27,5
3. Kwartyl (q3):	37,5	45	70	85
q3/q1:	7,5	4,5	3,5	3,09
q3-q1:	32,5	35	50	57,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	21,787	30,639	42,193	51,927
Odchylenie standardowe:	13,178	15,024	20,208	22,351
Mediana:	20	30	35	40
1. Kwartyl (q1):	10	15	20	30
3. Kwartyl (q3):	30	45	65	80
q3/q1:	3	3	3,25	2,67
q3-q1:	20	30	45	50



Rys. 12.21. Ilustracja wyników dla pytania 10.7. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział dużych (niespełniających definicji MŚP) przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część ekspertów przewidywała, że Polska nie będzie odbiegać pod względem procentowego udziału dużych (niespełniających definicji MŚP) przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD od krajów OECD.

Przykładowy komentarz respondenta:

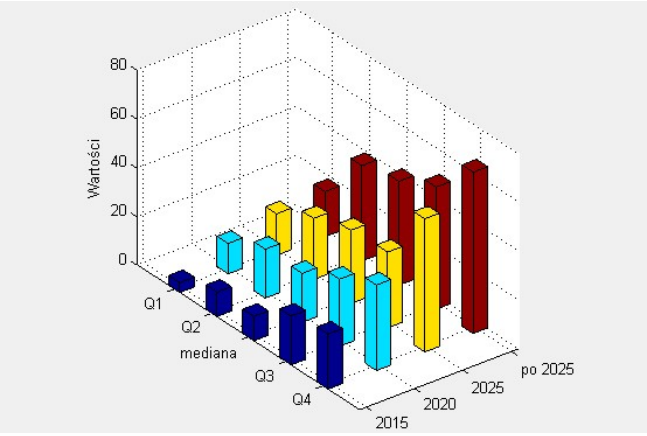
„Sytuacja w Polsce w przypadku dużych przedsiębiorstw i korzystania przez nich z systemów ERkM z funkcjonalnością SWD będzie wyglądała podobnie jak w przypadku pozostałych krajów członkowskich OECD, jednak odsetek przedsiębiorstw korzystających z nich będzie o ok. 5 punktów procentowych niższy."

Pytanie 10.8. Prognozowany procentowy udział MŚP (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD (Polska)

Tab. 12.25. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.8

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	39	39

Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	10,938	17,5	26,97	39,091
Odchylenie standardowe:	7,815	11,224	14,286	17,672
Mediana:	10	17,5	25	35
1. Kwartyl (q1):	2	5	13,75	20
3. Kwartyl (q3):	20	25	40	60
q3/q1:	10	5	2,91	3
q3-q1:	18	20	26,25	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,144	16,91	25,529	36,851
Odchylenie standardowe:	7,441	9,851	12,905	16,08
Mediana:	10	15	25	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	25	30	50
q3/q1:	6,67	5	2	2,5
q3-q1:	17	20	15	30



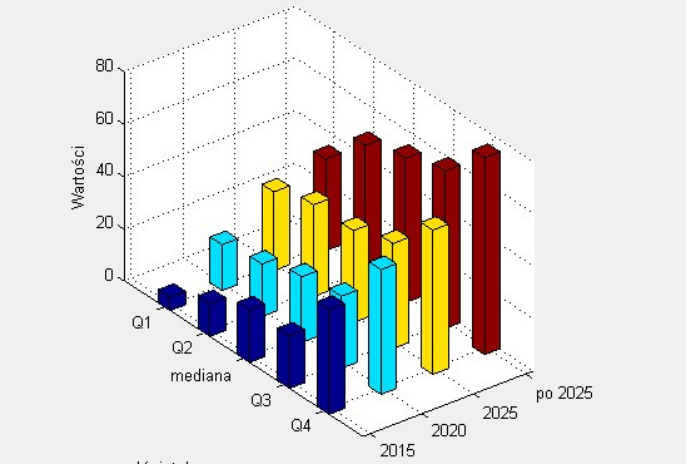
Rys. 12.22. Ilustracja wyników dla pytania 10.8. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział MŚP przedsiębiorstw (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD w Polsce do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część respondentów przewidywała, że w Polsce procentowy udział MŚP (wszystkie branże) korzystających z systemów zarządzania ryzykiem (ERkM) z funkcjonalnościami SWD będzie nieznacznie niższy od krajów OECD.

Pytanie 10.9. Prognozowane łączne przychody producentów finansowych SWD w cenach stałych, zmiana w % w stosunku do 2012 (Świat, bez uwzględniania inflacji)

Tab. 12.26. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 10.9

Kod pytania:	P1	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	114,964	131,086	151,427	172,061
Średni wzrost r/r w %:	4,76	2,66	2,93	2,59
Odchylenie standardowe:	4,1	10,2	18,4	24,7
Mediana:	115	125	140	157,5
1. Kwartyl (q1):	105	112,5	125	127,5
3. Kwartyl (q3):	120	147,5	177,5	197,5
q3/q1:	1,14	1,31	1,42	1,55
q3-q1:	15	35	52,5	70
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna:	113,912	128,998	142,561	159,533
Średni wzrost r/r w %:	4,44	2,52	2,02	2,28
Odchylenie standardowe:	4,1	9,8	13,2	18,1
Mediana:	115	120	135	155
1. Kwartyl (q1):	110	115	125	135
3. Kwartyl (q3):	120	140	160	180
q3/q1:	1,09	1,22	1,28	1,33
q3-q1:	10	25	35	45



Rys. 12.23. Ilustracja wyników dla pytania 10.9. Na osi pionowej oznaczono procentowe prognozowane łączne przychody producentów finansowych SWD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia nie uwzględniają współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz respondenta:
„Rynek ten nie będzie się rozszerzał (liczba użytkowników nie będzie się znacząco zwiększała), ale będzie następował wzrost złożoności systemów i pewności przewidywań, co będzie zwiększało wartość systemów i przychody ich producentów.”

Pytanie 10.10. Nowe funkcjonalności i zastosowania SWD w finansach

Tab. 12.27. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 10.10

Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Eksploracja danych w celu uzyskania lepszego obrazu klienta	Sieci neuronowe w przeszukiwaniu baz danych	Automatyczne podejmowanie decyzji inwestycyjnych	Zastosowanie komputerów kwantowych - możliwość przetwarzania większej ilości danych
Wsparcie SWD w inwestycjach	SWD przewidujące przyszłość krótkoterminową w oparciu o optymalne inwestycje	Inwestycyjne SWD zdolne do przewidywania odległej przyszłości	Pełne zarządzanie inwestycjami w oparciu o dane z systemów SWD

Rozszerzenie działania systemów na nowo powstające produkty finansowe na przestrzeni lat	Dopasowanie do zmieniającej specyfiki rynków	Tworzenie strategii dla poszczególnych produktów i uwzględnienie ich przy ciągłych fluktuacjach	Rozwój dotychczasowych funkcjonalności
Predykcja trendów	Analiza rynków, analiza ryzyka, zawansowana predykcja trendów	Zaawansowane automaty inwestycyjne, monitorowanie rynków, autonomiczne decyzje finansowe	Całkowicie autonomiczne decyzje inwestycyjne, przewidywanie trendów na podstawie danych historycznych, monitorowanie sytuacji geopolitycznej, analiza ryzyka inwestycyjnego
Rozszerzanie działania systemu na nowe produkty finansowe.	Możliwości adaptacyjne SWD w finansach, generowanie strategii działania.	Tworzenie i wdrażanie strategii na zasadzie sterowaniem zakupu i sprzedaży.	Adaptacja i rozpoznawanie nastrojów na rynkach finansowych.
Automatyczne ostrzeganie przed bessą	Automatyczne informowanie o dobrym momencie zakupu/sprzedaży akcji	Pierwsze próby w pełni automatycznego inwestowania	Sztuczna inteligencja tworząca długoterminowe strategie
Dokładniejsze zarządzanie ryzykiem	Wydajniejsze przetwarzanie informacji z sieci	Automatyzacja podejmowania decyzji	Podejmowanie decyzji niemalże bez udziału człowieka

Pytanie 10.11. Najważniejsze problemy i bariery rozwoju SWD w finansach do roku 2025. Wzrastającemu udziałowi automatycznych transakcji towarzyszy wzrastająca zmienność parametrów rynku (a w efekcie wzrost rzędu niestacjonarności finansowych szeregów czasowych), co zmniejsza możliwość efektywnego stosowania metod prognostycznych. W kolumnie odpowiadającej najbardziej prawdopodobnemu terminowi wystąpienia problemu/bariery proszę podać jego skrócone (hasłowe) określenie, prognozowany wpływ na rozwój i zastosowania SWD w finansach i komentarz, a w kolumnie "Uwagi" bardziej szczegółowy opis problemu i dalsze uwagi

Wartości pola wyboru „Wpływ” w pytaniu 10.11

- bardzo istotne,
- istotne,
- średnio istotne,
- nieistotne,
- trudno określić.

Tab. 12.28. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 10.11

Stan w roku 2015		**Stan w roku 2020**		**Stan w roku 2025**		**Dalszy rozwój do roku 2030**	
Określenie	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**	**Określenie**	**Wpływ**
Zastosowanie transferów o niskiej entropii	bardzo istotne	Zastosowanie metod sieciowych układów nieliniowych	bardzo istotne	Personalizacja	bardzo istotne	Indywidualizacja	bardzo istotne
Błędy inwestycyjne	bardzo istotne	Ingerencja w rynek	istotne	Zmienność rynku	bardzo istotne	Ataki na systemy	bardzo istotne
Wdrażanie automatów grających na szeroką skalę	średnio istotne	-	-	Zwiększenie udziału automatów na rynkach finansowych	bardzo istotne	-	-

12.3. **Teza 11. Perspektywy integracji baz wiedzy, systemów eksperckich i SWD**

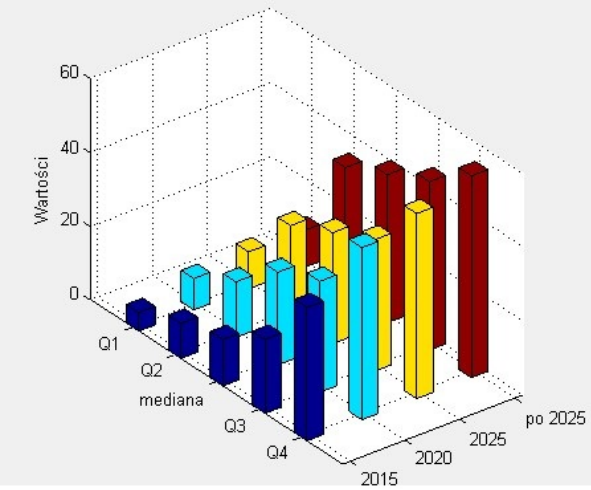
Dwa trendy związane z rozwojem globalnej sieci: rozwój wyszukiwarek internetowych oraz wzrastająca ilość treści w Internecie stanowią o wzrastającym udziale globalnej wiedzy dostępnej dla każdego użytkownika Internetu. Jednocześnie wzrasta ilość dostępnej nieprzetworzonej informacji, takiej jak sekwencje video z kamer internetowych, wypowiedzi na forach i w serwisach społecznościowych, czy repozytoria niezweryfikowanych utworów muzycznych, obrazów itp. Potencjalna dostępność tej informacji, której ilość przekracza możliwości percepcji i przetworzenia przez użytkowników Internetu powoduje powstanie wyzwań dla badaczy, projektantów i producentów software'u, a także dla osób odpowiedzialnych za hurtownie danych i repozytoria wiedzy. Już obecnie wszelkie liczące się publikacje naukowe publikowane są on-line, wkrótce wszystkie, lub prawie wszystkie stacje telewizyjne i radiowe dostępne będą w Internecie.

Pytanie 11.1. Prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci i powszechnie dostępnej poprzez przeglądarki i wyszukiwarki internetowe uznanej za reprezentatywną

Pytanie 11.1a. Prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w badaniach naukowych

Tab. 12.29. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.1a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	17,188	24,844	33,906	41,563
Odchylenie standardowe:	13,517	14,205	17,69	19,862
Mediana:	10	25	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	15
3. Kwartyl (q3):	25	40	50	50
q3/q1:	5	4	3,33	3,33
q3-q1:	20	30	35	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	19,371	27,464	39,966	46,821
Odchylenie standardowe:	14,641	14,039	17,938	19,816
Mediana:	20	30	35	50
1. Kwartyl (q1):	5	10	20	30
3. Kwartyl (q3):	50	50	70	80
q3/q1:	10	5	3,5	2,67
q3-q1:	45	40	50	50



Rys. 12.24. Ilustracja wyników dla pytania 11.1a Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w badaniach naukowych do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz respondenta na temat procentowego udziału informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w badaniach naukowych:

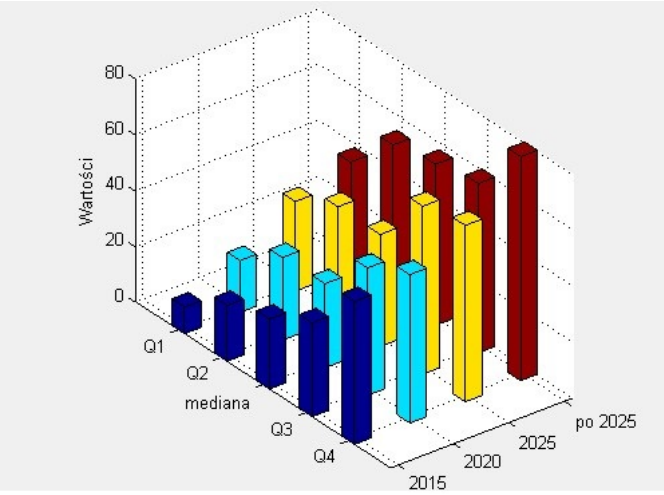
„Sieć daje duże możliwości osobom szukającym informacji do badań naukowych. Systemy ankietowe pomagają w zbieraniu danych, wyszukiwarki artykułów naukowych, serwisy skupiające ekspertów, profesjonalne fora naukowe mogą w znaczy sposób ułatwić pracę nad badaniami naukowymi."

Pytanie 11.1b. Prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w badaniach rynku w celach marketingowych

Tab. 12.30. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.1b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	32,879	43,906	54,844	63,125
Odchylenie standardowe:	14,511	16,115	19,397	17,852

Mediana:	30	42,5	57,5	62,5
1. Kwartyl (q1):	15	25	35	40
3. Kwartyl (q3):	50	70	80	85
q3/q1:	3,33	2,8	2,29	2,13
q3-q1:	35	45	45	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	33,627	42,648	54,879	64,399
Odchylenie standardowe:	15,422	16,307	19,399	17,392
Mediana:	30	50	60	70
1. Kwartyl (q1):	15	25	35	40
3. Kwartyl (q3):	50	70	80	85
q3/q1:	3,33	2,8	2,29	2,13
q3-q1:	35	45	45	45



Rys. 12.25. Ilustracja wyników dla pytania 11.1b Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w badaniach rynku w celach marketingowych do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

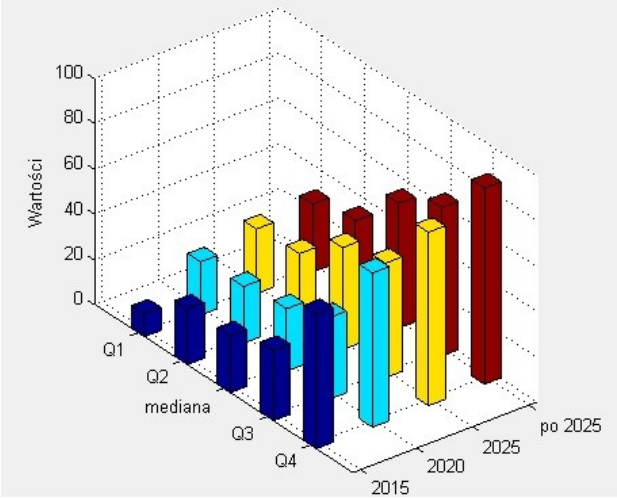
Przykładowy komentarz respondenta na temat procentowego udziału informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w badaniach rynku w celach marketingowych:

„Już teraz istnieją mechanizmy pozwalające na śledzenie preferencji użytkowników i oferowanie im wyselekcjonowanych reklam, które mają większą szansę zainteresowania odbiorcy. Jest to niezwykle dochodowy interes dla sprzedawców dlatego na pewno będzie on rozwijany."

Pytanie 11.1c. Prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w informacji o technologiach

Tab. 12.31. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.1c

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	38,438	47,813	54,219	61,563
Odchylenie standardowe:	14,12	14,989	17,073	20,14
Mediana:	40	50	50	65
1. Kwartyl (q1):	20	25	30	30
3. Kwartyl (q3):	55	70	80	85
q3/q1:	2,75	2,8	2,67	2,83
q3-q1:	35	45	50	55
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	38,431	46,877	55,889	62,147
Odchylenie standardowe:	14,431	15,547	17,646	20,181
Mediana:	40	50	55	65
1. Kwartyl (q1):	20	25	30	30
3. Kwartyl (q3):	60	70	80	85
q3/q1:	3	2,8	2,67	2,83
q3-q1:	40	45	50	55



Rys. 12.26. Ilustracja wyników dla pytania 11.1c. Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w informacji o technologiach do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów na temat procentowego udziału informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w informacji o technologiach:

„Informacje o nowoczesnych technologiach są umieszczane przede wszystkim w sieci. Technologie te zmieniają się bardzo szybko, a Internet pozwala na częstą aktualizację treści (cykl wydawniczy książek trwa zbyt długo w przypadku nowoczesnych technologii, co prowadzi do tego, że nowo wydane książki naukowe są aktualne przez bardzo krótki okres czasu)."

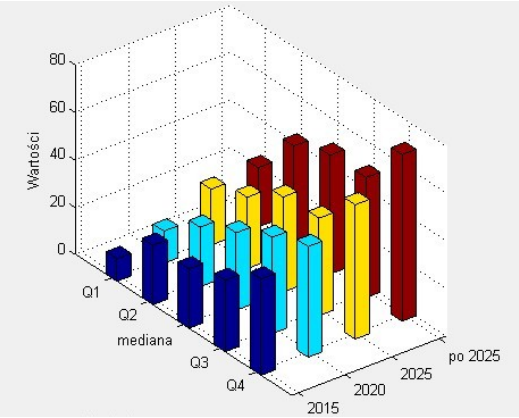
„Zainteresowanie informacjami o technologiach jest ogromne jednak proces weryfikacji wiedzy w tym zakresie jest trudny i bardziej kosztowny niż w przypadku informacji dotyczących badań rynkowych i marketingu, m in. ze względu na ochronę patentową."

Pytanie 11.1d. Prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w informacji dotyczącej zasobów ludzkich (eksperci, kandydaci do pracy)

Tab. 12.32. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.1d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	39

Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	30,606	38,75	46,563	55,606
Odchylenie standardowe:	11,597	15,712	15,241	17,52
Mediana:	30	42,5	50	60
1. Kwartyl (q1):	15	20	25	35
3. Kwartyl (q3):	43,75	55	65	70
q3/q1:	2,92	2,75	2,6	2
q3-q1:	28,75	35	40	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	30,206	39,707	48,889	56,442
Odchylenie standardowe:	11,907	16,254	14,28	16,465
Mediana:	30	45	50	55
1. Kwartyl (q1):	15	25	30	40
3. Kwartyl (q3):	50	60	65	70
q3/q1:	3,33	2,4	2,17	1,75
q3-q1:	35	35	35	30



Rys. 12.27. Ilustracja wyników dla pytania 11.1d Na osi pionowej oznaczono procentowy prognozowany udział informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w informacji dotyczących zasobów ludzkich do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów na temat procentowego udziału informacji znajdującej się w sieci uznanej za reprezentatywną w informacji dotyczącej zasobów ludzkich:

„Rozpowszechniające się sieci społecznościowe sprawiają, że coraz więcej prywatnych informacji pojawia się w sieci. Informacje te są i będą coraz chętniej wykorzystywane przez ekspertów w celu rekrutacji pracowników, gdyż stanowią cenne źródło wiedzy o potencjalnym pracowniku."

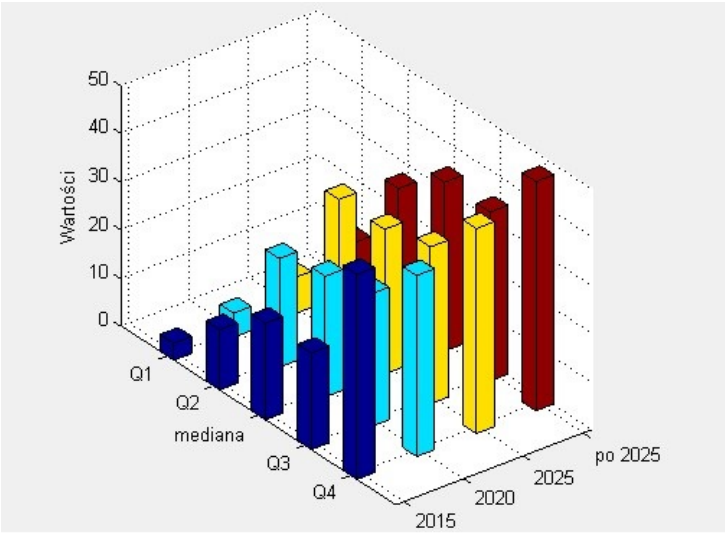
„Rekruterzy w coraz większym stopniu wykorzystują dane znalezione w Internecie w celu zweryfikowania czy zdobycia dodatkowych informacji na temat kandydata. Posługują się w tym celu m.in. portalami społecznościowymi. Koszty zatrudnienia i utrzymania wysoko wykwalifikowanych pracowników ciągle rosną, więc firmy dążą do uzyskania jak najbardziej wiarygodnych informacji i z tego względu przewiduję intensywny wzrost reprezentatywnej informacji na temat zasobów ludzkich dostępnych w Internecie."

Pytanie 11.2. Prognozowana ilość przetworzonej i zweryfikowanej wiedzy dostępnej w Internecie (w % całkowitej dostępnej informacji)

Tab. 12.33. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.2

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka a statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,375	21,094	27,969	35,469
Odchylenie standardowe:	11,729	10,48	12,414	17,176
Mediana:	10	15	30	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15
3. Kwartyl (q3):	25	35	40	50
q3/q1:	5	3,5	4	3,33
q3-q1:	20	25	30	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	18,007	22,341	27,925	33,838
Odchylenie standardowe:	11,748	9,657	10,931	14,822

Mediana:	15	20	30	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15
3. Kwartyl (q3):	40	35	40	50
q3/q1:	8	3,5	4	3,33
q3-q1:	35	25	30	35



Rys. 12.28. Ilustracja wyników dla pytania 11.2 Na osi pionowej oznaczono procentowa prognozowaną ilość przetworzonej i zweryfikowanej wiedzy dostępnej w Internecie do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci przywidywali, że ilość przetworzonej i zweryfikowanej wiedzy w Internecie będzie wzrastała łagodnie ze względu na szybko rosnącą liczbę informacji dostępnych w Internecie ale jednocześnie nie tak szybki rozwój technologii przetwarzających i weryfikujących te informacje.

Przykładowy komentarz respondenta:

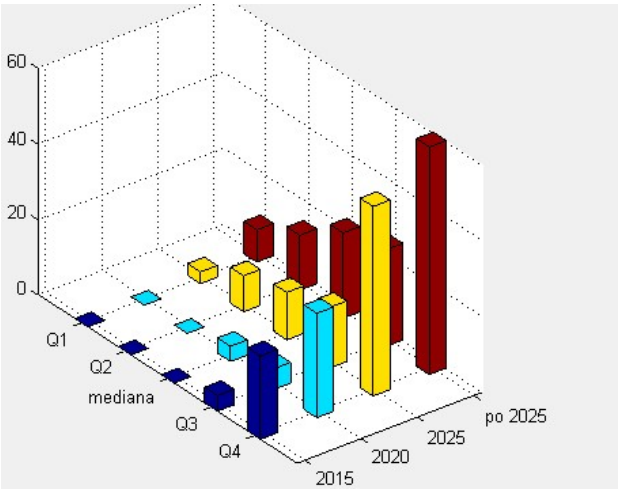
„Mimo systematycznego udoskonalania narzędzi ilość informacji zamieszczanych w Internecie rośnie tak błyskawicznie, że procentowa ilość zweryfikowanych informacji zapewne zatrzyma się na stałym, stosunkowo niskim poziomie. Informacje istotne (np. branżowe) będą zapewne zweryfikowane w większym stopniu niż informacje mało ważne (np. newsy na portalach plotkarskich).”

Pytanie 11.3. Powstanie oprogramowanie eksperckie, które pozwoli na analizę heterogenicznych danych (multimedia, publikacje, video streaming) w celu udzielenia odpowiedzi na zadane pytanie - w % dostępnych informacji wykorzystanych w tym celu (negatywna odpowiedź odnośnie powstania takiego oprogramowania polega na podaniu wartości "0 %")

Tab. 12.34. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.3

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	2,939	4,469	14,063	23,563
Odchylenie standardowe:	5,657	6,532	12,853	15,585
Mediana:	0	0,5	10	20
1. Kwartyl (q1):	0	0	3	5
3. Kwartyl (q3):	5	10	20	50
q3/q1:	-	-	6,67	10
q3-q1:	5	10	17	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	3,677	5,745	14,779	24,48
Odchylenie standardowe:	6,083	6,973	13,401	14,866
Mediana:	0	2	15	20
1. Kwartyl (q1):	0	0	4	5
3. Kwartyl (q3):	10	10	30	50
q3/q1:	-	-	7,5	10
q3-q1:	10	10	26	45

Respondenci byli sceptycznie nastawieni do możliwości powstania oprogramowania eksperckiego, które pozwoli na analizę heterogenicznych danych w celu udzielenia odpowiedzi na zadane pytanie ze względu na dużą trudność analizowania tak zróżnicowanych źródeł (multimedia, publikacje, video streaming).



Rys. 12.29. Ilustracja wyników dla pytania 11.3 Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania oprogramowania eksperckiego, które pozwoli na analizę heterogenicznych danych w celu udzielenia odpowiedzi na zadane pytanie do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz respondenta:

„Trudność polega na integracji różnych systemów operujących na danych tego typu. A co za tym idzie postawione jest wymaganie dużej efektywności operujących na nich systemów niezależnie od ilości czy typu danych wejściowych."

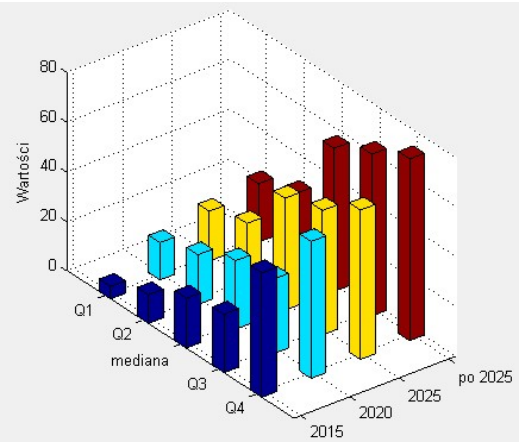
Pytanie 11.4. Powstanie rekomendujące oprogramowanie eksperckie, które korzystać będzie z reprezentatywnych zbiorów danych (oferty rynkowe, multimedia, publikacje, opinie konsumentów itp.) i indywidualnych modeli preferencji użytkownika i które będzie powszechnie stosowane przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych - w % podejmowanych decyzji (globalnie)

Pytanie 11.4a. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy zakupie towarów

Tab. 12.35. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.4a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny

Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	25,333	36,719	48,094	62,781
Odchylenie standardowe:	19,218	15,862	19,791	22,973
Mediana:	15	30	50	70
1. Kwartyl (q1):	10	15	20	30
3. Kwartyl (q3):	48,75	55	70	90
q3/q1:	4,88	3,67	3,5	3
q3-q1:	38,75	40	50	60
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	26,269	34,878	45,939	59,895
Odchylenie standardowe:	18,589	14,459	18,58	22,825
Mediana:	20	30	40	65
1. Kwartyl (q1):	10	20	25	30
3. Kwartyl (q3):	45	55	60	80
q3/q1:	4,5	2,75	2,4	2,67
q3-q1:	35	35	35	50



Rys. 12.30. Ilustracja wyników dla pytania 11.4a Na osi pionowej oznaczono Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy zakupie towarów do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci zwrócili uwagę na to, że obecnie istnieje już rekomendujące oprogramowanie eksperckie stosowane (globalnie) przy wspomaganiu decyzji przy zakupie towarów oraz prognozowali szybki rozwój i dynamiczne zwiększanie się ilości oraz wzrost popularności tego typu oprogramowania.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Wybór towarów jest najpopularniejszym zastosowaniem systemów badania preferencji i tworzenia propozycji dla klientów. Ze względu na duże zainteresowanie takim oprogramowaniem prognozuję jego dalszy, szybki rozwój."

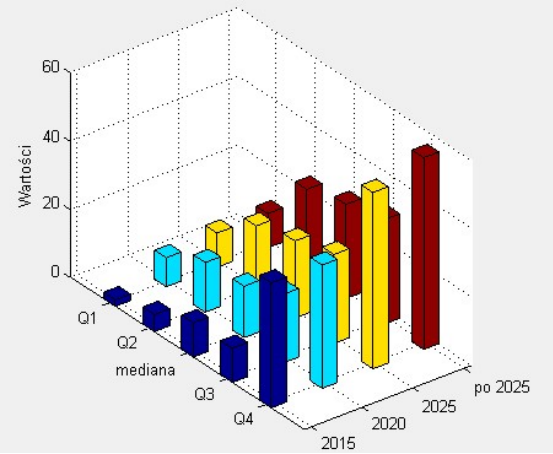
„Obecnie takie oprogramowanie jest stosowane ale nie globalnie. Rozwiązania tego typu korzystają zwykle z ograniczonego zasobu źródeł informacji. W kolejnych latach powstaną aplikacje korzystające z coraz szerszego zasobu wiedzy i dzięki temu ich popularność jeszcze bardziej wzrośnie."

Pytanie 11.4b. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze ścieżki kształcenia, konkretnej usługi edukacyjnej, itd.

Tab. 12.36. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.4b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,212	19,75	29,219	40,156
Odchylenie standardowe:	10,295	12,895	18,22	25,804
Mediana:	10	15	22,5	30
1. Kwartyl (q1):	1,25	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	35	50	70
q3/q1:	16	3,5	3,33	3,5
q3-q1:	18,75	25	35	50
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	12,8	20,297	30,994	40,417
Odchylenie standardowe:	9,314	12,913	17,809	24,221
Mediana:	10	15	25	30

1. Kwartyl (q1):	3	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	30	35	50	70
q3/q1:	10	3,5	3,33	3,5
q3-q1:	27	25	35	50



Rys. 12.31. Ilustracja wyników dla pytania 11.4b Na osi pionowej oznaczono procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze ścieżki kształcenia, konkretnej usługi edukacyjnej, itd. do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Eksperci zwrócili uwagę na duże trudności związane z powstaniem rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy wspomaganiu decyzji przy wyborze ścieżki kształcenia, ze względu na konieczność uwzględnienia dużej liczby szczegółowych parametrów. Prognozowali jednak duże zainteresowanie takiego typu oprogramowaniem.

Przykładowy komentarz respondenta:

„Zarówno przy wyborze ścieżki kształcenia jak i przy wyborze zatrudnienia, nie ma możliwości stworzenia reprezentatywnych zbiorów danych wejściowych. Każda oferta kształcenia czy zatrudnienia generuje różne szczegółowe parametry (jak chociażby ilość pracy w danym zagadnieniu). Tych parametrów jest zbyt wiele i dużo z nich jest niemożliwe do automatycznego pobrania. Ponadto powinny być tutaj brane pod uwagę różne parametry osoby korzystającej z systemu, aby klient i usługa edukacyjna / praca były jak najlepiej dobrane. Uważam, że dobre systemy SWD są niemożliwe do stworzenia w tych dwóch dziedzinach.”

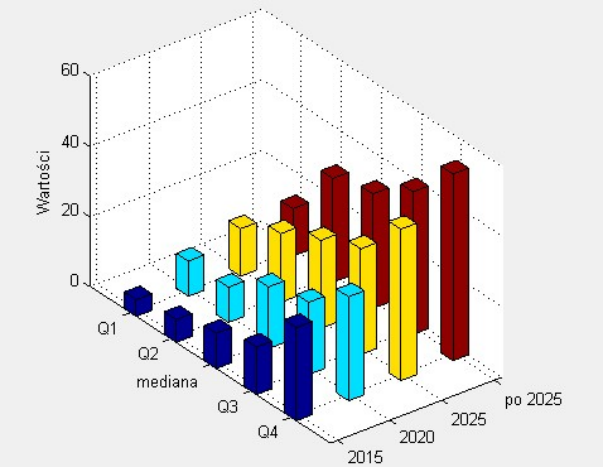
Pytanie 11.4c. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze zatrudnienia

Tab. 12.37. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.4c

Kod pytania:	p	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,03	23,594	33,281	45,625
Odchylenie standardowe:	12,967	15,237	13,55	19,835
Mediana:	10	17,5	30	47,5
1. Kwartyl (q1):	2,75	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	37,5	40	50	65
q3/q1:	13,64	4	3,33	3,25
q3-q1:	34,75	30	35	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	17,847	24,673	33,66	48,172
Odchylenie standardowe:	13,149	14,936	12,929	17,914
Mediana:	10	20	30	45
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	40	40	50	65
q3/q1:	8	4	3,33	3,25
q3-q1:	35	30	35	45

Przykładowy komentarz respondenta na temat powstania oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze zatrudnienia:

„Powstanie takiego oprogramowania jest możliwe, lecz przypuszczalnie pełniłoby ono jedynie funkcję wstępnej filtracji ofert, gdyż dla pracownika ważnym czynnikiem jest osobisty kontakt z pracodawcą, np. w czasie rozmowy kwalifikacyjnej.”



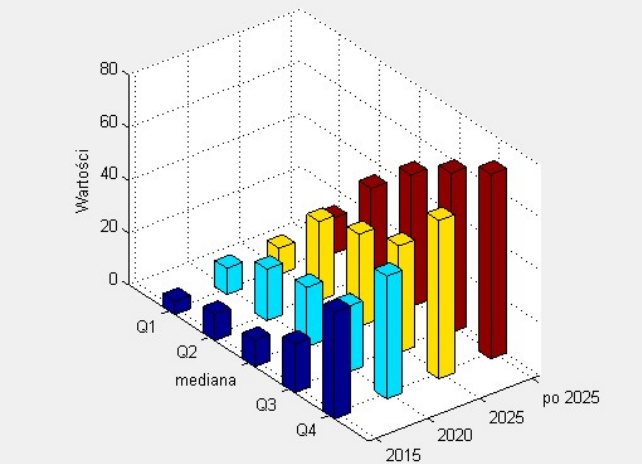
Rys. 12.32. Ilustracja wyników dla pytania 11.4c Na osi pionowej oznaczono procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze zatrudnienia. do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.4d. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze pracowników/wykonawców usług

Tab. 12.38. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.4d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	19,121	29,219	40,625	51,875
Odchylenie standardowe:	14,004	13,501	18,668	22,204
Mediana:	20	25	40	50
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	37,5	45	65	80
q3/q1:	7,5	3	3,25	3,2
q3-q1:	32,5	30	45	55

Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	20,491	30,507	42	52,917
Odchylenie standardowe:	14,451	13,406	18,098	21,704
Mediana:	20	25	40	50
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	40	50	65	75
q3/q1:	8	3,33	3,25	3
q3-q1:	35	35	45	50



Rys. 12.33. Ilustracja wyników dla pytania 11.4d. Na osi pionowej oznaczono procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego (globalnie) przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze pracowników/wykonawców usług. do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci przypuszczali duże zainteresowanie przez pracodawców oprogramowaniem eksperckim stosowanym przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze pracowników lub wykonawców usług. Sugerowali jednak, że będzie ono wykorzystywane głównie przez duże firmy (zatrudniające wielu pracowników), gdyż tego typu firmom zależy na oszczędności czasu, co jest możliwe do osiągnięcia poprzez zautomatyzowanie procesów rekrutacji.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Mogą powstać systemy wstępnie analizujące CV osób ubiegających się o dane stanowisko, bądź filtrujące informacje znalezione w sieci na temat danego kandydata i wspierać w ten sposób decyzje podejmowane przez dział HR. Systemy takie

mogłyby wykorzystywać informacje związane z historią pracy i doświadczeniem konkretnej osoby."

„Firmy starają się ograniczać koszty, a bardzo wiele wydatków jest generowanych poprzez niewłaściwy dobór pracowników lub wykonawców, dlatego narzędzie, które umożliwi podejmowanie lepszych decyzji w tym zakresie będzie bardzo dynamicznie się rozwijać i szybko zyska na popularności."

Pytanie 11.5. Powstanie rekomendujące oprogramowanie eksperckie, które korzystać będzie z reprezentatywnych zbiorów danych (oferty rynkowe, multimedia, publikacje, opinie konsumentów itp.) i indywidualnych modeli preferencji użytkownika i które będzie powszechnie stosowane przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych - w % podejmowanych decyzji (w Polsce)

Eksperci byli zdania, że sytuacja w Polsce dotycząca powstania oprogramowania eksperckiego stosowanego przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy zakupie towarów (pyt. 11.5a), przy wyborze: ścieżki kształcenia (pyt.11.5b), zatrudnienia (pyt. 11.5c), oraz pracowników i wykonawców usług(pyt. 11.5d) będzie odzwierciedleniem sytuacji globalnej.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Sądzę, że Polska nie będzie w tym względzie odbiegać od trendów światowych."

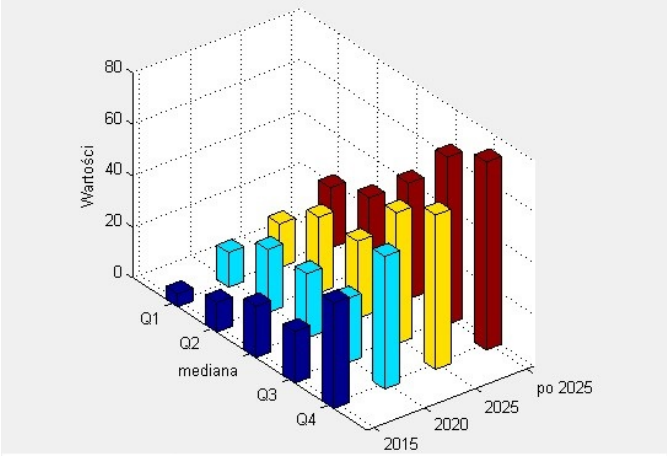
„Sytuacja w Polsce będzie odzwierciedlać sytuację globalną, zachowując jednak niewielkie opóźnienie."

Pytanie 11.5a. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy zakupie towarów (Polska)

Tab. 12.39. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.5a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	21,97	31,25	43,094	58,844
Odchylenie standardowe:	16,982	16,859	19,066	24,742
Mediana:	15	25	35	65
1. Kwartyl (q1):	5	10	20	25
3. Kwartyl (q3):	43,75	55	65	90

q3/q1:	8,75	5,5	3,25	3,6
q3-q1:	38,75	45	45	65
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	23,743	32,413	44,61	60,019
Odchylenie standardowe:	16,211	14,883	17,915	23,447
Mediana:	20	25	30	65
1. Kwartyl (q1):	5	15	25	30
3. Kwartyl (q3):	45	50	60	80
q3/q1:	9	3,33	2,4	2,67
q3-q1:	40	35	35	50

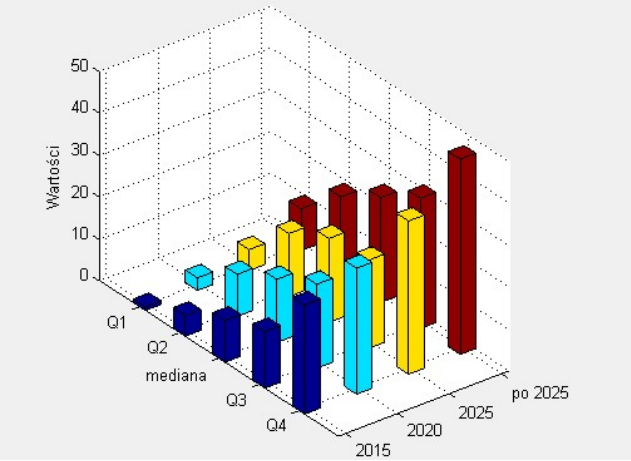


Rys. 12.34. Ilustracja wyników dla pytania 11.5a. Na osi pionowej oznaczono procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego w Polsce przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy zakupie towarów do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.5b. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze ścieżki kształcenia, konkretnej usługi edukacyjnej, itd. (Polska)

Tab. 12.40. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.5b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,061	17,688	26,219	38,125
Odchylenie standardowe:	11,91	14,161	16,919	19,818
Mediana:	5	10	20	35
1. Kwartyl (q1):	0	2	5	10
3. Kwartyl (q3):	25	35	50	70
q3/q1:	-	17,5	10	7
q3-q1:	25	33	45	60
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	12,912	18,569	26,147	37,23
Odchylenie standardowe:	11,986	13,664	16,615	18,13
Mediana:	10	10	30	40
1. Kwartyl (q1):	1	3	5	10
3. Kwartyl (q3):	30	35	40	65
q3/q1:	30	11,67	8	6,5
q3-q1:	29	32	35	55



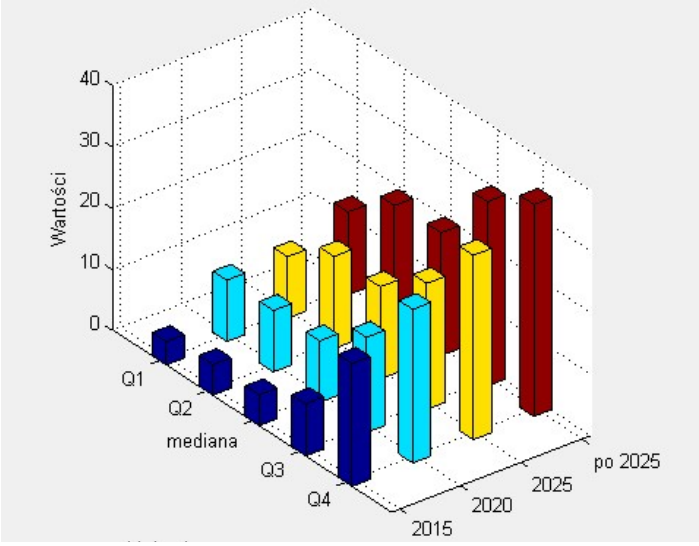
Rys. 12.35. Ilustracja wyników dla pytania 11.5b Na osi pionowej oznaczono procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego w Polsce przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze ścieżki kształcenia, konkretnej usługi edukacyjnej, itd. do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.5c. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze zatrudnienia (Polska)

Tab. 12.41. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.5c

Kod pytania:	p	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	14,636	21,156	27,813	40
Odchylenie standardowe:	14,379	16,251	16,551	22,975
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	28,75	40	45	65
q3/q1:	14,38	8	4,5	4,33

q3-q1:	26,75	35	35	50
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	15,536	21,684	28,816	40,94
Odchylenie standardowe:	14,433	15,981	15,888	22,448
Mediana:	5	10	25	30
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	30	40	45	65
q3/q1:	15	8	4,5	4,33
q3-q1:	28	35	35	50

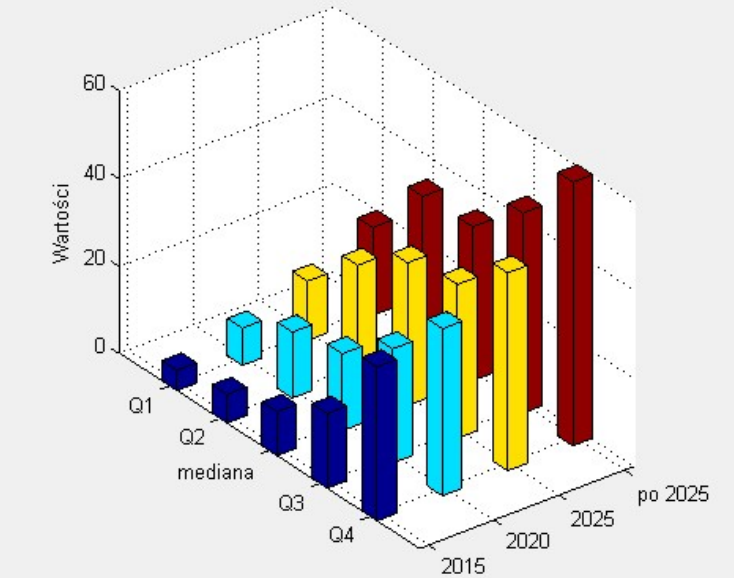


Rys. 12.36. Ilustracja wyników dla pytania 11.5c Na osi pionowej oznaczono procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego w Polsce przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze zatrudnienia. do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Pytanie 11.5d. Procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze pracowników/wykonawców usług (Polska)

Tab. 12.42. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.5d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,182	25,25	34,375	49,031
Odchylenie standardowe:	12,68	12,572	18,965	24,656
Mediana:	10	20	35	50
1. Kwartyl (q1):	2	10	10	20
3. Kwartyl (q3):	28,75	40	50	80
q3/q1:	14,38	4	5	4
q3-q1:	26,75	30	40	60
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	18,503	25,855	34,901	49,459
Odchylenie standardowe:	12,958	12,455	17,894	23,395
Mediana:	15	25	35	50
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	35	40	50	75
q3/q1:	7	4	3,33	3
q3-q1:	30	30	35	50



Rys. 12.37. Ilustracja wyników dla pytania 11.5d Na osi pionowej oznaczono procentowy udział rekomendującego oprogramowania eksperckiego stosowanego w Polsce przy rozwiązywaniu problemów decyzyjnych przy wyborze pracowników/wykonawców usług. do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

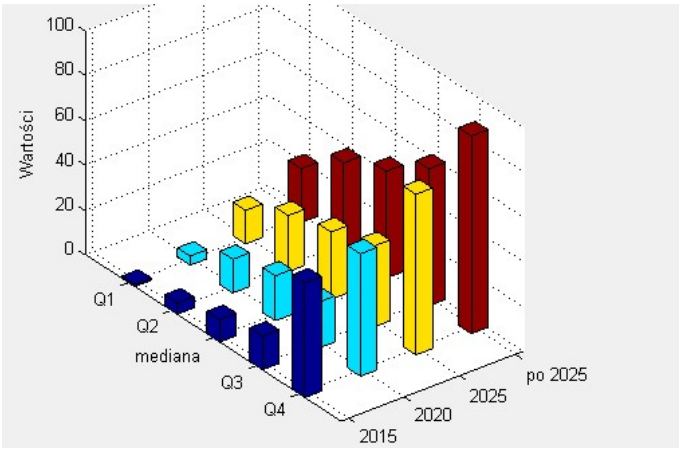
Pytanie 11.6. Prognoza powstania oprogramowania wykorzystującego globalne systemy monitoringu i lokalizacji GPS, oraz algorytmy rozpoznawania obrazów, które pozwoli prześledzić losy zadanego obiektu w określonym przedziale czasowym (w % prawdopodobieństwa powstania takiego systemu w danym okresie)

Tab. 12.43. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.6

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	41	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	20,515	30,125	42,344	60,281
Odchylenie standardowe:	17,504	20,443	22,544	28,091
Mediana:	15	22,5	37,5	62,5

1. Kwartyl (q1):	2,25	5	15	25
3. Kwartyl (q3):	37,5	60	75	90
q3/q1:	16,67	12	5	3,6
q3-q1:	35,25	55	60	65
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	21,406	31,127	43,66	59,798
Odchylenie standardowe:	17,634	20,835	23,208	29,151
Mediana:	20	20	35	65
1. Kwartyl (q1):	3	10	20	25
3. Kwartyl (q3):	50	65	80	95
q3/q1:	16,67	6,5	4	3,8
q3-q1:	47	55	60	70

Eksperci zwrócili uwagę na to, że oprogramowanie wykorzystujące globalne systemy monitoringu i lokalizacji GPS oraz algorytmy rozpoznawania obrazów obecnie istnieją, jednak znaczącymi problemami w tej kwestii są dokładność oraz dostępność tego typu oprogramowania. Respondenci przewidywali dalszy intensywny rozwój w tej dziedzinie.



Rys. 12.38. Ilustracja wyników dla pytania 11.6, Na osi pionowej oznaczono procentową prognozę powstania oprogramowania wykorzystującego globalne systemy monitoringu i lokalizacji GPS, oraz algorytmy rozpoznawania obrazów do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów:

„Uważam, że takie oprogramowanie obecnie istnieje, ale nie jest dopracowane pod względem dokładności. Przewiduję, że jego precyzyjność będzie rosła wraz z rozwojem technologii. Ponadto tego typu oprogramowanie nie jest obecnie powszechnie dostępne, a jedynie dla wybranych służb i firm."

„Oprogramowanie wykorzystujące GPS jest powszechnie używane, jednakże systemy rozpoznające obraz nie są jeszcze w stanie dokonać dokładnej oceny obiektów."

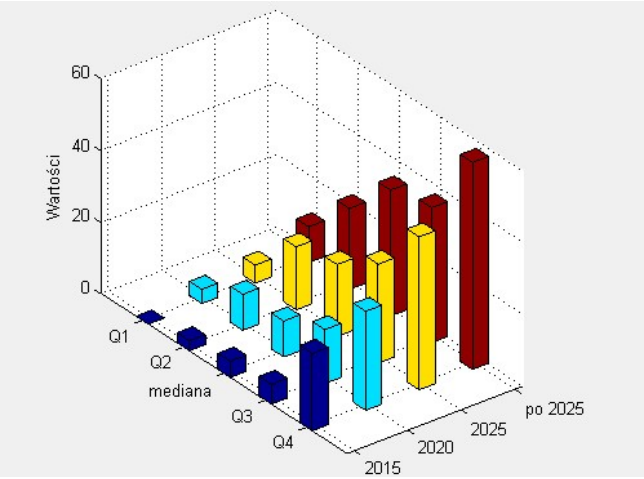
Pytanie 11.7. Prawdopodobieństwo powstania globalnego systemu monitoringu (w %) o podanych niżej własnościach. Poprzez obiekty rozumiemy jakiekolwiek artefakty występujące w Internecie, zarówno indywidualne: osoby (reprezentowane przez twarze, sylwetki, życiorysy), dzieła sztuki, budynki, inne przedmioty, jak też klasy obiektów (np. zwierzęta określonego gatunku)

Pytanie 11.7a. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >10% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny

Tab. 12.44. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	10,063	18,333	32,212	45,848
Odchylenie standardowe:	11,481	16,276	20,36	25,312
Mediana:	5	10	20	40
1. Kwartyl (q1):	0	3	13,75	20
3. Kwartyl (q3):	20	26,25	50	70
q3/q1:	-	8,75	3,64	3,5
q3-q1:	20	23,25	36,25	50
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,785	20,209	32,319	46,426
Odchylenie standardowe:	11,987	16,211	20,775	25,806

Mediana:	5	15	20	35
1. Kwartyl (q1):	0	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	25	30	60	70
q3/q1:	-	6	6	3,5
q3-q1:	25	25	50	50



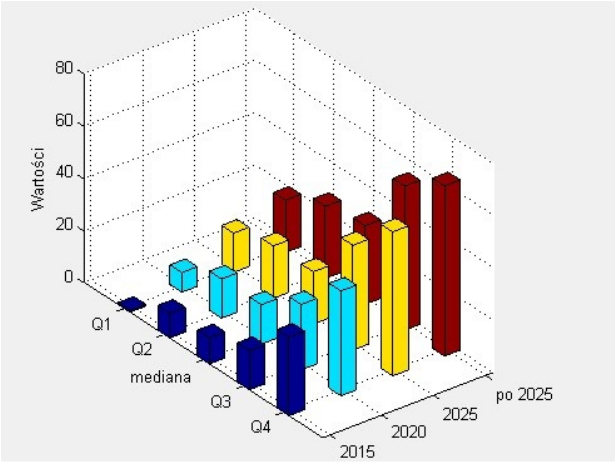
Rys. 12.39. Ilustracja wyników dla pytania 11.7a, Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >10% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.7b. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >10% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzin

Tab. 12.45. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7b

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny

Średnia:	15,531	25,727	39,394	52,091
Odchylenie standardowe:	14,261	17,013	21,822	26,906
Mediana:	10	20	40	50
1. Kwartyl (q1):	1	8,75	15	23,75
3. Kwartyl (q3):	30	40	56,25	86,25
q3/q1:	30	4,57	3,75	3,63
q3-q1:	29	31,25	41,25	62,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	15,449	25,919	39,898	53,221
Odchylenie standardowe:	13,156	16,868	22,606	26,055
Mediana:	10	15	40	45
1. Kwartyl (q1):	1	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	30	40	55	80
q3/q1:	30	4	3,67	3,2
q3-q1:	29	30	40	55

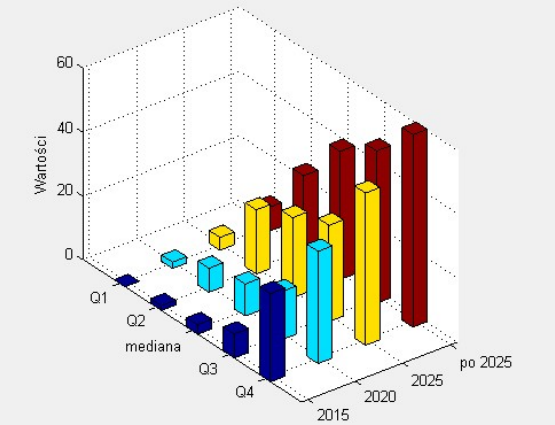


Rys. 12.40. Ilustracja wyników dla pytania 11.7b, Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >10% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzina do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.7c. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >25% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny

Tab. 12.46. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7c

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,03	14,606	25,394	38,182
Odchylenie standardowe:	10,19	12,773	16,345	19,919
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	0	3,75	10	10
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	61,25
q3/q1:	-	5,33	3	6,13
q3-q1:	10	16,25	20	51,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,173	16,067	27,367	39,128
Odchylenie standardowe:	11,027	12,813	16,721	18,836
Mediana:	5	10	25	40
1. Kwartyl (q1):	0	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	10	25	45	60
q3/q1:	-	5	4,5	6
q3-q1:	10	20	35	50



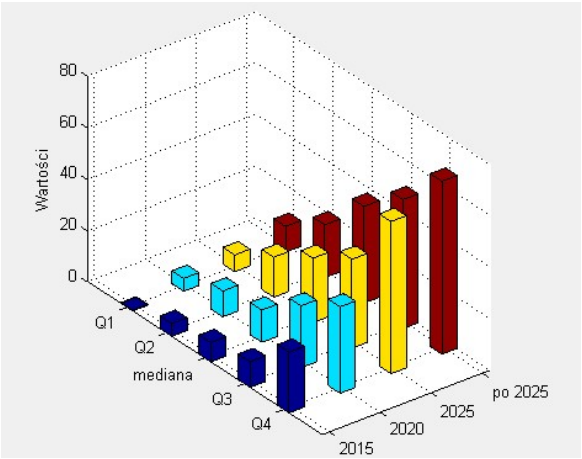
Rys. 12.41. Ilustracja wyników dla pytania 11.7c, Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >25% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.7d. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >25% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzin

Tab. 12.47. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7d

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,03	19,424	31,818	42,424
Odchylenie standardowe:	12,36	16,032	18,511	20,991
Mediana:	10	15	30	40
1. Kwartyl (q1):	1	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	16,25	30	50	62,5
q3/q1:	16,25	6	5	3,13
q3-q1:	15,25	25	40	42,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				

Średnia:	12,855	19,895	33,435	44,034
Odchylenie standardowe:	12,492	15,459	19,135	20,299
Mediana:	10	15	30	40
1. Kwartyl (q1):	1	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	20	30	50	60
q3/q1:	20	6	5	3
q3-q1:	19	25	40	40



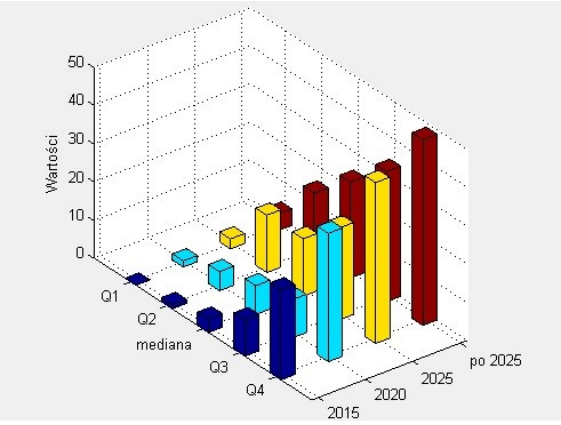
Rys. 12.42. Ilustracja wyników dla pytania 11.7d, Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >25% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzin do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.7e. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >50% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny

Tab. 12.48. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7e

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny

Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,879	12,545	21,091	30,03
Odchylenie standardowe:	9,78	12,69	12,962	19,334
Mediana:	3	10	20	25
1. Kwartyl (q1):	0	3	8,75	10
3. Kwartyl (q3):	15	20	31,25	46,25
q3/q1:	-	6,67	3,57	4,63
q3-q1:	15	17	22,5	36,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,256	13,806	21,392	31,127
Odchylenie standardowe:	9,972	12,704	12,223	18,547
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	0	4	10	10
3. Kwartyl (q3):	20	30	35	45
q3/q1:	-	7,5	3,5	4,5
q3-q1:	20	26	25	35

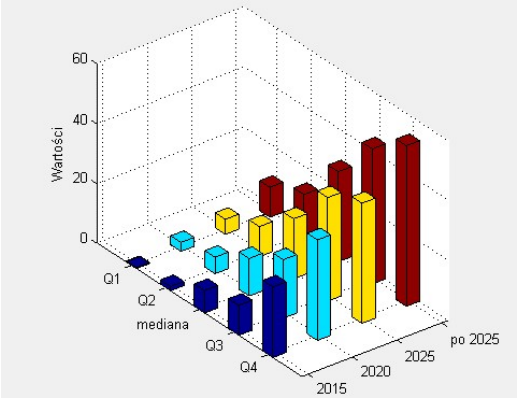


Rys. 12.43. Ilustracja wyników dla pytania 11.7e. Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >50% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.7f. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >50% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzin.

Tab. 12.49. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7f

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,97	15,394	23,303	33,03
Odchylenie standardowe:	9,919	12,897	14,407	17,919
Mediana:	4	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	0	3,75	10	10
3. Kwartyl (q3):	11,25	22,5	36,25	50
q3/q1:	-	6	3,63	5
q3-q1:	11,25	18,75	26,25	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	10,243	17,329	24,046	35,132
Odchylenie standardowe:	11,138	13,842	14,16	18,183
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	0	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	35	40	50
q3/q1:	-	7	4	3,33
q3-q1:	15	30	30	35



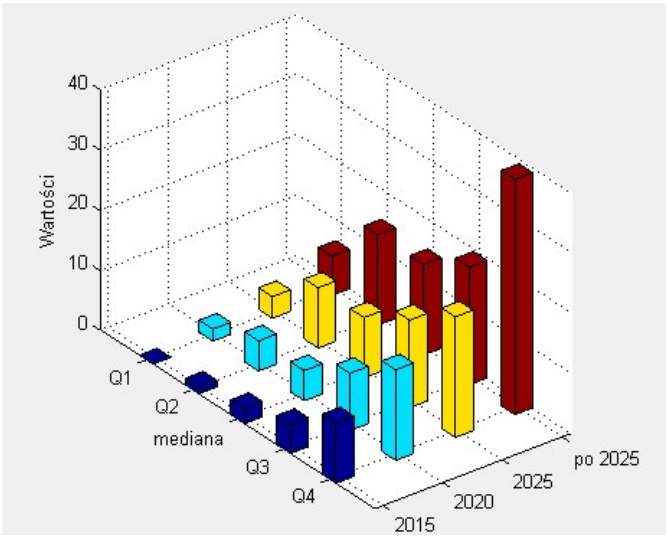
Rys. 12.44. Ilustracja wyników dla pytania 11.7e, Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >50% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzin do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.7g. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >75% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny

Tab. 12.50. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7g

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,061	7,636	14,061	22,667
Odchylenie standardowe:	5,734	6,529	10,653	16,144
Mediana:	2	5	15	20
1. Kwartyl (q1):	0	1	3,75	5
3. Kwartyl (q3):	10	11,25	20	30
q3/q1:	-	11,25	5,33	6
q3-q1:	10	10,25	16,25	25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				

Średnia:	5,932	9,004	15,572	23,536
Odchylenie standardowe:	5,695	6,321	10,413	15,374
Mediana:	4	5	15	20
1. Kwartyl (q1):	0	4	10	10
3. Kwartyl (q3):	10	15	20	45
q3/q1:	-	3,75	2	4,5
q3-q1:	10	11	10	35



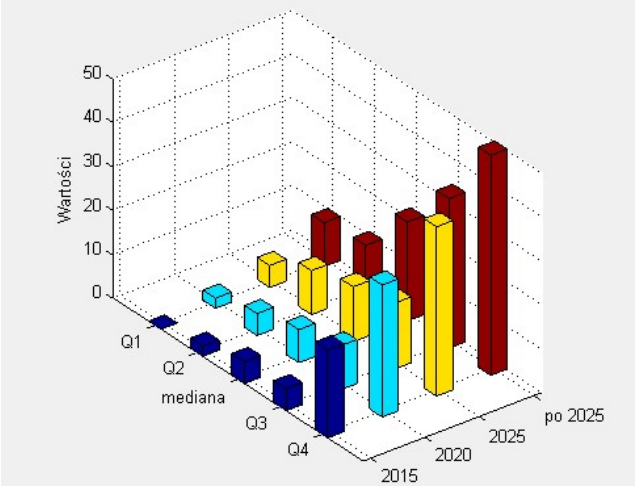
Rys. 12.45. Ilustracja wyników dla pytania 11.7g, Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >75% i dokładnością śledzenia poniżej 1 godziny do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.7h. Prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >75% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzin

Tab. 12.51. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.7h

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,455	10,485	17,485	28,636
Odchylenie standardowe:	6,751	8,761	14,719	21,743
Mediana:	4	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	0	2,75	5	10
3. Kwartyl (q3):	12,5	20	25	50
q3/q1:	-	7,27	5	5
q3-q1:	12,5	17,25	20	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,441	11,568	18,318	32,039
Odchylenie standardowe:	6,984	8,893	13,751	21,366
Mediana:	5	10	15	25
1. Kwartyl (q1):	0	3	5	15
3. Kwartyl (q3):	20	20	30	50
q3/q1:	-	6,67	6	3,33
q3-q1:	20	17	25	35

Rysunek ilustrujący rozkład odpowiedzi respondentów na pytania 11.7h zamieszczony jest na stronie następnej.



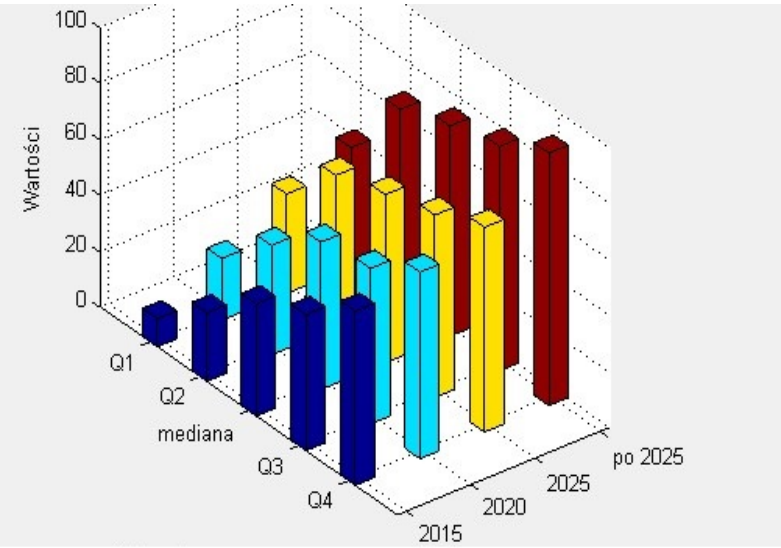
Rys. 12.46. Ilustracja wyników dla pytania 11.7h. Na osi pionowej oznaczono prawdopodobieństwo w procentach powstania globalnego systemu monitoringu z procentowym udziałem śledzonych obiektów >75% i dokładnością śledzenia poniżej 24 godzin do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 11.8. Odpowiedzi na większość zapytań wszelkiego rodzaju (tłumaczenia, poprawność pisowni, definicje pojęć, obiekty geograficzne, legislacja itp.) poszukiwane będą w Internecie - w % wszystkich zapytań użytkowników mających stały lub mobilny dostęp do Internetu

Tab. 12.52. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.8

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	39,394	49,375	60,781	70,156
Odchylenie standardowe:	15,674	15,938	16,063	20,016
Mediana:	45	57,5	65	75
1. Kwartyl (q1):	15	30	40	50
3. Kwartyl (q3):	60	62,5	80	90

q3/q1:	4	2,08	2	1,8
q3-q1:	45	32,5	40	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	38,276	48,673	59,037	66,857
Odchylenie standardowe:	16,2	17,656	16,071	21,188
Mediana:	45	55	65	75
1. Kwartyl (q1):	10	30	30	40
3. Kwartyl (q3):	60	65	80	90
q3/q1:	6	2,17	2,67	2,25
q3-q1:	50	35	50	50



Rys. 12.47. Ilustracja wyników dla pytania 11.8. Na osi pionowej oznaczono w procentach poszukiwanie odpowiedzi w Internecie na większość pytań wszelkiego rodzaju do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Eksperci zgodnie prognozowali szybki wzrost procentowy poszukiwania odpowiedzi w Internecie na większość pytań wszelkiego rodzaju ze względu na coraz większą popularność i dostępność Internetu. Sugerowali jednak, że problemem może być wiarygodność uzyskanych odpowiedzi.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Obecnie duża grupa użytkowników posiadających stały dostęp do Internetu poszukuje odpowiedzi na większość zapytań różnego rodzaju. W większości przypadków uzyskane odpowiedzi traktują jednak orientacyjnie a nie ostatecznie i całkowicie wiarygodnie. Trend ten będzie się zmieniał gdyż Internet z biegiem lat będzie stawał się coraz bardziej wiarygodnym źródłem informacji."

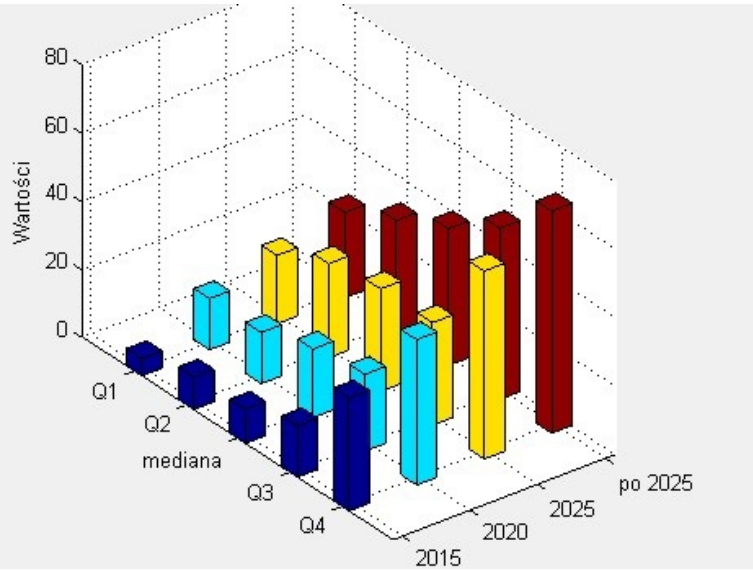
„Powoli odchodzi się od tradycyjnych form zapytań na rzecz zapytań w Internecie, które są znacznie szybsze, jednak. uważam, że rola eksperta jest niezastąpiona. Jeśli wypowiedzi i publikacje ekspertów będą udostępniane w sieci, to wartość merytoryczna odpowiedzi uzyskanych w Internecie będzie stale rosła a w związku z tym także liczba zapytań."

Pytanie 11.9. Integracja wiedzy w Internecie pozwoli na jakościowo nowe odpowiedzi na stawiane pytania, niedostępne poprzez niewspomagane komputerowo metody analizy (w % zagadnień, na które uzyskać można trafniejsze odpowiedzi, niż w przypadku zapytania skierowanego wyłącznie do ekspertów

Tab. 12.53. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 11.9

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	15,909	24,844	35	45,625
Odchylenie standardowe:	8,708	9,662	13,841	16,333
Mediana:	10	22,5	32,5	42,5
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	27,5
3. Kwartyl (q3):	22,5	35	45	60
q3/q1:	4,5	2,33	2,25	2,18
q3-q1:	17,5	20	25	32,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	16,424	24,527	34,116	44,103
Odchylenie standardowe:	8,391	9,483	14,156	17,306
Mediana:	15	20	30	40

1. Kwartyl (q1):	10	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	30	35	45	60
q3/q1:	3	2,33	2,25	2,4
q3-q1:	20	20	25	35



Rys. 12.48. Ilustracja wyników dla pytania 11.9. Na osi pionowej oznaczono w procentach liczbę zagadnień na które uzyskać będzie można trafniejsze odpowiedzi, niż w przypadku zapytania skierowanego wyłącznie do ekspertów. do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów na temat poziomu trafności odpowiedzi uzyskanych w Internecie:

„Rozwój metod analizy danych zwiększy trafność odpowiedzi automatycznych systemów, jednak wiedza i doświadczenie ekspertów są i będą niezastąpione."

„Aktualnie informacje w Internecie mają bardzo zróżnicowaną i nieuporządkowaną strukturę, ale z biegiem czasu trafność uzyskanych odpowiedzi będzie dynamicznie rosła."

12.4. **Teza 12. Perspektywy rozwoju systemów regułowych**

Systemy regułowe stanowią ważną klasę systemów eksperckich, zwłaszcza w zastosowaniach diagnostycznych i w klasyfikacji. Ponadto tworzenie, przetwarzanie i wykorzystywanie reguł staje się standardową techniką stosowaną w SWD.

Teza 12 obejmowała cztery pytania związane głównie z zakresem zastosowań i upowszechnieniem systemów regułowych.

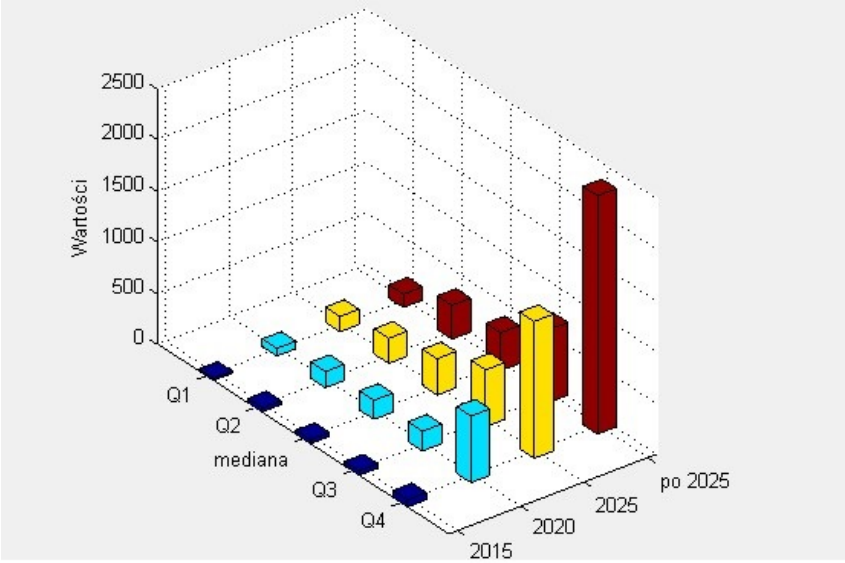
Pytanie 12.1. Prognozowana ilość powszechnie dostępnych on-line systemów diagnostycznych (płatnych i bezpłatnych)

Tab. 12.54. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 12.1

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	38	39	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	Negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	Pozytywny	pozytywny
Średnia:	580	1174	1821	2357
Odchylenie standardowe:	1176,239	1731,727	2733,629	3324,283
Mediana:	100	200	250	400
1. Kwartyl (q1):	28,75	85	135	225
3. Kwartyl (q3):	500	850	3000	1850
q3/q1:	17,39	10	22,22	8,22
q3-q1:	471,25	765	2865	1625
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	331	1027	1222	1619
Odchylenie standardowe:	604,661	1491,374	2204,153	2682,341
Mediana:	100	150	200	350
1. Kwartyl (q1):	30	100	140	250
3. Kwartyl (q3):	500	600	900	1000
q3/q1:	16,67	6	6,43	4
q3-q1:	470	500	760	750

W tabeli 12.54 wyraźnie widoczne jest zmniejszenie skali rozbieżności odpowiedzi po zastosowaniu obliczeń uwzględniających współczynniki wiarygodności respondentów. Pomimo tego rozbieżności te pozostają wciąż stosunkowo duże.

Eksperci byli zdania, że ilość powszechnie dostępnych on-line systemów diagnostycznych (płatnych i bezpłatnych) będzie wzrastać, lecz wskazywali na trudność w podaniu dokładnej liczby tego typu systemów ze względu na różnorodność dziedzin ich zastosowania.



Rys. 12.49. Ilustracja wyników dla pytania 12.1. Na osi pionowej oznaczono w jednostkach ilość powszechnie dostępnych on-line systemów diagnostycznych (płatnych i bezpłatnych) do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Trudno mi szacować ile takich systemów jest obecnie, ale są one niezwykle ważne, a dodatkowo charakteryzują się dużą skutecznością, dlatego zakładam ich szybki rozwój. Do 2025 ich liczba może się podwoić, a do 2030 potroić."

„Jest to ciężka do oszacowania liczba, ponieważ każda dziedzina która stanowi pole ich zastosowań, jak medycyna, finanse, podróże itd. będzie rozwijać się według własnego tempa zależnego od liczby klientów w tych sektorach gospodarki, którzy będą mogli lub chcieli skorzystać z takich systemów."

„Charakter systemu diagnostycznego mają bardzo popularne w sieci proste testy psychologiczne, określające przy pomocy kilkunastu-kilkudziesięciu pytań różne cechy lub skłonności. Takich testów jest zapewne kilka tysięcy w różnych językach. Ze względu na nieznane najczęściej reguły i niewiadomy sposób weryfikacji popraw-

ności i uczenia się systemu, nie są to jednak w zdecydowanej większości klasyczne systemy regułowe. Takimi są na pewno zdalne systemy do określania rodzaju defektu lub awarii w złożonych urządzeniach technicznych na podstawie przesyłanych danych pomiarowych i standaryzowanego opisu problemu. Dotyczy to także serwisu oprogramowania. Poza tym w sieci dostępnych jest wiele systemów służących do określania we własnym zakresie symptomów różnych schorzeń. Bardziej zaawansowane z nich zostały uwzględnione w odpowiedzi ilościowej obok. W przyszłości dominować będą złożone systemy, umożliwiające transmisję danych w celu ich przetworzenia oraz uczenie się systemu poprzez reguły adaptacyjne i różnorodne metody modelowania niepewności. Nastąpi szybki wzrost ilościowy i jakościowy tych systemów. Do roku 2025 systemy udostępniane w ramach obsługi gwarancyjnej będą podawać trafną diagnozę w 99% procent zgłoszonych przypadków."

Pytanie 12.2. Procentowy udział przedsiębiorstw w krajach OECD stosujących systemy regułowe

Tab. 12.55. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 12.2

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	40
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	Negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	Pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,061	15,394	23,485	31,563
Odchylenie standardowe:	4,983	11,371	15,487	20,692
Mediana:	5	10	20	25
1. Kwartyl (q1):	2,75	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	10	20	35	50
q3/q1:	3,64	4	3,5	5
q3-q1:	7,25	15	25	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	8,229	16,948	25,831	35,631
Odchylenie standardowe:	4,089	11,27	14,962	21,473
Mediana:	10	15	20	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15

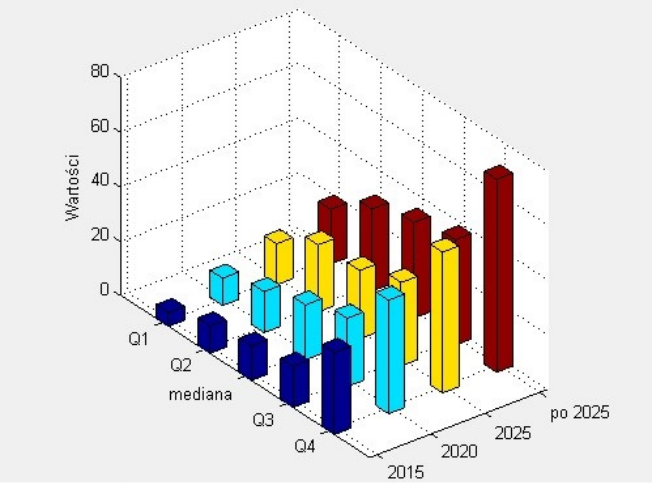
3. Kwartyl (q3):	15	25	50	50
q3/q1:	3	2,5	5	3,33
q3-q1:	10	15	40	35

Przykładowe komentarze respondentów na temat procentowego udziału przedsiębiorstw w krajach OECD stosujących systemy regułowe:

„Wraz ze zwiększeniem liczby systemów, wzrostem ich uniwersalności oraz zmniejszeniem kosztów związanych z ich wprowadzeniem w przedsiębiorstwie, coraz więcej instytucji zacznie stosować je w swoich codziennych działaniach."

„Podejrzewam, że liczba przedsiębiorstw wykorzystujących systemy regułowe będzie się zwiększała, ale do pewnego poziomu, ze względu na ograniczoną możliwość zastosowania takich technologii (ograniczenia techniczne i proceduralne)."

„Z wyjaśnienia do pytania wynika, że chodzi tu o przedsiębiorstwa zatrudniające co najmniej 1 osobę (tj. wszystkie firmy oprócz samozatrudnionych). Firmy takie stosować będą coraz częściej systemy regułowe w celu udostępnienia ich swoim klientom - nabywcom usług i/lub produktów. Ponadto firmy prowadzące sprzedaż przez Internet mogą wykorzystywać systemy regułowe w algorytmach rekomendujących, a wszystkie firmy handlowe - w celu analizy struktury sprzedaży. Oznacza to, że potrzeba stosowania systemów regułowych stanie się wkrótce powszechna i że będzie istotnym czynnikiem decydującym o konkurencyjności firmy. Można spodziewać się, że zastosowanie systemów regułowych będzie częstsze i szersze w firmach większych, w niektórych branżach jest i będzie powszechne (firmy medyczne, doradcze, ubezpieczeniowe, serwisy naprawcze, diagnostyka i kontrola jakości produktów), a w innych ich implementacja będzie wolniejsza (handel tradycyjny, rolnictwo)."



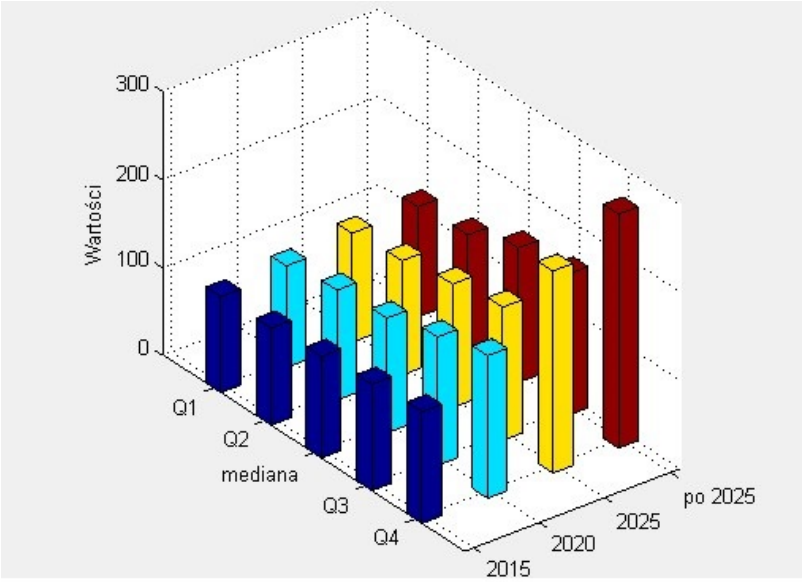
Rys. 12.50. Ilustracja wyników dla pytania 12.2. Na osi pionowej oznaczono procentowy udział przedsiębiorstw w krajach OECD stosujących systemy regułowe do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 12.3. Procentowa wartość rynku systemów regułowych i baz wiedzy w krajach OECD (2011=100%, bez uwzględniania inflacji)

Tab. 12.56. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 12.3

Kod pytania:	P2	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	Negatywny	negatywny
Test unimodalności:	negatywny	negatywny	Negatywny	negatywny
Średnia geometryczna:	117,57	141,873	166,364	202,545
Średni wzrost r/r w %:	5,54	3,83	3,24	4,01
Odchylenie standardowe:	3,7	10,4	15,2	24,6
Mediana:	120	145	160	200
1. Kwartyl (q1):	108,75	118,75	125	138,75
3. Kwartyl (q3):	125	167,5	220	300
q3/q1:	1,15	1,41	1,76	2,16
q3-q1:	16,25	48,75	95	161,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia geometryczna:	116,633	140,699	158,815	194,009
Średni wzrost r/r w %:	5,26	3,82	2,45	4,08
Odchylenie standardowe:	3,8	11,5	16,0	26,5
Mediana:	115	130	150	160
1. Kwartyl (q1):	105	115	125	130
3. Kwartyl (q3):	125	175	220	300
q3/q1:	1,19	1,52	1,76	2,31
q3-q1:	20	60	95	170

Eksperci przewidywali wzrost wartości rynku systemów regułowych i baz wiedzy w krajach OECD ze względu na prognozowaną wcześniej (Pytanie 12.1) wzrastającą liczbę takich systemów i wzrost powszechności ich stosowania.



Rys. 12.51. Ilustracja wyników dla pytania 12.3. Na osi pionowej oznaczono procentową wartość rynku systemów regułowych i baz wiedzy w krajach OECD do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów:

„Wartość rynku systemów regułowych i baz wiedzy będzie systematycznie wzrastać na całym świecie, głównie ze względu na zwiększenie liczby użytkowników. Koszt pojedynczego wdrożenia może zarówno spadać jak i rosnąć."

„Wartość tego rynku będzie rosła wraz z zwiększeniem jego popularności. Nie będzie się to jednak odbywać, aż tak dynamicznie, jak wzrost ilości systemów, z racji przypuszczalnie dużego procentu oprogramowania dostępnego bezpłatnie."

„Rynek systemów regułowych dzieli się na kilka segmentów o różnej dynamice. Są to m.in. rynki dostępu do systemów płatnych i związany z nim rynek reklam oferowanych przez systemy o bezpłatnym dostępie, rynek oprogramowania diagnostycznego i regułowych baz danych. Można oczekiwać, że wzrost wartości całości rynku będzie wolniejszy, niż ilość firm korzystających z systemów diagnostycznych, gdyż wzrastać będzie ilość systemów oferowanych nieodpłatnie oraz udział oprogramowania *open-source*. Jednocześnie - ze względu na zwiększającą się ilość systemów, jednostkowy koszt korzystania z systemów płatnych będzie maleć. Odwrotny trend będzie można zaobserwować w przypadku rynku regułowych baz danych, gdyż bazy te będą coraz doskonalsze, a ich odtworzenie coraz trudniejsze. Dotyczyć to będzie jednak tylko niektórych branż, takich jak medycyna."

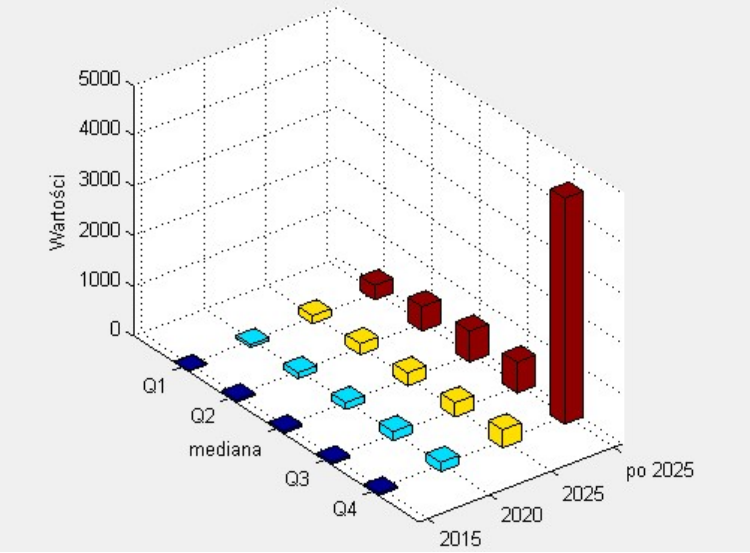
Pytanie 12.4. Wartość rynku systemów regułowych i baz wiedzy w Polsce (w mln PLN, bez uwzględniania inflacji)

Tab. 12.57. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 12.4

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: mln		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	36	36	36	36
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	Pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	Pozytywny	pozytywny
Średnia:	255,818	412,893	562,8	848,362
Odchylenie standardowe:	503,489	847,468	1086,577	1488,166
Mediana:	39,5	81	122,5	203
1. Kwartyl (q1):	1	4	10	16
3. Kwartyl (q3):	200	306	510	800
q3/q1:	200	76,5	51	50
q3-q1:	199	302	500	784
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	350,764	585,6	774,288	970,185
Odchylenie standardowe:	620,76	1100,819	1372,745	1589,327
Mediana:	20	44	55	100
1. Kwartyl (q1):	1	2	3	5
3. Kwartyl (q3):	200	306	510	1500
q3/q1:	200	153	170	300
q3-q1:	199	304	507	1495

‘

Stosunkowo duża rozbieżność odpowiedzi wynika z uwzględnienia opinii niewielkiej liczby respondentów o szczególnie optymistycznej wizji rozwoju tego typu oprogramowania. Potwierdzający tę tezę rozkład odpowiedzi widoczny jest na Rys. 12.52 (średnia prognoz dla okresu 2015-2025 znajduje się powyżej 3. kwartyla). Poza tym eksperci przewidywali na ogół podobny procentowy wzrost wartości rynku systemów regułowych i baz wiedzy w Polsce, jak w krajach OECD. Podobne, jak w pytaniu 12.3 były też komentarze respondentów.



Rys. 12.52. Ilustracja wyników dla pytania 12.4. Na osi pionowej oznaczono wartość rynku systemów regułowych i baz wiedzy w Polsce (w mln PLN) do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz respondenta:

„Stan rynku systemów regułowych w Polsce nie będzie istotnie różny od średniej dla krajów OECD, zwłaszcza po roku 2020. Decydować będą o tym ogólny stan informatyzacji kraju, w tym przedsiębiorstw, dostęp do Internetu, rozwój w kraju innych technologii informatycznych, takich jak inteligentne systemy wspomagania decyzji, w tym *case-based* i *rule-based DSS*. Dotychczasowe trendy rozwojowe, zarówno ogólnoekonomiczne, jak i w zakresie rozwoju sektora ICT oraz wzrost ilości osób z wykształceniem informatycznym potwierdzają możliwość osiągnięcia średniego poziomu krajów OECD w zakresie parametrów rynku systemów regułowych w okresie 2020-2025."

12.5. **Teza. 13 Problemy kreatywności w projektowaniu systemów eksperckich, SWD, i podejmowaniu decyzji**

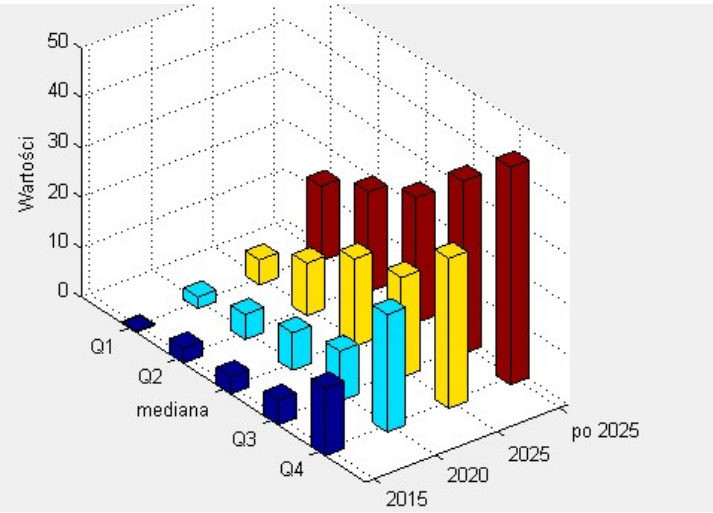
Zagadnienie kreatywności w kontekście implementacji systemów wspomagających kreatywność oraz kreatywności przejawianej przez sztuczne systemy autonomiczne znalazło się ostatnio wśród tzw. "gorących tematów" badawczych, na co wpłynęła także decyzja Komisji Europejskiej o włączeniu zagadnień związanych z kreatywnością do 10 konkursu ICT 7. Programu Ramowego Badań i Prezentacji UE

z terminem składania propozycji projektów w styczniu 2013. Poniżej prosimy o ocenę kilku hipotez związanych z tym tematem.

Pytanie 13.1. Powstaną adekwatne uniwersalne wskaźniki kreatywności i metody ich pomiaru na podstawie zarówno efektów działalności kreatywnej, jak i parametrów psychofizjologicznych (ruchy gałki ocznej, puls, ciśnienie krwi itp.), które umożliwiać będą sprzężenie zwrotne w czasie rzeczywistym w systemach wspomagania kreatywności. Proszę określić skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco) powstania takich wskaźników w podanych okresach czasu

Tab. 12.58. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.1

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,406	13,75	25,688	37,344
Odchylenie standardowe:	4,832	9,225	14,24	16,551
Mediana:	5	10	25	40
1. Kwartyl (q1):	1	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	20	42,5	60
q3/q1:	10	4	4,25	4
q3-q1:	9	15	32,5	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,41	12,015	22,106	32,978
Odchylenie standardowe:	5,011	7,807	12,928	14,021
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	0	3	5	15
3. Kwartyl (q3):	10	20	35	50
q3/q1:	-	6,67	7	3,33
q3-q1:	10	17	30	35



Rys. 12.53. Ilustracja wyników dla pytania 13.1. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) powstania adekwatnych uniwersalnych wskaźników kreatywności i metod ich pomiaru do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów:

„Jest to bardzo trudne zagadnienie, którego rozwój jest niemożliwy bez rozwoju kognitywistyki, dlatego prognozuję, że prawdopodobieństwo powstania takich wskaźników będzie małe, choć rosnące w prognozowanym przedziale czasu."

„Tematyka badania kreatywności w systemach autonomicznych jest nową dziedziną, dlatego prawdopodobieństwo powstania przełomowych badań w najbliższych latach jest stosunkowo niskie ale będzie rosło wraz z rozwojem tej dziedziny."

Pytanie 13.2. Badania kognitywistyczne umożliwią opracowanie i implementację aktywnych metod wspomagających efektywność procesu uczenia się, dostosowanych do różnych dziedzin

Pytanie 13.2a. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco, w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się i posiadającego system wykorzystujący sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego możliwości percepcji podczas nauki

Tab. 12.59. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.2a

Kod pytania:	P	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030

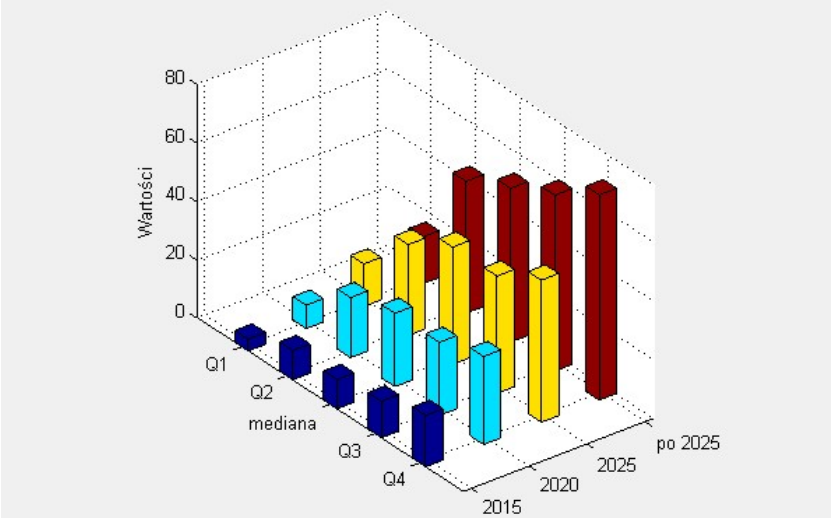
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,515	21,594	32,813	48,594
Odchylenie standardowe:	10,15	13,583	16,627	21,976
Mediana:	10	17,5	30	50
1. Kwartyl (q1):	5	7,5	15	22,5
3. Kwartyl (q3):	15	30	47,5	70
q3/q1:	3	4	3,17	3,11
q3-q1:	10	22,5	32,5	47,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	12,488	23,476	35,792	50,699
Odchylenie standardowe:	9,62	13,074	15,552	19,745
Mediana:	10	25	35	50
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	35
3. Kwartyl (q3):	15	35	50	70
q3/q1:	3	3,5	3,33	2
q3-q1:	10	25	35	35

Eksperci przypuszczali, że prawdopodobieństwo implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się posiadającego system wykorzystujący sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego możliwości percepcji podczas nauki będzie wzrastało, gdyż oszacowanie poziomu percepcji danego użytkownika wydaje się łatwym problemem do rozwiązania.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Takie systemy aktualnie nie istnieją, jednak szacowany wskaźnik "możliwość percepcji" wydaje mi się bardzo ogólny i względnie łatwy do oszacowania. Na pewno będzie możliwość oszacowania poziomu zmęczenia, co w prosty sposób wpływa na możliwości percepcji.”

„Jest to mechanizm stosunkowo prosty do zaimplementowania, więc zapewne będzie bardzo szybko się rozpowszechniał.”



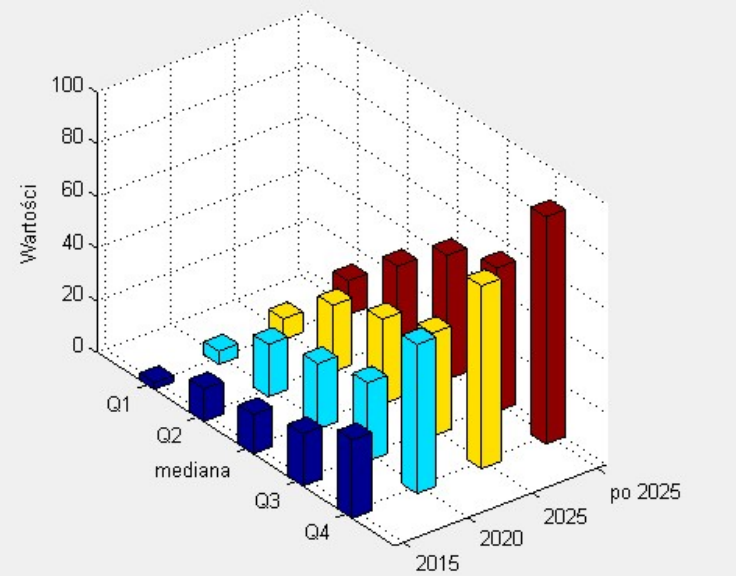
Rys. 12.54. Ilustracja wyników dla pytania 13.2a. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się posiadającego system wykorzystujący sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego możliwości percepcji podczas nauki, do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 13.2b. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco, w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który jest w stanie w prosty sposób określić poziom koncentracji użytkownika on-line

Tab. 12.60. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.2b

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,03	26,5	37,969	50,594
Odchylenie standardowe:	14,026	20,323	25,877	24,464
Mediana:	10	15	30	52,5

1. Kwartyl (q1):	4	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	30	50	65	72,5
q3/q1:	7,5	5	4,33	3,63
q3-q1:	26	40	50	52,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	16,66	29,045	40,925	52,737
Odchylenie standardowe:	13,809	20,894	25,998	23,957
Mediana:	10	20	30	50
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	30
3. Kwartyl (q3):	30	50	70	80
q3/q1:	6	5	4,67	2,67
q3-q1:	25	40	55	50



Rys. 12.55. Ilustracja wyników dla pytania 13.2b. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który jest w stanie w prosty sposób określić poziom koncentracji użytkownika on-line do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz respondenta:
„Badanie koncentracji jest dość złożonym zagadnieniem, dlatego uproszczenie metod pozwalających na jednoznaczne określenie tego zjawiska zajmie jeszcze sporo czasu.”

Pytanie 13.2c. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco, w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który dokonuje pomiaru efektywności uczenia w zadanym okresie czasu

Tab. 12.61. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.2c

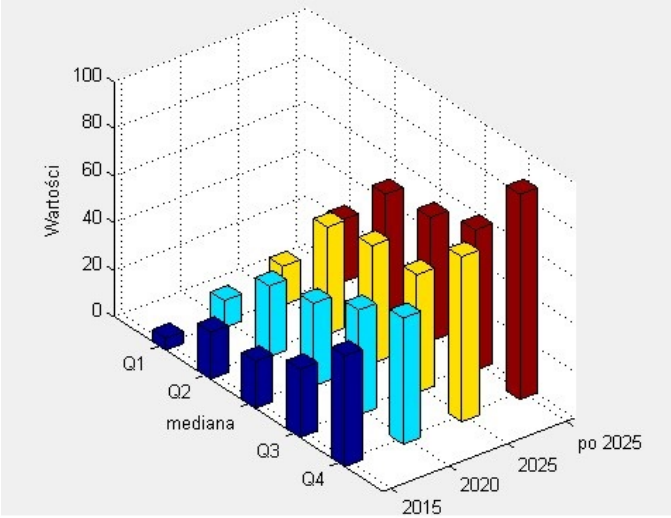
Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	25,438	34,219	45,438	59
Odchylenie standardowe:	20,441	22,334	22,974	27,096
Mediana:	17,5	25	37,5	57,5
1. Kwartyl (q1):	5	12,5	17,5	32,5
3. Kwartyl (q3):	40	57,5	70	90
q3/q1:	8	4,6	4	2,77
q3-q1:	35	45	52,5	57,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	27,986	37,336	46,9	60,771
Odchylenie standardowe:	20,359	21,855	21,588	24,74
Mediana:	20	30	50	60
1. Kwartyl (q1):	10	15	25	40
3. Kwartyl (q3):	50	60	70	90
q3/q1:	5	4	2,8	2,25
q3-q1:	40	45	45	50

Eksperci zauważyli, że systemy wspomagające uczenie się, które dokonują pomiaru efektywności uczenia są już obecnie wykorzystywane i prognozowali ich dalszy intensywny rozwój

Przykładowe komentarze respondentów:

„Już dzisiaj mamy do czynienia z pierwszymi systemami tego typu, zatem rozwój w tej dziedzinie powinien przebiegać dynamicznie.”

„Istnieją już różne systemy badające efektywność uczenia się, zatem doskonalenie istniejących metod powinno przebiegać dość intensywnie.”



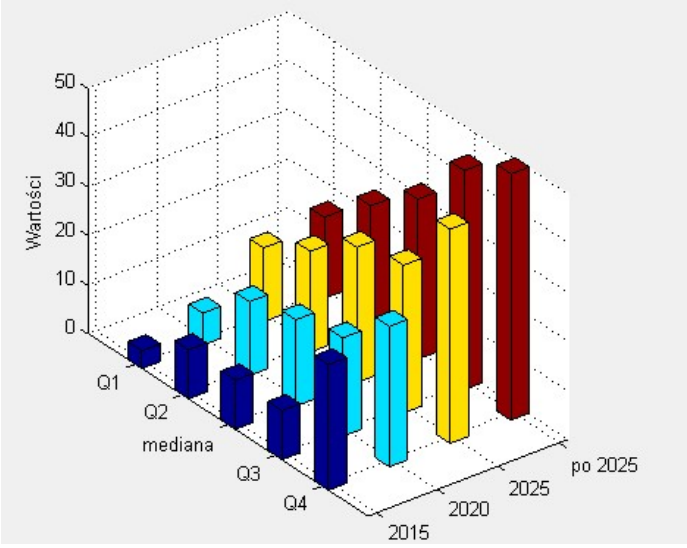
Rys. 12.56. Ilustracja wyników dla pytania 13.2c. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który dokonuje pomiaru efektywności uczenia w zadanym okresie czasu do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 13.2d. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco, w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który mierzy ogólną kreatywność użytkownika (testy kreatywności)

Tab. 12.62. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.2d

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	11,875	19,031	27,969	37,656

Odchylenie standardowe:	9,024	11,121	14,099	16,712
Mediana:	10	15	22,5	37,5
1. Kwartyl (q1):	4	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	15	27,5	42,5	52,5
q3/q1:	3,75	2,75	2,83	2,63
q3-q1:	11	17,5	27,5	32,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	12,641	19,007	28,346	37,518
Odchylenie standardowe:	8,441	10,187	12,43	15,427
Mediana:	10	15	20	35
1. Kwartyl (q1):	4	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	15	30	45	50
q3/q1:	3,75	3	3	2,5
q3-q1:	11	20	30	30



Rys. 12.57. Ilustracja wyników dla pytania 13.2d. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który mierzy ogólną kreatywność użytkownika (testy kreatywności) do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Część ekspertów była sceptycznie nastawiona wobec prawdopodobieństwa powstania systemów wspomagających uczenie, które mierzą ogólną kreatywność użytkownika ze względu na trudność w utworzeniu testów, które obiektywnie mierzą poziom kreatywności, stąd mniejsze prognozowane wartości implementacji takich systemów.

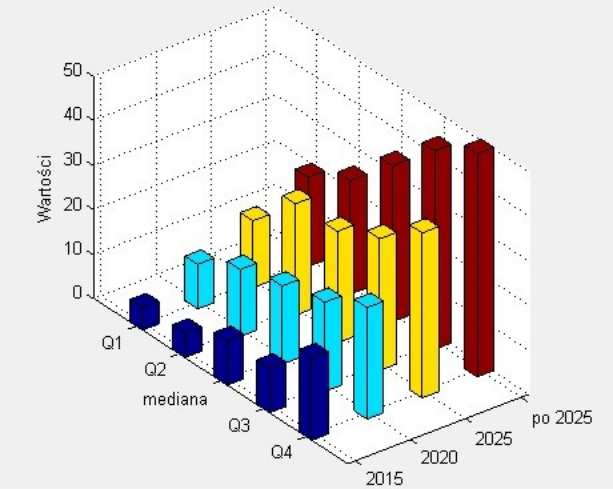
Pytanie 13.2e. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco, w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który dokonuje pomiaru kreatywności w stosowaniu nabytej wiedzy

Tab. 12.63. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.2e

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	9,094	15,938	24,063	34,688
Odchylenie standardowe:	6,453	9,332	10,176	13,956
Mediana:	5	15	22,5	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	20
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	50
q3/q1:	2	2	3	2,5
q3-q1:	5	10	20	30
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	10,023	16,168	23,877	33,099
Odchylenie standardowe:	6,843	8,607	9,269	12,139
Mediana:	5	15	20	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	20
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	50
q3/q1:	2	2	3	2,5
q3-q1:	5	10	20	30

Przykładowy komentarz respondenta na temat implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który dokonuje pomiaru kreatywności w stosowaniu nabytej wiedzy:

„Jest to zagadnienie powiązane z innymi technikami, dlatego jego rozwój będzie zależny w dużym stopniu od rozwoju technik z poprzednich podpunktów i będzie przez to od nich wolniejszy.”



Rys. 12.58. Ilustracja wyników dla pytania 13.2e. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który dokonuje pomiaru kreatywności w stosowaniu nabytej wiedzy do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 13.2f. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco, w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który na podstawie pomiarów efektywności uczenia w zadanym okresie czasie i kreatywności w stosowaniu nabytej wiedzy rekomenduje czynności zwiększające kreatywność w uczeniu się i stosowaniu nabytej wiedzy.

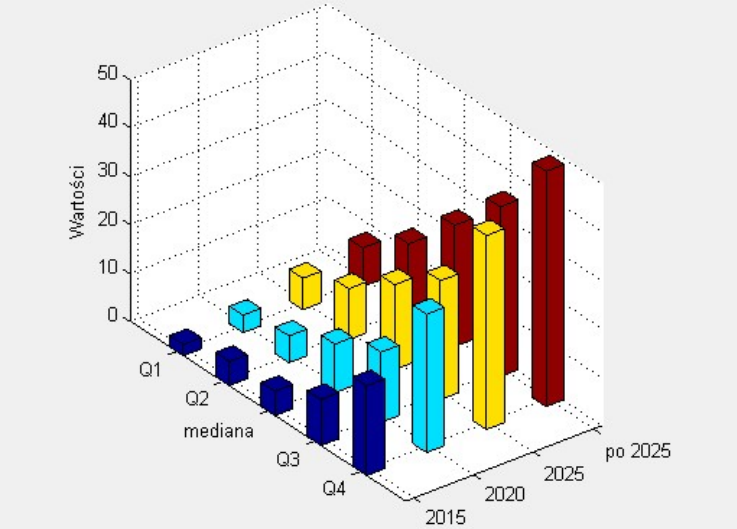
Tab. 12.64. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.2f

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny

Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,594	15,531	23,125	33,438
Odchylenie standardowe:	6,956	8,741	11,431	14,588
Mediana:	5	15	20	35
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	22,5	32,5	47,5
q3/q1:	3,33	4,5	3,25	3,17
q3-q1:	7	17,5	22,5	32,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,992	15,37	23,09	32,154
Odchylenie standardowe:	7,343	7,574	9,94	11,525
Mediana:	5	15	20	35
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	25	35	45
q3/q1:	5	5	3,5	3
q3-q1:	12	20	25	30

Przykładowy komentarz respondenta na temat implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który rekomenduje czynności zwiększające kreatywność w uczeniu się i stosowaniu nabytej wiedzy:

„Jest to czynność znacznie bardziej złożona niż pozostałe wymienione w pytaniu 13 w poszczególnych podpunktach i jej rozwój jest w dużym stopniu uwarunkowany rozwojem ww. metod, dlatego będzie przebiegał wolniej niż rozwój każdej z technologii wspomagających.”



Rys. 12.59. Ilustracja wyników dla pytania 13.2f. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który rekomenduje czynności zwiększające kreatywność w uczeniu się i stosowaniu nabytej wiedzy do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Pytanie 13.2g. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco, w %) implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który stymuluje rozwój kreatywności ogólnej

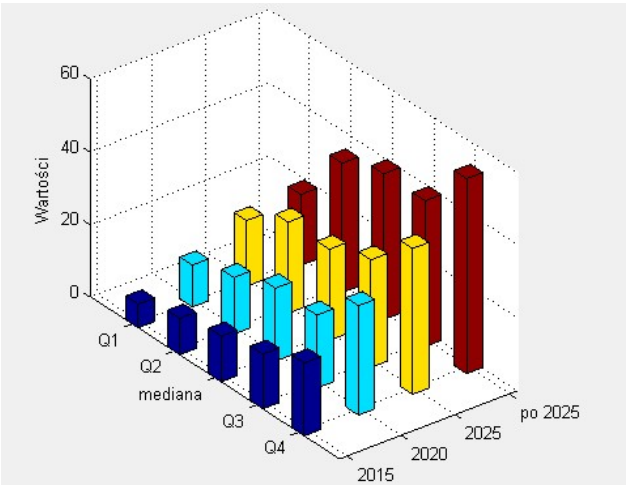
Tab. 12.65. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.2g

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,938	20,313	29,688	39,688
Odchylenie standardowe:	7,786	11,999	13,832	16,686
Mediana:	10	17,5	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	5	12,5	20
3. Kwartyl (q3):	20	32,5	45	60

q3/q1:	4	6,5	3,6	3
q3-q1:	15	27,5	32,5	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	14,153	21,815	29,824	38,546
Odchylenie standardowe:	7,052	12,023	13,013	15,085
Mediana:	10	20	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	35	45	55
q3/q1:	4	3,5	3	2,75
q3-q1:	15	25	30	35

Przykładowe komentarze respondentów na temat implementacji powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który stymuluje rozwój kreatywności ogólnej:

„W przeciwieństwie do badania rzeczywistej kreatywności, co uważam za niedostępne dla współczesnych systemów eksperckich, stymulacja kreatywności jest możliwa przez podsuwanie klientowi odpowiednich treści. Należy jednak rozwinąć badania w tej dziedzinie aby określić jakie treści i w jakim czasie należy rekomendować."



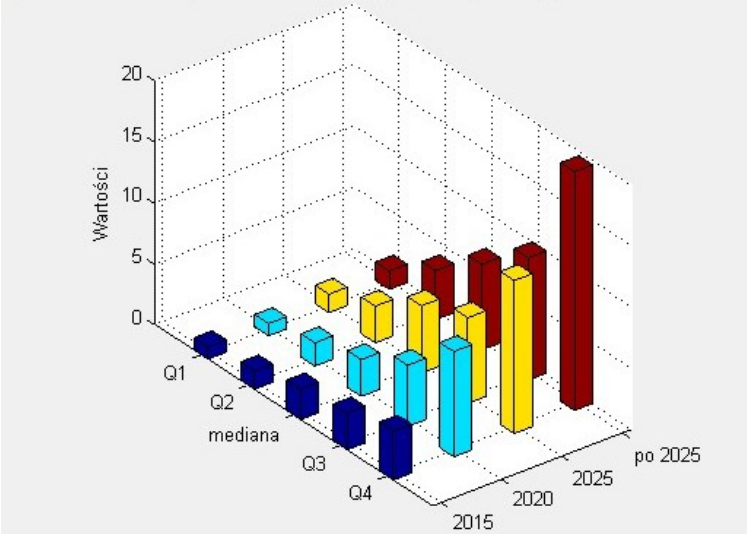
Rys. 12.60. Ilustracja wyników dla pytania 13.2g. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco w %) implementacji do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej powszechnie dostępnego systemu wspomagającego uczenie się, który stymuluje rozwój kreatywności ogólnej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

„Obecnie istnieje już wiele metod stymulowania kreatywności ogólnej, dlatego przeniesienie ich na grunt systemów IT powinno być stosunkowo prostym zadaniem i dlatego przewiduję, że rozwój ich będzie bardzo dynamiczny."

Pytanie 13.3. Proszę podać spodziewaną liczbę różnych dziedzin nauczania, dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność uczenia się. W kolumnie "Uwagi" proszę podać, w jakich przede wszystkim dziedzinach wystąpi największe zapotrzebowanie na takie systemy (do 10 dziedzin) oraz dla jakich dziedzin powstanie takich aplikacji może napotkać na szczególne trudności i dlaczego?

Tab. 12.66. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.3

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: jednostka		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	36	37	36	36
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	3	5,161	8,633	18,967
Odchylenie standardowe:	2,22	4,054	7,466	32,484
Mediana:	2	4	7	9,5
1. Kwartyl (q1):	1	1	2	3
3. Kwartyl (q3):	4	7,75	11	20
q3/q1:	4	7,75	5,5	6,67
q3-q1:	3	6,75	9	17
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	3,016	5,706	9,806	27,992
Odchylenie standardowe:	2,05	4,001	6,931	41,572
Mediana:	3	5	10	15
1. Kwartyl (q1):	1	2	3	4
3. Kwartyl (q3):	5	10	15	20
q3/q1:	5	5	5	5
q3-q1:	4	8	12	16



Rys. 12.61. Ilustracja wyników dla pytania 13.3. Na osi pionowej oznaczono liczbę dziedzin nauczania dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność uczenia się do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Najczęściej wymieniane przez ekspertów w komentarzach dziedziny dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność to medycyna i finanse. Wymieniano także ekonomię, matematykę oraz nauczanie języków obcych.

Przykładowy komentarz respondenta:

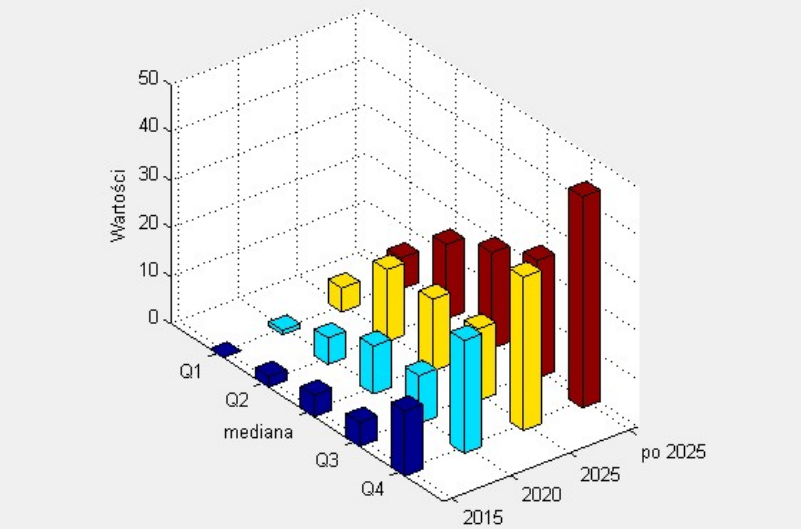
„Podstawowym obszarem, który może stanowić znakomite pole rozwoju systemów uczących jest medycyna. gdzie będą powstawać różne systemy wspomagające uczenie studentów medycyny, ale również doszkalanie lekarzy specjalistów.”

Pytanie 13.4. Powstaną systemy kognitywne wspomagające procesy twórcze (praca naukowa, beletrystyka, poezja, kompozycja muzyczna, projektowanie form przemysłowych, malarstwo itp.)

Pytanie 13.4a. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który wykorzystuje sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego poziom kreatywności on-line

Tab. 12.67. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.4a

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,156	10,813	17,531	27,438
Odchylenie standardowe:	3,483	6,26	8,236	14,093
Mediana:	5	10	15	25
1. Kwartyl (q1):	2	4	7,5	10
3. Kwartyl (q3):	7,5	15	30	42,5
q3/q1:	3,75	3,75	4	4,25
q3-q1:	5,5	11	22,5	32,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	5,753	11,069	17,112	26,555
Odchylenie standardowe:	3,627	5,868	7,817	13,922
Mediana:	5	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	2	4	5	10
3. Kwartyl (q3):	10	15	30	40
q3/q1:	5	3,75	6	4
q3-q1:	8	11	25	30



Rys. 12.62. Ilustracja wyników dla pytania 13.4a. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który wykorzystuje sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego poziom kreatywności on-line do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów na temat powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który wykorzystuje sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego poziom kreatywności:

„Ocena kreatywności na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jest zagadnieniem bardzo złożonym, dlatego sądzę, że powstanie powszechnie dostępnego systemu nie nastąpi w ciągu kilku najbliższych lat, ale w nieco bardziej odległej przyszłości."

„Parametryzacja ludzkich zachowań jest skomplikowanym zagadnieniem. Uważam, że badanie poziomu kreatywności za pomocą sensorów jest możliwe jedynie w minimalnym stopniu."

Pytanie 13.4b. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który dokonuje pomiaru poziomu zadowolenia twórcy z rezultatów pracy

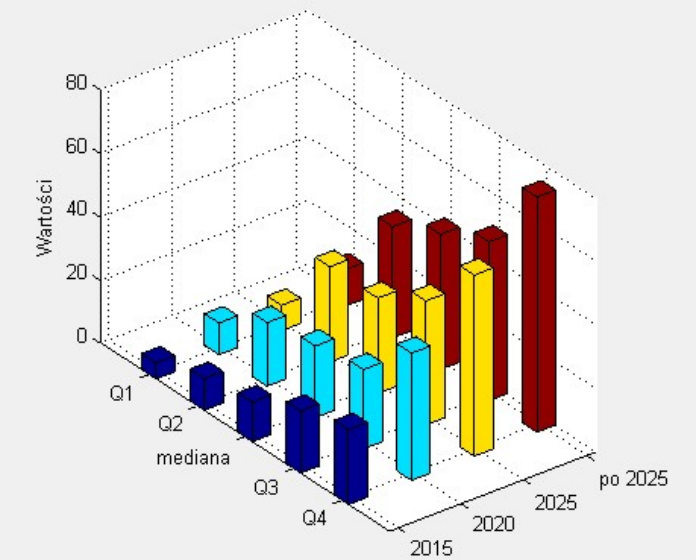
Tab. 12.68. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.4b

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	10,5	18,406	27,344	39,375
Odchylenie standardowe:	6,133	11,033	13,714	17,104
Mediana:	10	15	27,5	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	12,5	20
3. Kwartyl (q3):	17,5	25	37,5	55
q3/q1:	3,5	2,5	3	2,75
q3-q1:	12,5	15	25	35
Średnia:	10,716	18,878	27,446	37,899
Odchylenie standardowe:	5,914	10,781	13,361	16,883
Mediana:	10	15	30	35
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	25	45	60
q3/q1:	4	2,5	3	3
q3-q1:	15	15	30	40

Przykładowe komentarze respondentów na temat powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który dokonuje pomiaru poziomu zadowolenia twórcy z rezultatów pracy:

„Pomiar zadowolenia i satysfakcji z pracy jest zagadnieniem intensywnie badanym w psychologii i naukach pokrewnych od dłuższego czasu, dlatego sądzę, że rozwój tego typu systemów nastąpi stosunkowo szybko."

„Pomiar zadowolenia z wykonywanej pracy wydaje się być dosyć prostym pomiarem. Rozwój będzie polegał na dopracowaniu odpowiednich narzędzi."



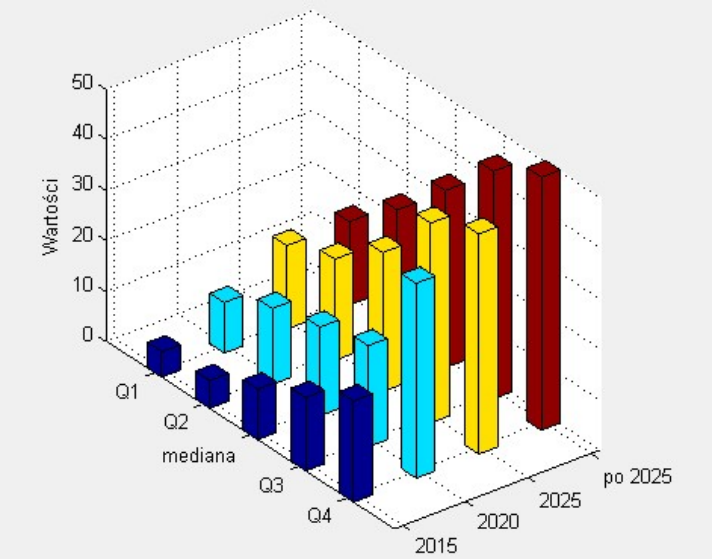
Rys. 12.63. Ilustracja wyników dla pytania 13.4b. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który dokonuje pomiaru poziomu zadowolenia twórcy z rezultatów pracy do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 13.4c. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który mierzy ogólną kreatywność użytkownika (przeprowadza testy kreatywności dostosowane do obszaru działalności twórczej)

Tab. 12.69. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.4c

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	9,063	16,656	24,688	34,844
Odchylenie standardowe:	4,992	7,882	9,186	12,449
Mediana:	10	15	27,5	37,5

1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	12,5	20	35	50
q3/q1:	2,5	2	2,33	2,5
q3-q1:	7,5	10	20	30
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,611	17,897	24,261	34,824
Odchylenie standardowe:	4,933	7,205	8,919	12,218
Mediana:	10	20	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	15	20	35	50
q3/q1:	3	2	2,33	2,5
q3-q1:	10	10	20	30

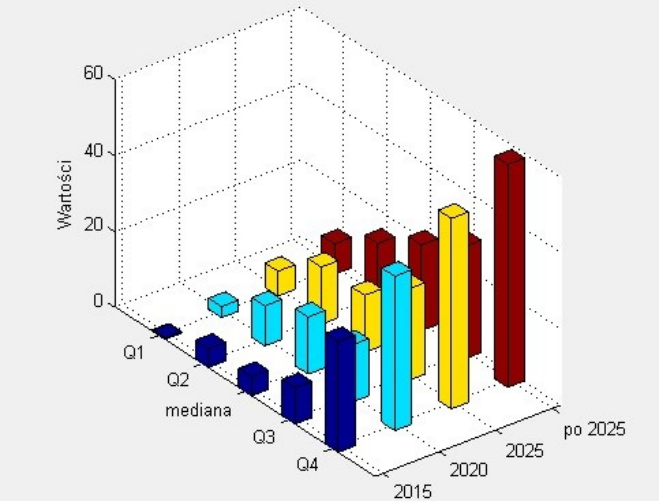


Rys. 12.64. Ilustracja wyników dla pytania 13.4c. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który mierzy ogólną kreatywność użytkownika (przeprowadza testy kreatywności dostosowane do obszaru działalności twórczej)do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 13.4d. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który na podstawie zadowolenia twórcy z rezultatów pracy ogólnej (kreatywność użytkownika) rekomenduje czynności zwiększające kreatywność działania użytkownika

Tab. 12.70. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.4d

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,344	12,406	18,844	27,656
Odchylenie standardowe:	5,582	7,331	12,337	15,788
Mediana:	5	10	15	22,5
1. Kwartyl (q1):	2	5	7,5	10
3. Kwartyl (q3):	10	17,5	30	50
q3/q1:	5	3,5	4	5
q3-q1:	8	12,5	22,5	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,728	12,762	18,804	26,476
Odchylenie standardowe:	5,295	6,973	11,659	14,408
Mediana:	5	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	40
q3/q1:	5	4	3	2,67
q3-q1:	8	15	20	25



Rys. 12.65. Ilustracja wyników dla pytania 13.4d. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który na podstawie zadowolenia twórcy z rezultatów pracy i ogólnej kreatywność użytkownika rekomenduje czynności zwiększające kreatywność działania użytkownika do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowy komentarz na temat powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który rekomenduje czynności zwiększające kreatywność działania użytkownika:

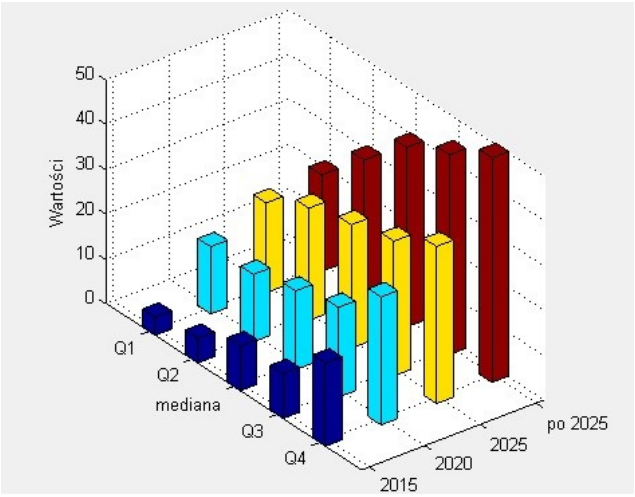
„Funkcjonalność ta jest zablokowana przez pomiar kreatywności, co moim zdaniem negatywnie wpływa na prawdopodobieństwo powstania takiego systemu w analizowanym okresie."

Pytanie 13.4e. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który stymuluje rozwój kreatywności ogólnej

Tab. 12.71. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.4e

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny

Średnia:	9,313	16,813	24,063	35
Odchylenie standardowe:	6,132	8,146	11,044	16,197
Mediana:	5	15	22,5	40
1. Kwartyl (q1):	4	10	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	25	35	50
q3/q1:	3,75	2,5	3,5	3,33
q3-q1:	11	15	25	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	10,297	17,077	24,375	35,34
Odchylenie standardowe:	6,489	7,901	10,216	15,308
Mediana:	10	15	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	30	40	50
q3/q1:	4	3	2,67	2,5
q3-q1:	15	20	25	30

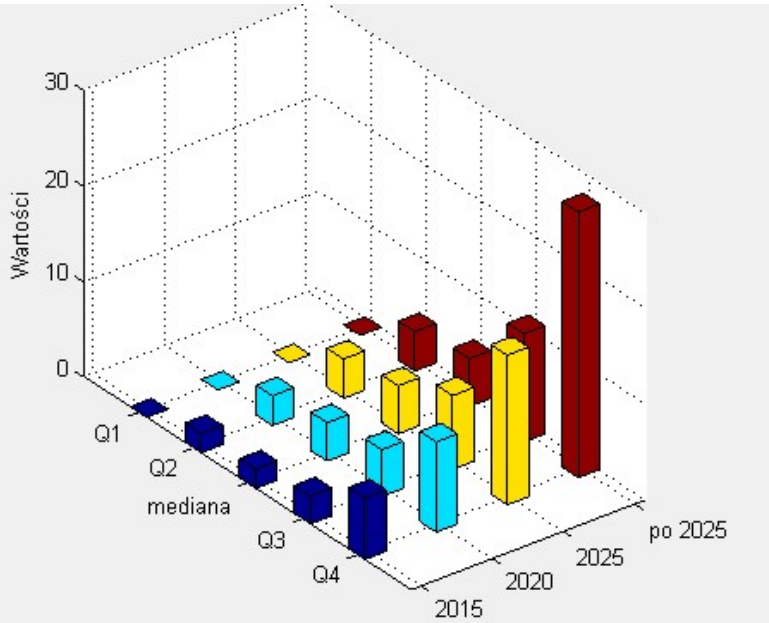


Rys. 12.66. Ilustracja wyników dla pytania 13.4e. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnego systemu wspomagającego procesy twórcze, który stymuluje rozwój kreatywności ogólnej do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 13.5. Proszę podać spodziewaną liczbę dziedzin twórczości, dla których powstaną komercyjne specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność (oprócz obszarów zastosowań systemów wspomagających kreatywne nauczanie wymienionych w pytaniu 13.3). W kolumnie "Uwagi" proszę podać najważniejsze z tych dziedzin oraz dla których dziedzin powstanie takich aplikacji może napotkać na szczególne trudności i dlaczego?

Tab. 12.72. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.5

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: jednostka		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	34	34	34	34
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	2,25	4	6,679	10,929
Odchylenie standardowe:	2,355	3,73	5,839	12,655
Mediana:	1,5	2,5	4,5	5
1. Kwartyl (q1):	0	0,5	1	1
3. Kwartyl (q3):	4	6,5	11	16,5
q3/q1:	-	13	11	16,5
q3-q1:	4	6	10	15,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	2,767	4,345	7,523	13,298
Odchylenie standardowe:	2,626	3,778	5,844	14,168
Mediana:	2	4	6	8
1. Kwartyl (q1):	0	1	1	1
3. Kwartyl (q3):	5	10	13	20
q3/q1:	-	10	13	20
q3-q1:	5	9	12	19



Rys. 12.67. Ilustracja wyników dla pytania 13.5. Na osi pionowej oznaczono liczbę dziedzin twórczości dla których powstaną komercyjne specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Najczęściej wymieniane przez ekspertów w komentarzach dziedziny, dla których powstaną komercyjne specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność to: grafika komputerowa, reklama, malarstwo, muzyka, beletrystyka. Na ogół eksperci byli sceptyczni wobec prawdopodobieństwa powstania tego rodzaju systemów w perspektywie roku 2025.

Pytanie 13.6. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji

Odpowiedź na powyższe pytanie polegała na podaniu odrębnych odpowiedzi na następujące pytania szczegółowe 13.6a-13.6f:

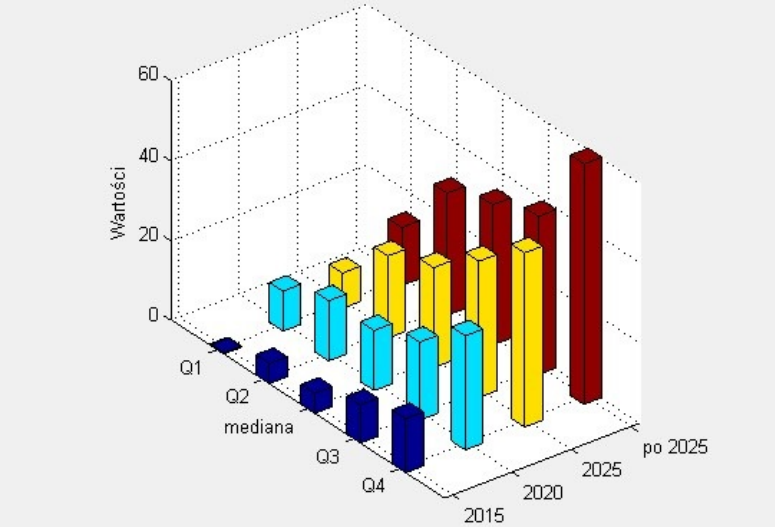
Pytanie 13.6a. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji które wykorzystują sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego możliwości percepcji

Tab. 12.73. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.6a

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	10,781	17,719	25,094	37,344
Odchylenie standardowe:	9,645	12,891	15,177	16,897
Mediana:	5	15	20	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	25
3. Kwartyl (q3):	15	25	37,5	60
q3/q1:	5	5	3,75	2,4
q3-q1:	12	20	27,5	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	11,21	19,165	28,759	41
Odchylenie standardowe:	10,062	13,362	15,473	15,53
Mediana:	5	15	20	35
1. Kwartyl (q1):	3	5	15	25
3. Kwartyl (q3):	15	30	45	60
q3/q1:	5	6	3	2,4
q3-q1:	12	25	30	35

Przykładowy komentarz dotyczący powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które określają możliwości percepcji użytkownika:

„Myślę, że na podstawie niektórych parametrów będzie możliwe określenie poziomu percepcji. Konieczne może być monitorowanie aktywności mózgu, gdyż dałoby to najbardziej wiarygodne rezultaty.”



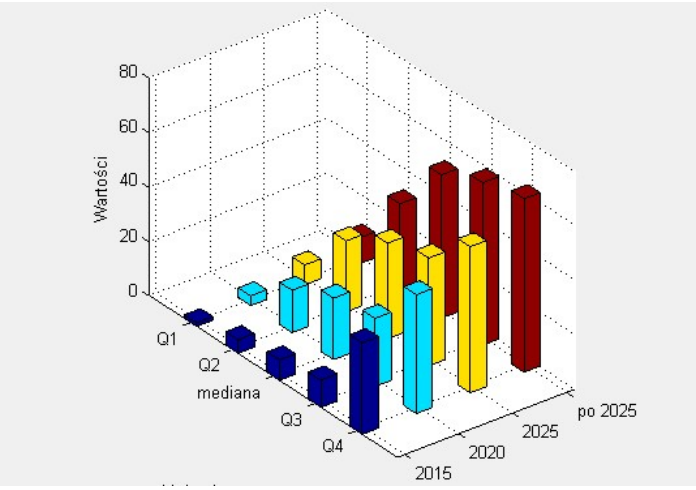
Rys. 12.68. Ilustracja wyników dla pytania 13.6a. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które wykorzystują sensory określające na podstawie parametrów fizjologicznych użytkownika jego możliwości percepcji do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Pytanie 13.6b. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które są w stanie w prosty sposób badać poziom koncentracji użytkownika na rozwiązaniu problemu decyzyjnego

Tab. 12.74. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.6b

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny

Średnia:	15,906	23,969	33,5	45,156
Odchylenie standardowe:	13,397	16,12	15,755	18,564
Mediana:	10	17,5	27,5	50
1. Kwartyl (q1):	5	10	17,5	20
3. Kwartyl (q3):	30	40	50	60
q3/q1:	6	4	2,86	3
q3-q1:	25	30	32,5	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	17,561	25,928	36,022	50,321
Odchylenie standardowe:	14,89	17,108	15,224	15,785
Mediana:	10	20	35	50
1. Kwartyl (q1):	5	10	20	25
3. Kwartyl (q3):	35	50	55	65
q3/q1:	7	5	2,75	2,6
q3-q1:	30	40	35	40



Rys. 12.69. Ilustracja wyników dla pytania 13.6b. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które są w stanie w prosty sposób badać poziom koncentracji użytkownika na rozwiązaniu problemu decyzyjnego do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności

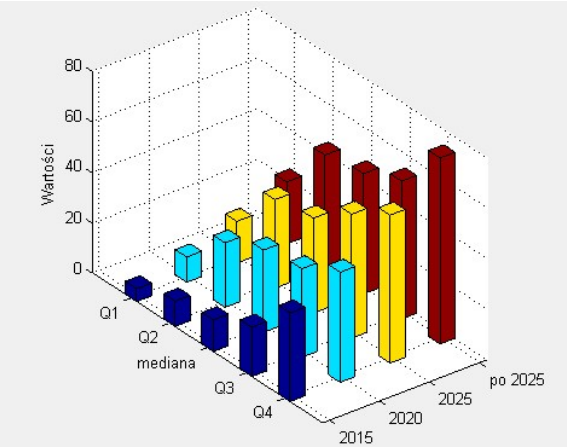
Przykładowy komentarz dotyczący powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które są w stanie w prosty sposób badać poziom koncentracji użytkownika na rozwiązaniu problemu decyzyjnego:

„Badanie koncentracji jest złożonym zagadnieniem, dlatego uproszczenie metod pozwalających na jednoznaczne określenie tego zjawiska zajmie jeszcze sporo czasu."

Pytanie 13.6c. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które śledzą postęp procesu rozwiązywania problemu i dokonują pomiaru jego efektywności

Tab. 12.75. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.6c

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	37	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	16,774	26,563	35,938	46,25
Odchylenie standardowe:	12,646	15,94	17,336	19,303
Mediana:	10	22,5	30	42,5
1. Kwartyl (q1):	5	10	17,5	25
3. Kwartyl (q3):	28,75	40	55	70
q3/q1:	5,75	4	3,14	2,8
q3-q1:	23,75	30	37,5	45
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	17	29,888	40,906	49,69
Odchylenie standardowe:	12,916	15,982	16,823	19,364
Mediana:	10	30	35	50
1. Kwartyl (q1):	5	10	20	30
3. Kwartyl (q3):	35	45	60	70
q3/q1:	7	4,5	3	2,33
q3-q1:	30	35	40	40



Rys. 12.70. Ilustracja wyników dla pytania 13.6c. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które śledzą postęp procesu rozwiązywania problemu i dokonują pomiaru jego efektywności do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Przykładowy komentarz dotyczący powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które śledzą postęp procesu rozwiązywania problemu i dokonują pomiaru jego efektywności:

„Systemy kognitywne, które śledzą postęp procesu rozwiązywania problemu już istnieją i będą się rozwijać. Jeżeli rozwiązanie problemu nie jest algorytmiczne i wymaga kreatywności użytkownika to system może nie mieć możliwości określenia rozwiązania optymalnego, a co za tym idzie możliwości ocenienia efektywności tego rozwiązania."

Pytanie 13.6d. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które mierzą ogólną kreatywność użytkownika w rozwiązywaniu problemów określonego typu, tworzą profil kreatywności określający zależność poziomu kreatywności od rodzaju rozwiązywanego problemu, stanu psychofizjologicznego i różnych okoliczności zewnętrznych

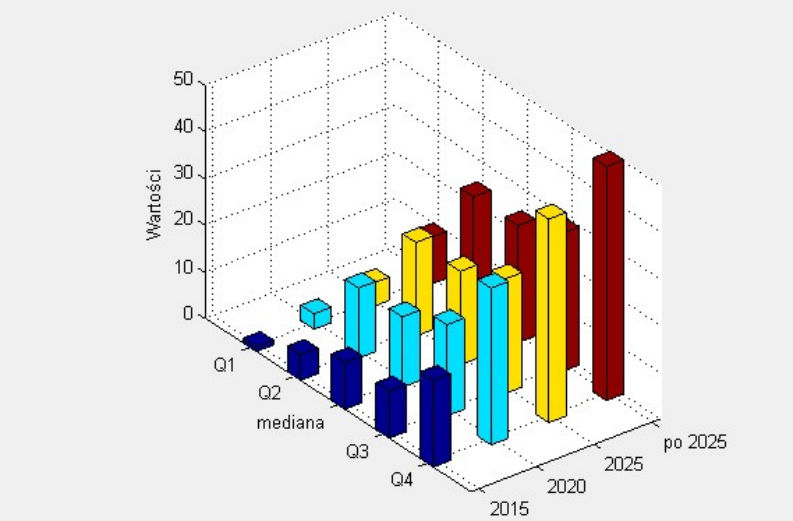
Tab. 12.76. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.6d

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %

Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	pozytywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,906	14,688	20,938	28,125
Odchylenie standardowe:	6,87	10,494	9,867	12,131
Mediana:	10	15	20	25
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	12,5	20	30	40
q3/q1:	6,25	4	3	2,67
q3-q1:	10,5	15	20	25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,266	15,262	21,021	28,204
Odchylenie standardowe:	6,962	9,928	9,303	11,468
Mediana:	10	15	20	25
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	40
q3/q1:	5	4	3	2
q3-q1:	8	15	20	20

Przykładowy komentarz dotyczący powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które mierzą ogólną kreatywność użytkownika w rozwiązywaniu problemów określonego typu, tworzą profil kreatywności określający zależność poziomu kreatywności od rodzaju rozwiązywanego problemu, stanu psychofizjologicznego i różnych okoliczności zewnętrznych:

„Modele tego typu funkcjonują już w psychologii, dziedzina rozpoznawania różnych typów kreatywności jest obecnie intensywnie eksplorowana, co rokuje duże szanse na pozyskanie funduszy na badania i dalszy rozwój, również w obszarze systemów informatycznych.”



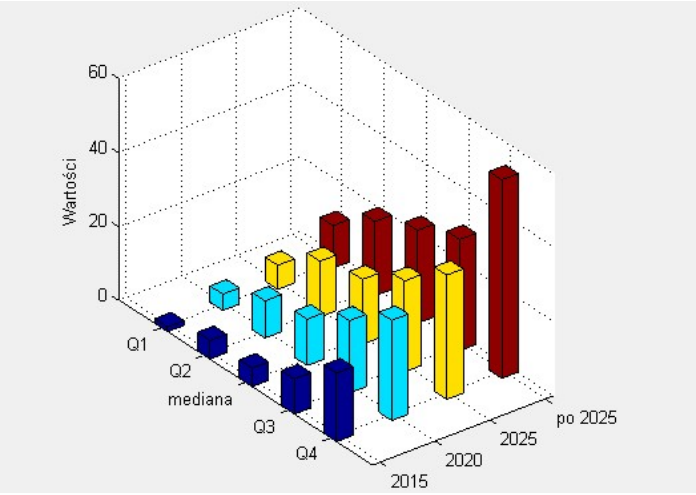
Rys. 12.71. Ilustracja wyników dla pytania 13.6d. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które mierzą ogólną kreatywność użytkownika w rozwiązywaniu problemów określonego typu, tworzą profil kreatywności określający zależność poziomu kreatywności od rodzaju rozwiązywanego problemu, stanu psychofizjologicznego i różnych okoliczności zewnętrznych do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Pytanie 13.6e. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które rekomendują czynności zwiększające kreatywność i efektywność rozwiązywania problemu

Tab. 12.77. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.6e

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	Pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	Pozytywny	pozytywny
Średnia:	8	13,563	19,031	26,406

Odchylenie standardowe:	5,903	9,036	10,975	13,052
Mediana:	5	10	15	22,5
1. Kwartyl (q1):	1	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	42,5
q3/q1:	10	4	3	4,25
q3-q1:	9	15	20	32,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	7,142	13,278	17,848	25,88
Odchylenie standardowe:	5,302	8,052	9,693	12,812
Mediana:	5	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	1	5	10	10
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	45
q3/q1:	10	4	3	4,5
q3-q1:	9	15	20	35



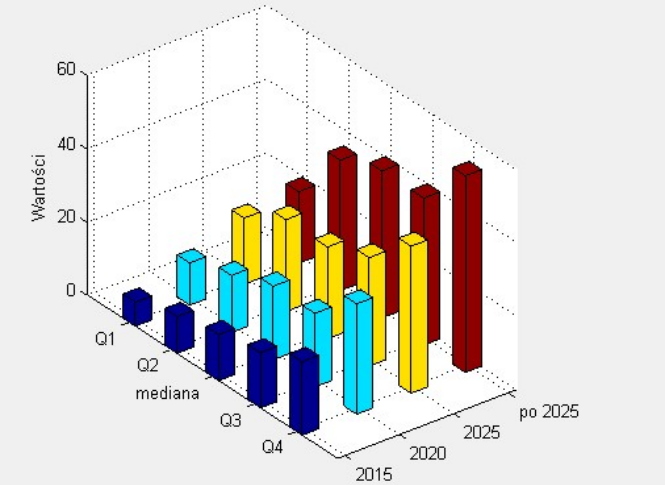
Rys. 12.72. Ilustracja wyników dla pytania 13.6e. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które rekomendują czynności zwiększające kreatywność i efektywność rozwiązywania problemu do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Eksperci sugerowali, że powstanie powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które rekomendują czynności zwiększające kreatywność i efektywność rozwiązywania problemu zależą w głównej mierze od rozwoju technologii wymienionych w poprzednich podpunktach, stąd niskie prognozowane wartości procentowe.

Pytanie 13.6f. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (narastająco) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które stymulują rozwój kreatywności ogólnej użytkownika

Tab. 12.78. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.6f

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,469	18,906	27,5	37,188
Odchylenie standardowe:	7,112	9,564	12,357	14,421
Mediana:	10	20	25	40
1. Kwartyl (q1):	5	5	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	30	40	52,5
q3/q1:	4	6	2,67	2,63
q3-q1:	15	25	25	32,5
Średnia:	12,93	19,596	27,893	39,041
Odchylenie standardowe:	6,867	8,78	11,202	13,756
Mediana:	10	20	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	25
3. Kwartyl (q3):	20	30	40	55
q3/q1:	4	3	2,67	2,2
q3-q1:	15	20	25	30



Rys. 12.73. Ilustracja wyników dla pytania 13.6f. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które stymulują rozwój kreatywności ogólnej użytkownika do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

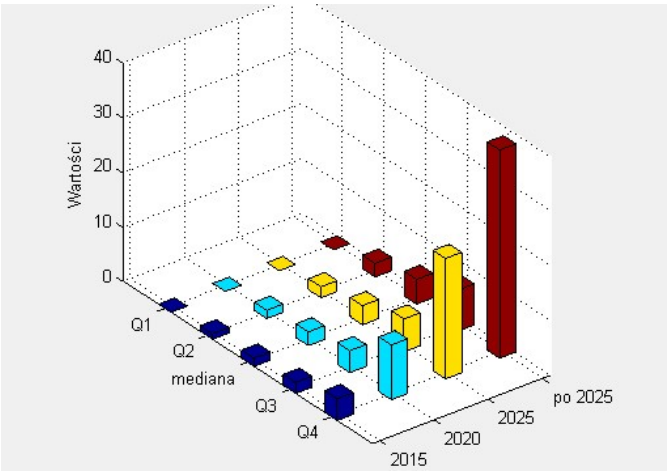
Eksperci sugerowali, że powstanie powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji które stymulują rozwój kreatywności ogólnej będzie jeszcze trudniejszym zadaniem ze względu na wykorzystanie procesów i technologii opisanych w poprzednich podpunktach.

Pytanie 13.7. Proszę podać spodziewaną liczbę obszarów tematycznych i rodzajów wspomagania decyzji, dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność procesu decyzyjnego. W kolumnie "Uwagi" proszę podać jakie - zdaniem respondenta - będą to obszary i typy decyzji? Dla jakich dziedzin powstanie takich aplikacji może napotkać na szczególne trudności i dlaczego?

Tab. 12.79. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.7

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: jednostka		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	35	35	35	35
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	2,862	4,966	8,379	12,276

Odchylenie standardowe:	2,875	5,455	8,969	13,341
Mediana:	1	2	4	5
1. Kwartyl (q1):	1	1	1	1,75
3. Kwartyl (q3):	5	11	14,25	21,5
q3/q1:	5	11	14,25	12,29
q3-q1:	4	10	13,25	19,75
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	3,421	6,61	10,592	15,978
Odchylenie standardowe:	3,184	6,136	9,646	15,013
Mediana:	2	4	10	12
1. Kwartyl (q1):	0	1	1	1
3. Kwartyl (q3):	5	11	20	30
q3/q1:	-	11	20	30
q3-q1:	5	10	19	29



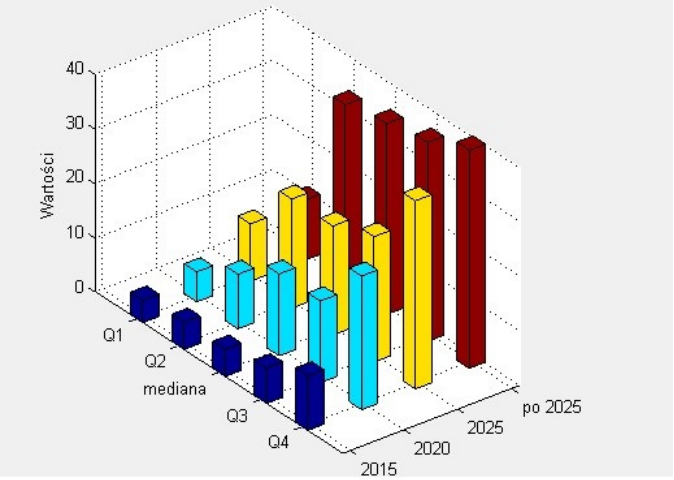
Rys. 12.74. Ilustracja wyników dla pytania 13.7. Na osi pionowej oznaczono liczbę obszarów tematycznych i rodzajów wspomagania decyzji, dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność procesu decyzyjnego do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Najczęściej wymieniane przez ekspertów w komentarzach obszary i tematyczne rodzaje wspomagania decyzji dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność procesu decyzyjnego to: IT (np. decyzje o podjęciu realizacji określonego projektu), finanse, zarządzanie przedsiębiorstwem, aplikacje diagnostyczne, gospodarka, zarządzanie zasobami ludzkimi.

Pytanie 13.8g Dla każdego okresu proszę podać w % skumulowane prawdopodobieństwo powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji grupowych i strategicznych, które dokonują pomiaru intensywności poszukiwania konsensusu przez każdego z decydentów

Tab. 12.80. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.8g

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,125	10,219	16,5	26,531
Odchylenie standardowe:	3,064	5,399	8,648	11,224
Mediana:	5	10	15	25
1. Kwartyl (q1):	1,5	3,5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	15	20	40
q3/q1:	6,67	4,29	2	2,67
q3-q1:	8,5	11,5	10	25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	5,497	11,178	17,262	27,509
Odchylenie standardowe:	2,99	4,831	8,596	10,852
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	15	20	40
q3/q1:	3,33	3	2	2,67
q3-q1:	7	10	10	25



Rys. 12.75. Ilustracja wyników dla pytania 13.8g. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które dokonują pomiaru intensywności poszukiwania konsensusu przez każdego z decydentów do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Przykładowe odpowiedzi respondentów na temat powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji, które dokonują pomiaru intensywności poszukiwania konsensusu przez każdego z decydentów:

„Poziom rozwoju tego typu systemów zależy od oczekiwanej dokładności systemów. Można określać np. jak często użytkownik zgadza się z innymi, albo jak często zadaje im pytania, zamiast narzucać swoją wolę. Proste systemy prawdopodobnie powstaną już w najbliższych latach."

„Automatyczna analiza i przetwarzanie języka mówionego są rozwijane bardzo intensywnie od wielu lat, a techniki te mogą znaleźć zastosowanie również w zagadnieniu analizy intencji osób wypowiadających się".

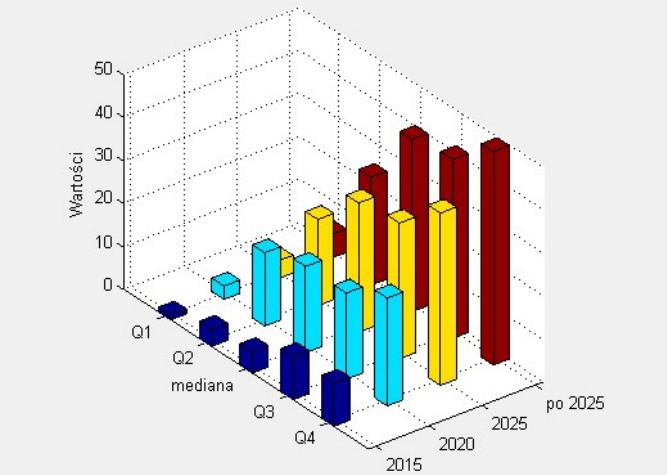
13.8h. Dla każdego okresu proszę podać w % skumulowane prawdopodobieństwo powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji grupowych i strategicznych, które wykrywają ukryte preferencje decydentów

Tab. 12.81. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.8h

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,063	11,281	17,875	25,844
Odchylenie standardowe:	3,374	7,345	10,205	15,249
Mediana:	5	10	15	25
1. Kwartyl (q1):	1	3	5	10
3. Kwartyl (q3):	10	20	27,5	42,5
q3/q1:	10	6,67	5,5	4,25
q3-q1:	9	17	22,5	32,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	5,349	12,702	19,993	27,943
Odchylenie standardowe:	3,297	7,233	10,472	15,162
Mediana:	5	15	20	25
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	45
q3/q1:	5	4	3	3
q3-q1:	8	15	20	30

Przykładowy komentarz respondenta na temat powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji grupowych i strategicznych, które wykrywają ukryte preferencje decydentów:

„System tego typu musiałby analizować decyzje podejmowane przez użytkowników oraz ich reakcje fizjologiczne związane z tymi decyzjami. Jest to zagadnienie zbyt skomplikowane na aktualny stan wiedzy i rozwoju technologicznego, jednak w ciągu kilku lat takie systemy mogą powstać."



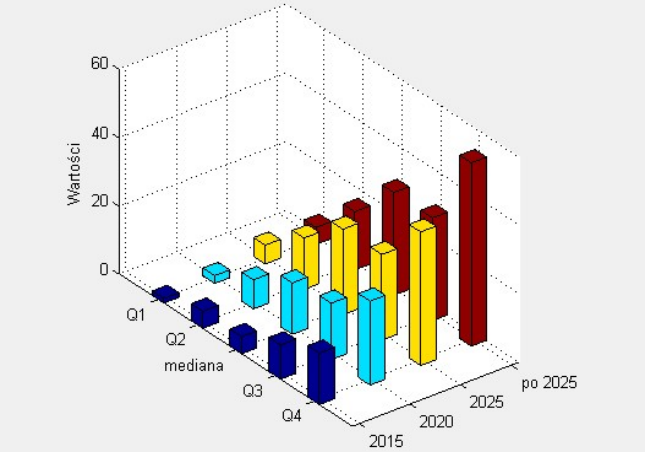
Rys. 12.76. Ilustracja wyników dla pytania 13.8h. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji grupowych i strategicznych, które wykrywają ukryte preferencje decydentów do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

Pytanie 13.8i. Dla każdego okresu proszę podać w % skumulowane prawdopodobieństwo powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji grupowych i strategicznych, które dla każdego z uczestników procesu wskazują strategie decyzyjne zmierzające do efektywnego rozwiązania problemu

Tab. 12.82. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.8i

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	38	38	38	38
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	5,969	10,781	17,281	24,594
Odchylenie standardowe:	4,2	6,373	9,611	13,268
Mediana:	5	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	1,5	4	10	15

3. Kwartyl (q3):	10	15	25	30
q3/q1:	6,67	3,75	2,5	2
q3-q1:	8,5	11	15	15
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,71	12,607	18,092	25,594
Odchylenie standardowe:	4,314	5,527	9,004	12,755
Mediana:	5	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15
3. Kwartyl (q3):	10	15	25	30
q3/q1:	2	1,5	2,5	2
q3-q1:	5	5	15	15



Rys. 12.77. Ilustracja wyników dla pytania 13.8i. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji grupowych i strategicznych, które dla każdego z uczestników procesu wskazują strategie decyzyjne zmierzające do efektywnego rozwiązania problemu do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów.

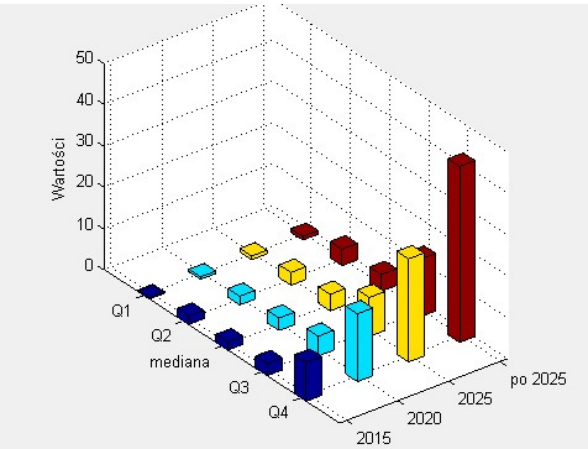
Przykładowy komentarz respondenta na temat powstania powszechnie dostępnych systemów kognitywnych wspomagających procesy kreatywnego podejmowania decyzji grupowych i strategicznych, które dla każdego z uczestników procesu wskazują strategie decyzyjne zmierzające do efektywnego rozwiązania problemu:

„System taki musiałby analizować wszystkie podejmowane w grupie, jak również wszystkie dostępne w danej sytuacji decyzje. Określenie zbioru tych decyzji, jak również ich analiza jest niemożliwa przy aktualnym poziomie wiedzy."

Pytanie 13.9. Proszę podać spodziewaną liczbę obszarów tematycznych wspomagania strategicznych decyzji grupowych, dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność procesu decyzyjnego. W kolumnie "Uwagi" proszę podać, jakie - zdaniem respondenta - będą to obszary i typy decyzji? Dla jakich dziedzin powstanie takich aplikacji może napotkać na szczególne trudności i dlaczego?

Tab. 12.83. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.9

Kod pytania:	Q	Jednostka miary w odpowiedziach: jednostka		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	35	35	35	35
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	3	5,483	8,31	13,552
Odchylenie standardowe:	3,191	5,481	8,073	13,903
Mediana:	2	3	5	10
1. Kwartyl (q1):	0	1	1	1,75
3. Kwartyl (q3):	4,25	11,25	13,5	21,25
q3/q1:	-	11,25	13,5	12,14
q3-q1:	4,25	10,25	12,5	19,5
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	3,728	6,424	10,189	18,315
Odchylenie standardowe:	3,609	6,107	8,586	15,563
Mediana:	2	4	7	10
1. Kwartyl (q1):	1	1	2	2
3. Kwartyl (q3):	10	12	20	25
q3/q1:	10	12	10	12,5
q3-q1:	9	11	18	23



Rys. 12.78. Ilustracja wyników dla pytania 13.9. Na osi pionowej oznaczono liczbę obszarów tematycznych i rodzajów wspomagania decyzji grupowych, dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność procesu decyzyjnego do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

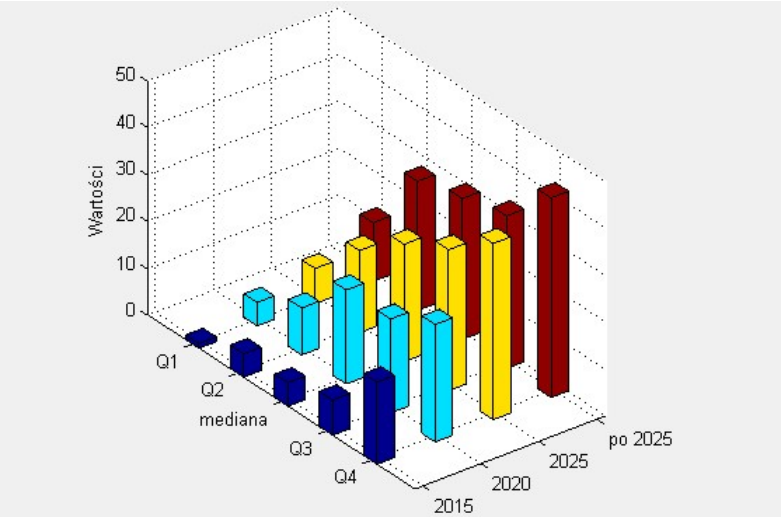
Najczęściej wymieniane przez ekspertów w komentarzach obszary tematyczne wspomagania strategicznych decyzji grupowych, dla których powstaną specjalistyczne systemy wspomagające kreatywność procesu decyzyjnego to: finanse i bankowość, zarządzanie przedsiębiorstwem, gospodarka, wspomaganie podczas działań kryzysowych, zwalczanie terroryzmu.

Pytanie 13.10a. Proszę określić skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w prognozowanym okresie powstaną autonomiczne systemy zdolne do pracy twórczej, tak aby 95% odbiorców nie potrafiło odróżnić efektów pracy aplikacji od pracy twórców w dziedzinie zagadnień konstrukcyjnych i architektonicznych

Tab. 12.84. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.10a

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	6,848	13,727	22,818	31,061
Odchylenie standardowe:	5,012	8,828	13,328	16,82

Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	2	5	5	10
3. Kwartyl (q3):	10	20	36,25	41,25
q3/q1:	5	4	7,25	4,13
q3-q1:	8	15	31,25	31,25
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	6,94	14,109	22,597	30,415
Odchylenie standardowe:	5,409	9,404	12,551	14,312
Mediana:	5	10	20	30
1. Kwartyl (q1):	2	5	5	10
3. Kwartyl (q3):	10	20	35	40
q3/q1:	5	4	7	4
q3-q1:	8	15	30	30



Rys. 12.79. Ilustracja wyników dla pytania 13.10a. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania autonomicznych systemów zdolnych do pracy twórczej, tak aby 95% odbiorców nie potrafiło odróżnić efektów pracy aplikacji od pracy twórców w dziedzinie zagadnień konstrukcyjnych i architektonicznych do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Znaczna część respondentów uważała, że powstanie autonomicznych systemów zdolnych do pracy twórczej tak aby 95% odbiorów nie potrafiło odróżnić efektów pracy aplikacji od pracy twórców w dziedzinie zagadnień konstrukcyjnych i architektonicznych jest bardzo trudnym zadaniem, ale nie wykluczała takiej możliwości. Powstanie takich systemów jest przewidywane przez ekspertów na w odległej przyszłości.

Przykładowe komentarze respondentów:

„Generowanie automatyczne zagadnień konstrukcyjnych i architektonicznych jest problemem mocno złożonym i wymaga ogromnych nakładów badań."

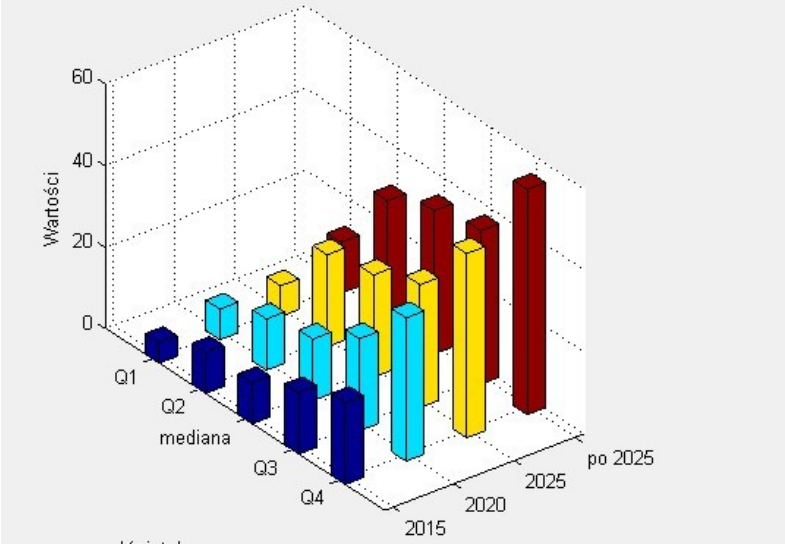
„W przypadku prostych, standardowych projektów prawdopodobieństwo powstania takich systemów jest bardzo wysokie. Łatwo wyobrazić sobie system, który stworzy projekt bazując na referencyjnych przykładach i uzupełniony o niezbędne wyliczenia gwarantujące poprawność konstrukcji."

Pytanie 13.10b. Proszę określić skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w prognozowanym okresie powstaną autonomiczne systemy zdolne do pracy twórczej, tak aby 95% procent odbiorców nie potrafiło odróżnić efektów pracy aplikacji od pracy twórców w dziedzinie form przemysłowych

Tab. 12.85. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.10b

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	negatywny	negatywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,606	15,545	23,697	30,879
Odchylenie standardowe:	5,598	10,104	13,519	15,097
Mediana:	5	15	20	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	8,75	10
3. Kwartyl (q3):	11,25	20	36,25	45
q3/q1:	3,75	4	4,14	4,5
q3-q1:	8,25	15	27,5	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				

Średnia:	9,28	16,873	24,45	31,687
Odchylenie standardowe:	5,782	10,493	13,098	13,967
Mediana:	10	15	20	30
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	20
3. Kwartyl (q3):	15	20	35	45
q3/q1:	5	4	3,5	2,25
q3-q1:	12	15	25	25



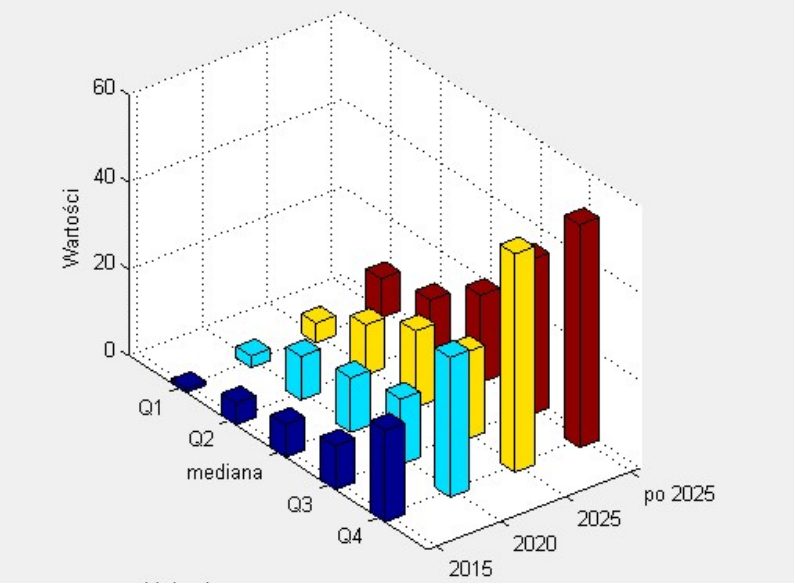
Rys. 12.80. Ilustracja wyników dla pytania 13.10b. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania autonomicznych systemów zdolnych do pracy twórczej, tak aby 95% odbiorców nie potrafiło odróżnić efektów pracy aplikacji od pracy twórców w dziedzinie form przemysłowych, do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Podobnie jak w przypadku zagadnień konstrukcyjnych i architektonicznych, eksperci byli zdania, że powstanie autonomicznych systemów zdolnych do pracy twórczej w dziedzinie form przemysłowych będzie trudnym zadaniem.

Pytanie 13.10c. Proszę określić skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w prognozowanym okresie powstaną autonomiczne systemy zdolne do pracy twórczej, tak aby 95% procent odbiorców nie potrafiło odróżnić efektów pracy aplikacji od pracy twórców w dziedzinie noweli i powieści

Tab. 12.86. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.10c

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	34	34	34	34
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	7,107	11,143	16,929	22,357
Odchylenie standardowe:	6,166	7,535	13,54	17,138
Mediana:	5	10	15	17,5
1. Kwartyl (q1):	0,5	3,5	4,5	5
3. Kwartyl (q3):	10	17,5	30	40
q3/q1:	20	5	6,67	8
q3-q1:	9,5	14	25,5	35
Średnia:	7,506	12,263	18,951	24,625
Odchylenie standardowe:	6,782	7,576	13,696	17,224
Mediana:	5	10	15	20
1. Kwartyl (q1):	3	4	5	5
3. Kwartyl (q3):	10	20	30	40
q3/q1:	3,33	5	6	8
q3-q1:	7	16	25	35



Rys. 12.81. Ilustracja wyników dla pytania 13.10c. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %) powstania autonomicznych systemów zdolnych do pracy twórczej, tak aby 95% odbiorców nie potrafiło odróżnić efektów pracy aplikacji od pracy twórców w dziedzinie noweli i powieści, do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Jeszcze częściej, niż w przypadku dziedzin wymienionych w pytaniach 13.10a i 13.10b eksperci byli zdania, że powstanie autonomicznych systemów zdolnych do twórczości nieodróżnialnej od pracy literatów będzie trudnym zadaniem, możliwym do zrealizowania ewentualnie po okresie objętym badaniami w ramach projektu SCETIST, tj. po roku 2025.

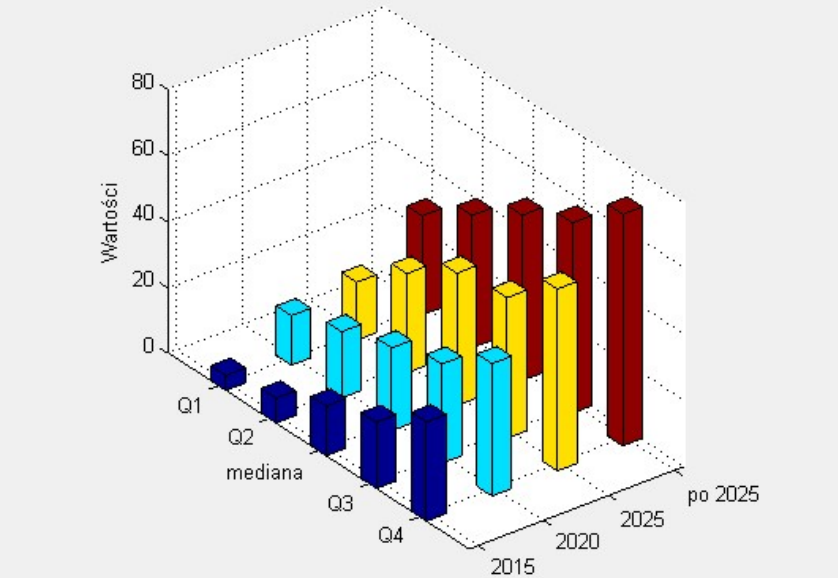
Przykładowy komentarz respondenta:

„Generowanie wypowiedzi w języku naturalnym jest intensywnie badane od wielu lat, niestety bez spektakularnych rezultatów, dlatego sądzę że w najbliższych latach tendencja ta nie ulegnie zmianie, szczególnie w przypadku długich form wypowiedzi takich jak nowele i powieści. Realne jest natomiast automatyczne generowanie poezji.”

Pytanie 13.11a. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w każdym z horyzontów prognozy w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagających kreatywne uczenie się

Tab. 12.87. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.11a

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	negatywny	negatywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	12,242	21,606	30,909	42,727
Odchylenie standardowe:	7,506	11,816	16,657	17,885
Mediana:	10	15	25	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	35	46,25	60
q3/q1:	4	3,5	3,08	3
q3-q1:	15	25	31,25	40
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	12,157	21,671	33,097	42,727
Odchylenie standardowe:	6,504	10,013	16,521	15,785
Mediana:	10	15	30	40
1. Kwartyl (q1):	5	15	20	25
3. Kwartyl (q3):	20	35	50	60
q3/q1:	4	2,33	2,5	2,4
q3-q1:	15	20	30	35



Rys. 12.82. Ilustracja wyników dla pytania 13.11a. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w każdym z horyzontów prognozy w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagających kreatywne uczenie się, do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Przykładowe komentarze respondentów na temat możliwości zastosowania interfejsów neurokognitywnych w systemach wspomagających kreatywność, w szczególności w systemach wspomagających kreatywne uczenie się:

„Systemy wspomagające kreatywne uczenie mogą udostępniać konkretne metody uczenia się. Wspomaganie tych metod interfejsami neurokognitywnymi polepszy osiągnięcia odbiorców, np. poprzez dostosowywanie metod do aktualnego stanu wiedzy, możliwości zapamiętywania i innych współczynników określonych dla danego użytkownika."

„W przypadku systemów wspomagających kreatywne myślenie, pracę twórczą czy podejmowanie decyzji nowe interfejsy mogą stać się kluczowym elementem, który wspiera istotę działania tych systemów."

Pytanie 13.11b. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w każdym z horyzontów prognozy w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagających ogólną działalność twórczą (nauka, sztuka)

Tab. 12.88. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.11b

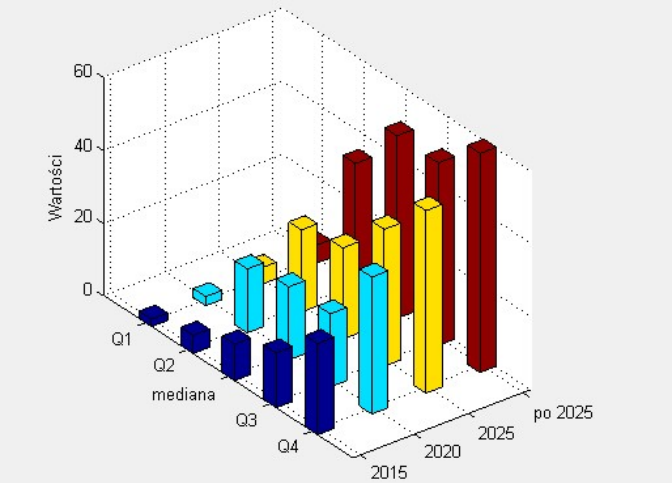
Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	39	39	39	39
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	8,606	15,091	21,667	30,455
Odchylenie standardowe:	6,819	10,406	10,614	16,819
Mediana:	5	10	20	25
1. Kwartyl (q1):	2	5	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	20	35	50
q3/q1:	7,5	4	3,5	3,33
q3-q1:	13	15	25	35
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	8,676	15,997	21,894	32,907
Odchylenie standardowe:	6,576	9,834	9,84	16,368
Mediana:	5	15	20	30
1. Kwartyl (q1):	5	10	10	15
3. Kwartyl (q3):	15	20	35	50
q3/q1:	3	2	3,5	3,33
q3-q1:	10	10	25	35

Większość ekspertów była sceptycznie nastawiona do tego, że w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagających ogólną działalność twórczą (nauka, sztuka).

Przykładowe komentarze ekspertów:

„Wspomaganie działalności twórczej przez interfejsy kognitywne jest trudniejsze niż w przypadku opisanym w pytaniu 13.11a. Działalność twórcza bazuje głównie na wyobraźni człowieka i jego talencie."

„Tego typu zastosowania zależą od rodzaju działalności twórczej. W niektórych dziedzinach powiązanych ze sztuką ciężko sobie wyobrazić zastosowanie interfejsów neurokognitywnych, ale we wspomaganiu nauki jest to możliwe."



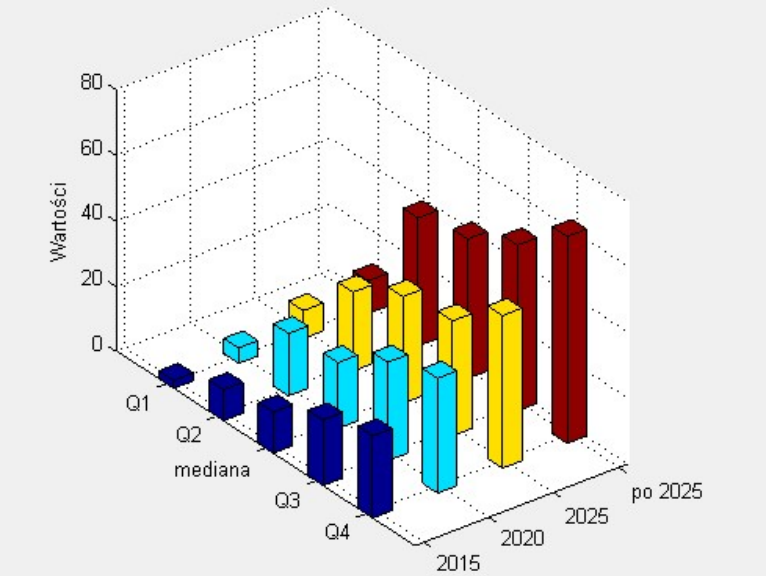
Rys. 12.83. Ilustracja wyników dla pytania 13.11b. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w każdym z horyzontów prognozy w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagających ogólną działalność twórczą (nauka, sztuka), do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Pytanie 13.11c. Proszę podać skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w każdym z horyzontów prognozy w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagania kreatywnych decyzji

Tab. 12.89. Analiza odpowiedzi na pytanie nr 13.11c

Kod pytania:	R	Jednostka miary w odpowiedziach: %		
Charakterystyka statystyczna	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Ilość uwzględnionych odpowiedzi:	40	40	40	40
Test Shapiro Wilka:	pozytywny	negatywny	pozytywny	pozytywny
Test unimodalności:	pozytywny	pozytywny	pozytywny	pozytywny
Średnia:	9,094	15,344	22,031	32,5
Odchylenie standardowe:	6,566	8,879	10,105	15,584
Mediana:	5	12,5	20	27,5
1. Kwartyl (q1):	3	5	10	20

3. Kwartyl (q3):	15	20	35	50
q3/q1:	5	4	3,5	2,5
q3-q1:	12	15	25	30
Obliczenia z uwzględnieniem współczynników wiarygodności respondentów:				
Średnia:	9,838	17	25,069	36,733
Odchylenie standardowe:	6,774	9,083	10,144	16,045
Mediana:	10	15	20	40
1. Kwartyl (q1):	5	10	15	20
3. Kwartyl (q3):	20	30	35	55
q3/q1:	4	3	2,33	2,75
q3-q1:	15	20	20	35



Rys. 12.84. Ilustracja wyników dla pytania 13.11c. Na osi pionowej oznaczono skumulowane prawdopodobieństwo (w %), że w każdym z horyzontów prognozy w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagania kreatywnych decyzji, do końca okresu oznaczonego na osi poziomej prawej. Na lewej osi poziomej zaznaczono kolejne kwintyle i medianę (2.kwartyl). Obliczenia bez uwzględnienia współczynników wiarygodności respondentów

Większość ekspertów była sceptycznie nastawiona do tego, że w systemach wspomagających kreatywność zastosowane zostaną interfejsy neurokognitywne, w szczególności w systemach wspomagających ogólną działalność twórczą (nauka, sztuka).

Przykładowe komentarze ekspertów:

„Wspomaganie działalności twórczej przez interfejsy kognitywne jest trudniejsze niż w przypadku opisanym w pytaniu 13.11a. Działalność twórcza bazuje głównie na wyobraźni człowieka i jego talencie."

„Tego typu zastosowania zależą od rodzaju działalności twórczej. W niektórych dziedzinach powiązanych ze sztuką ciężko sobie wyobrazić zastosowanie interfejsów neurokognitywnych, ale we wspomaganiu nauki jest to możliwe."

12.6. Teza 14. Pojawią się nowe technologie, trendy, zdarzenia i nowe zjawiska społeczne, które będą mieć znaczący wpływ na trendy opisane w pytaniach szczegółowych poprzednich tez

W wyjaśnieniu do Tezy 14 zamieszczono następujące przykłady zdarzeń mogących wywołać nieoczekiwane zmiany trendów:

- Odkrycia naukowe o małym prawdopodobieństwie i dużym wpływie na trendy i scenariusze rozwoju ICT (np. prosty w budowie komputer kwantowy)
- Fenomeny biologiczne, ekonomiczne i społeczne o małym i średnim prawdopodobieństwie (powstanie nowych powszechnych filozofii i poglądów, które zaprzeczają tezie, że używanie technologii informacyjnych lub długoterminowa ekspozycja na oddziaływanie słabego pola elektromagnetycznego może powodować zaburzenia psychiczne,...)
- Polityczne oraz naturalne zjawiska o średnim i wysokim prawdopodobieństwie (konflikty militarne, katastrofy naturalne i antropogeniczne,...).

W rundzie I badania respondenci odpowiadali na następujące pytanie.

Pytanie 14.1. Proszę podać opis zjawisk, a następnie określić dystrybuantę (sumaryczne prawdopodobieństwo) ich wystąpienia w kolejnych okresach (maks. 10 zjawisk)

Tab. 12.90. Przykładowe odpowiedzi na pytanie 14.1

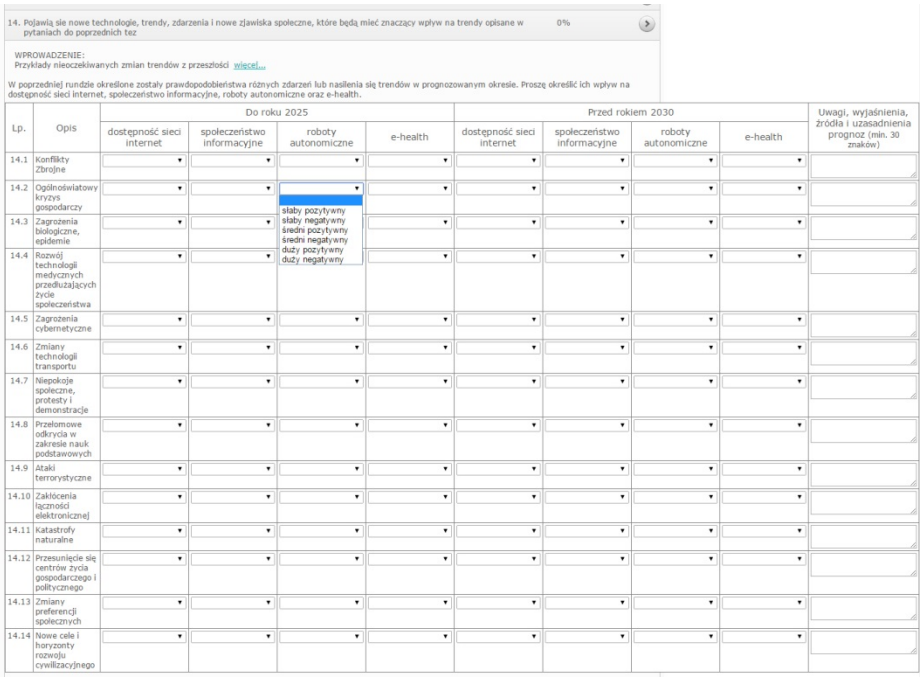
Opis	Stan w roku 2015	Stan w roku 2020	Stan w roku 2025	Dalszy rozwój do roku 2030
Konflikt międzynarodowy na szerszą skalę	10%	10%	15%	15%
Wybuch epidemii nowego schorzenia	3%	5%	10%	15%

Tab. 12.91. Zestawienie wszystkich odpowiedzi na pytanie 14.1

Opis zdarzenia lub zagrożenia	Liczba odpowiedzi wskazujących to zdarzenie lub zagrożenie	Szczegółowe określenia w odpowiedziach ekspertów
Konflikty zbrojne	7	a) zbrojny konflikt światowy, b) konflikt nuklearny Izrael-Pakistan, c) eskalacja obecnych konfliktów militarnych (Korea, Bliski Wschód)
Ogólnoświatowy kryzys gospodarczy	5	a) globalny kryzys gospodarczy, b) kryzys ekonomiczny, c) destabilizacja światowych rynków finansowych
Zagrożenia biologiczne, epidemie	5	a) pandemia; b) wysokie skażenie powietrza powodujące epidemię chorób grzybicznych układu oddechowego, c) pandemia zmutowanych wirusów grypy, d) inne, regularnie się powtarzające epidemie, e) wzrost występowania chorób psychicznych
Rozwój technologii medycznych przedłużających życie społeczeństwa	4	a) wynalezienie skutecznego lekarstwa na raka, b) odkrycie lekarstw/sposobów leczenia niektórych typów raka, c) znaczne opóźnienie starzenia jako rezultat nowych odkryć,
Zagrożenie cybernetyczne	4	a) hacking, b) cybernetyczne ataki, wycelowane w rządy i ich badania c) atak na jedno z wielkich państw z wykorzystaniem paraliżu elektronicznego, d) podskórne wszczepianie układów mikroprocesorowych służących do identyfikacji ludności
Zmiany technologii transportu	4	a) profesjonalne systemy prowadzące samochody bez udziału ludzi (autopilot) b) opracowanie taniego substytutu ropy naftowej dla transportu c) "ogniwa wodorowe" w silnikach samochodów, d) znaczne wyczerpanie surowców nieodnawialnych
Protesty i demonstracje	4	a) protesty społeczne, b) konflikty na tle narodowościowym z imigrantami w dobrze rozwiniętych państwach c) zagrożenia społeczne – spadek przyrostu naturalnego
Przełomowe odkrycia w zakresie nauk podstawowych	4	a) odkrycia związane z LHC, b) powstanie tranzystora balistycznego c) powstanie komputera modułowego opartego o logikę kwantową, d) odkrycie nowych źródeł energii
Ataki terrorystyczne	3	a) ataki terrorystyczne z użyciem tzw. „brudnej bomby”
Zakłócenia łączności elektronicznej	3	a) awaria sieci, b) paraliż Internetu w skali globalnej
Katastrofy naturalne	3	a) zalewanie dużych terenów nadmorskich z powodu globalnego ocieplenia, b) zderzenie asteroidy z Ziemią, c) wybuch superwulkanu
Przesunięcie się centrów życia gospodarczego i politycznego	3	a) intensywne bogacenie się krajów azjatyckich, b) dominacja Chin w gospodarce światowej, c) dezintegracja Unii Europejskiej
Zmiany preferencji społecznych	2	a) ruchy społeczne sprzeciwiające się dalszej informatyzacji (ochrona danych osobowych) b) rozczarowanie społeczeństwa nowoczesnymi technologiami, Internetem i urządzeniami mobilnymi
Nowe cele i horyzonty rozwoju cywilizacyjnego	2	a) kolonizacja Księżyca, b) odkrycie pozaziemskiej cywilizacji, c) upowszechnienie ideologii lub religii definiującej nowe cele rozwojowe ludzkości

Na podstawie zestawienia w tabeli 12.91 w drugiej rundzie ankiety delfickiej pytanie 14.1 zostało przeredagowane w celu skupienia uwagi respondentów na kilku najważniejszych zagadnieniach. Pytanie 14.1 w rundzie II wyglądało następująco:

Pytanie 14.1 (runda II) W poprzedniej rundzie określone zostały prawdopodobieństwa różnych zdarzeń lub nasilenia się trendów w prognozowanym okresie. Proszę określić ich wpływ na dostępność sieci Internet, społeczeństwo informacyjne, roboty autonomiczne oraz e-health



Rys. 12.85. Zrzut z ekranu formularza pytania nr 14.1 z drugiej rundy ankiety delfickiej.

Uczestnicy rundy II z reguły podtrzymywali lub nieznacznie modyfikowali swoje odpowiedzi udzielone w rundzie I, co oznacza, że swoje wcześniejsze wypowiedzi opierali głównie na już ugruntowanych poglądach.

Analiza statystyczna odpowiedzi obejmowała m.in. testy unimodalności (Hartigan i Hartigan, 1985) i normalności rozkładu (Shapiro i Wilka, 1965). Odpowiedzi jakościowe respondentów udzielane były zgodnie z skalami Likerta (1932) dobieranymi indywidualnie do pytań. W rozdziale podaliśmy również wybrane za podstawie reprezentatywności, trafności lub oryginalności uwagi i komentarze ekspertów. Niektóre z nich zostały zredagowane po względem stylistycznym, przy zachowaniu pierwotnego sensu wypowiedzi. Ogólna metodyka badania opierała się

na wcześniejszych raportach technicznych projektu (Skulimowski i in., 2010), a także np. na Rowe, Wright (1999), Walden, P., Carlsson, Liu (2000). (2012).

Wnioski z badania w zakresie tezy 11 dotyczącej m.in. trendów rozwojowych systemów eksperckich w kierunku tzw. Globalnych Systemów Eksperckich (GSE, por. Rozdz. 7) zostały zaakceptowane do prezentacji na prestiżowej konferencji ICAISC 2013 i do publikacji w materiałach tej konferencji (Skulimowski, 2013).

Bibliografia Rozdziału 12

1. Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. Archives of Psychology 140, 1-55.
2. Rowe, G., Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. International Journal of Forecasting 15(4) 353-375.
3. Shapiro, S.S., Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika 52 (3–4) 591–611, doi:10.1093/biomet/52.3-4.591.
4. Skulimowski, A.M.J. (2013). Universal intelligence, creativity, and trust in emerging global expert systems. W: L. Rutkowski et al. (red.), Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing, Zakopane, June 2013, Part II, Springer, Berlin–Heidelberg, Lecture Notes in Artificial Intelligence 8195 (zaakceptowane do druku).
5. Walden, P., Carlsson, C., Liu, S. (2000). Industry foresight with intelligent agents. Human Systems Management 19(3), 169-180.

Streszczenie. Niniejszy rozdział jest kontynuacją rozdziału poprzedniego obejmującego analizę odpowiedzi na pytania delfickie Działu II ankiety, Dział ten dotyczył zagadnień badanych w ramach zadań 4 i 5 projektu SCETIST. Rozdział 12 zawiera zbiór rezultatów – głownie ilościowych, lecz także i jakościowych tez 9-14 badania delfickiego, które dotyczącą tematyki systemów neurokognitywnych i wizyjnych, e-zdrowia i kreatywności. Zakres ten odpowiada głównie tematyce Zadania 5. Oprócz analizy statystycznej odpowiedzi, zamieszczony został również wybór komentarzy i informacji o charakterze jakościowym przekazanych przez respondentów.

Słowa kluczowe: Badanie delfickie online, Ankieta wielorundowa, Scenariusze technologiczne, Foresight zaawansowanych technologii informatycznych, Analiza statystyczna.

Ochrona patentowa technologii społeczeństwa informacyjnego – analiza porównawcza do roku 2025

13

Rafał Wisła

13.1. **Wprowadzenie**

Celem rozdziału jest identyfikacja międzynarodowego zróżnicowania ochrony własności przemysłowej wybranych materialnych komponentów społeczeństwa informacyjnego, oraz próba określenia kierunków dalszego rozwoju tych obszarów do roku 2025. Główną metodą wykorzystywaną w realizacji tak określonego celu badawczego są opisowe analizy międzynarodowego zróżnicowania wybranych charakterystyk. Zmiennymi zakwalifikowanymi do opisu zjawiska są zgłoszenia patentowe w trybie patentu europejskiego w obszarach: komputerów i urządzeń peryferyjnych (COM), elektronicznego sprzętu powszechnego użytku (COE), oraz sprzętu telekomunikacyjnego (TEL).

Wnioskowanie jest prowadzone z wykorzystaniem wymienionych charakterystyk gromadzonych i udostępnianych przez Europejski Urząd Statystyczny. Zakres przestrzenny analizy obejmuje 45 najbardziej uprzemysłowionych krajów świata, zakres czasowy lata 2000-2009.

W rozdziale omawia się syntetycznie pojęcia sektora ICT oraz europejskiego trybu zgłoszenia patentowego, przeprowadza się analizy opisowe oraz analizy σ-konwergencji przedmiotowych zmiennych wraz z wyprowadzaniem wniosków cząstkowych i uogólniających.

13.2. **Materialna baza społeczeństwa informacyjnego**

Sektor technologii informacyjnych i komunikacyjnych (*Information and communication technologies*, ICT) obejmuje podmioty, których głównym przedmiotem działalności jest wytwarzanie technicznych rozwiązań pozwalających na elektroniczne rejestrowanie, przetwarzanie, transmitowanie, odtwarzanie oraz wyświetlanie informacji (Główny Urząd Statystyczny, 2010, Isic, 2011). Szczególna rola ICT w rozwoju społeczeństwa informacyjnego polega na tym, że technologie informacyjne:

- wpływają na rozwój niemal wszystkich sfer aktywności społecznej i gospodarczej człowieka,
- usprawniają system monitoringu procesów realizowanych w organizacjach różnego rodzaju,
- umożliwiają generowanie, przechowywanie, przetwarzanie, udostępnianie i przekazywanie informacji w dowolnej postaci.

Międzynarodowe i krajowe klasyfikacje gospodarcze (Isic, 2011; Dz. U. z 2008 r. nr 207, poz. 1293; L:2006:393) jak również organizacje międzynarodowe (OECD, 2009, Johnson, 2002, strona internetowa Eurostat, dostęp 03’2013) przy opisie społeczeństwa informacyjnego podkreślają znaczenie sektora ICT, a w szczególności jego produkty, tj.:

- komputery, i inne maszyny do automatycznego przetwarzania danych,
- elektroniczny sprzęt powszechnego użytku,

- sprzęt telekomunikacyjny.

Dystynktywną cechą przedsiębiorstw sektora ICT jest wysoki udział nakładów na działalność badawczo-rozwojową (B+R) oraz istotny odsetek rezultatów tej działalności, które przechodzą w fazę gospodarczej eksploatacji (OECD, 2009, Vickery; Wunsch-Vincent, 2009).

Prawidłowość ta jest uwzględniana w modelowaniu społeczeństwa informacyjnego, czy też technologicznych trendów rozwojowych (Skulimowski, 2011). Sektory ICT i B+R stanowią również podstawowe podsystemy 8-elementowego modelu społeczeństwa informacyjnego przyjętego jako podstawa modelowania w projekcie SCETIST (Skulimowski, 2012; Rozdz.1 niniejszej książki).

W przestrzeni między pracami B+R a innowacjami (tj. gospodarczo-eksploatowanymi – ulepszonymi lub nowymi rozwiązaniami: technicznymi, procesowymi, organizacyjnymi), szczególnie w branżach zaliczanych do ICT jest obserwowana intensywna „produkcja" przemysłowej własności intelektualnej (patentów) (USPTO, 2011).

Od co najmniej dwóch dekad przedsiębiorstwa zaliczane do sektora ICT wykazują rosnącą tendencję wzmocnionej ochrony wytworów swojej działalności. W 2010 roku największą liczbę patentów w postępowaniu przed Urzędem Patentowym Stanów Zjednoczonych (*United States Patent and Trademark Office***,** USPTO) uzyskały: International Business Machines Corporation (IBM, *5866* patentów), Samsung Electronics Co., Ltd. (*4518*), Microsoft Co. (*3086*), Canon Kabushiki Kaisha (*2551*), Panasonic Co. (*2443*), Toshiba Corporation (*2212*), Sony Co. (*2130*). Kolejne miejsca w tym ranking zajmują również przedsiębiorstwa branż ICT. Tendencja ta jest utrzymywana od wielu lat, czego dowodem jest m.in. IBM, który od *18* lat uzyskuje największą liczbę patentów w trybie USPTO.

Prawa ochronne w postaci patentów są rezultatem prowadzonych prac badawczo-rozwojowych, ale są również wynikiem zdolności i motywacji zespołów ich realizujących oraz ustawicznego poszukiwania lepszego wykorzystania ograniczonych zasobów. Ważną zaletą patentów oraz zbiorów informacji o nich (baz danych) jest ich dostępność w długim okresie (liczonym nawet w dziesiątkach lat). Daje to istotne możliwości ich wykorzystania w badaniach naukowych. Pozwalają one opisywać m.in.: kierunki i tendencje działalności badawczo-rozwojowej (przedsiębiorstw, branż gospodarki); rodzaje nowych rozwiązań technicznych mających znamiona potencjalnych innowacji; kompetencje technologiczne; źródła innowacji; czy tempo i kierunki rozprzestrzeniania się wiedzy.

Aplikacje patentowe są wykorzystywane w procesie badawczym od wielu lat (Griliches, 1990, Jaffe i in., 2008, Johnson, 2002, Lanjouw i in., 1998, Popp, 2005, Wisła i in., 2012). W pracach je wykorzystujących jest podkreślana ścisła współzależność między działalnością B+R, patentami, oraz ich wpływem na stymulowanie kolejnych prac B+R. Niniejszy artykuł dotyka nurtu badań nad możliwościami wykorzystania statystyki patentów w badaniach ekonomicznych, w tym rozwoju społeczeństwa informacyjnego. Jest próbą identyfikacji prawidłowości w rozwoju określonych dziedzin techniki i branż zaliczanych do ICT w 45 najbardziej uprzemysłowionych krajach świata.

13.3. **Aplikacje patentowe w trybie patentu europejskiego**

Patent – to prawo wyłącznego korzystania z określonego wynalazku. Patent udzielany jest – bez względu na dziedzinę techniki – na wynalazki, które są: nowe[14], posiadają poziom wynalazczy[15], nadają się do przemysłowego zastosowania[16]. Patent uważany jest za jedno z „najmocniejszych" praw własności intelektualnej. Jest prawem formalnym udzielanym na drodze administracyjnej przez krajowy lub regionalny urząd patentowy (Ożegalska-Trybalska, 2009).

W zależności od zakresu terytorialnego, na jakim będzie chroniony wynalazek, prawo ochronne uzyskiwane może być w następujący sposób:

- w trybie krajowym, na podstawie zgłoszenia wynalazku w krajowym urzędzie patentowym, po formalnym sprawdzeniu prawidłowości zgłoszenia oraz po wniesieniu stosownych opłat administracyjnych; patent udzielony w trybie krajowym (patent krajowy) rozciąga się jedynie na dane terytorium (jednego państwa) objęte ochroną;
- w trybie patentu europejskiego, na podstawie jednego zgłoszenia w Europejskim Urzędzie Patentowym na podstawie przepisów Konwencji o udzielaniu patentów europejskich; po udzieleniu patentu patent europejski chroni wynalazek w krajach wskazanych w zgłoszeniu (stanowi wiązkę patentów krajowych);
- w trybie traktatu o współpracy patentowej (PCT), na podstawie jednego zgłoszenia „międzynarodowego" złożonego w: krajowym urzędzie patentowym, w Europejskim Urzędzie Patentowym lub bezpośrednio w Biurze Międzynarodowym Światowej Organizacji Własności Intelektualnej.

W prowadzonej dalej opisowej analizie konwergencji wykorzystuje się zbiory danych aplikacji patentowych gromadzonych w trybie patentu europejskiego (EPO).

13.3.1. Komputery i urządzenia peryferyjne (COM)

Tab. 13.1. prezentuje ranking 45 krajów w obszarze komputerów (i innych urządzeń do automatycznego przetwarzania danych) wg. kryterium wartości średniej

---

[14] Nowość wynalazku jest oceniana w skali światowej. Cecha nowości wynalazku jest rozumiana w ten sposób, że wynalazek (rozwiązanie techniczne) uważa się za nowy, jeśli nie jest częścią stanu techniki. Stanem techniki jest wszystko to, co przed datą, według której oznacza się pierwszeństwo do uzyskania patentu, zostało udostępnione do wiadomości powszechnej w jakiejkolwiek sposób, w tym: w formie pisemnego lub ustnego opisu, przez stosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób.

[15] Wynalazek posiada poziom wynalazczy, jeżeli wynalazek ten nie wynika dla znawcy, w sposób oczywisty, ze stanu techniki.

[16] Wynalazek nadaje się do przemysłowego stosowania, jeżeli może być wykorzystywany w jakiejkolwiek działalności przemysłowej, nie wykluczając rolnictwa.

arytmetycznej nieważonej liczonej z rozkładu aplikacji patentowych (w trybie EPO) w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców z okresu 2000-2009.

Tab. 13.1. Ranking intensywności zgłoszeń patentowych w trybie EPO w obszarze komputerów (2000-2009)

L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)	L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)	L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)
1	Finlandia	38,69	16	Singapur	10,73	31	Węgry	0,86
2	Holandia	34,51	17	Dania	10,58	32	Litwa	0,84
3	Izrael	31,95	18	Belgia	10,54	33	Czechy	0,74
4	Japonia	29,53	19	Irlandia	9,68	34	Grecja	0,47
5	Szwajcaria	27,78	20	Norwegia	7,64	35	Portugalia	0,43
6	Szwecja	25,49	21	Australia	7,41	36	Słowacja	0,42
7	Niemcy	19,08	22	Tajwan	5,32	37	Chorwacja	0,36
8	USA	17,40	23	Włochy	4,08	38	Bułgaria	0,35
9	Korea Płd.	14,99	24	Nowa Zelandia	3,52	39	**Polska**	**0,23**
10	Francja	12,69	25	Słowenia	2,57	40	Rumunia	0,21
11	Kanada	12,65	26	Malta	2,53	41	Rosja	0,15
12	Austria	12,35	27	Estonia	1,79	42	Turcja	0,14
13	W. Brytania	11,72	28	Hiszpania	1,62	43	Chiny	0,12
14	Islandia	11,69	29	Cypr	1,58	44	Indie	0,05
15	Luksemburg	11,39	30	Łotwa	1,03	45	Meksyk	0,03

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat (*ICT patent applications to the EPO by priority year at the national level*, data odczytu: 2013-03-15).

Analiza danych zamieszczonych w Tab. 13.1. pozwala wyciągnąć trzy dość jasne wnioski:

- zdecydowanie najwyższą liczbą zgłoszeń patentowych z obszaru komputerów i urządzeń peryferyjnych, w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców charakteryzują się kraje: Finlandia (437% wartości średniej dla wszystkich analizowanych krajów), Holandia (390%), Izrael (361%), Japonia (334%);
- wśród krajów, znajdujących się powyżej wartości średniej, dla których jest uprawnione porównanie z Polską znajduje się tylko Irlandia (109% wartości średniej dla analizowanych krajów);
- po wyłączeniu krajów „obciążonych" demograficznie (Chiny, Indie), Polska plasuje się na 5 miejscu od końca z wartością 2,63% wartości średniej.

Tab. 13.2. zawiera grupy kwintylowe zgłoszeń patentowych w obszarze komputerów i urządzeń peryferyjnych w trzech punktach czasowych analizowanego okresu, tj. 2000, 2005 oraz 2009 r. W pierwszej grupie kwintylowej znajdują się kraje o najwyższej wartościach badanej cechy; ostatnia (piąta) grupa kwintylowa zawiera kraje o najniższej wartości cechy.

Tab. 13.2. Grupy kwintylowe zgłoszeń patentowych w obszarze komputery i urządzenia peryferyjne w latach 2000-2009

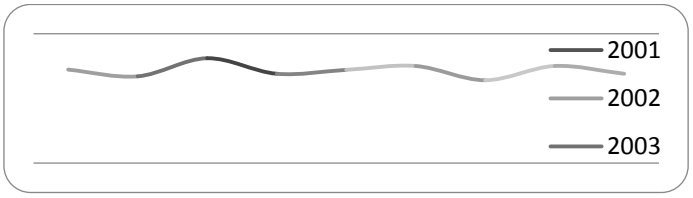
Grupa kwintylowa	Lata		
	2000	2005	2009
pierwsza	Finlandia, Holandia, Izrael, Japonia, Niemcy, Szwajcaria, Szwecja, USA, Wielka Brytania,	Finlandia, Holandia, Izrael, Japonia, Korea Płd., Niemcy, Szwajcaria, Szwecja, USA,	Finlandia, Holandia, Izrael, Japonia, Kanada, Korea Płd., Niemcy, Szwajcaria, Szwecja,
druga	Australia, Austria, Dania, Francja, Irlandia, Islandia, Luksemburg, Norwegia, Singapur,	Austria, Belgia, Dania, Francja, Irlandia, Islandia, Kanada, Singapur, Wielka Brytania,	Australia, Austria, Belgia, Dania, Francja, Singapur, Tajwan, USA, Wielka Brytania,
trzecia	Belgia, Hiszpania, Kanada, Korea Płd., Malta, Nowa Zelandia, Słowenia, Tajwan, Włochy,	Australia, Cypr, Hiszpania, Luksemburg, Malta, Norwegia, Nowa Zelandia, Tajwan, Włochy,	Cypr, Irlandia, Islandia, Luksemburg, Malta, Norwegia, Nowa Zelandia, Słowenia, Włochy,
czwarta	Bułgaria, Cypr, Republika Czeska, Estonia, Litwa, Łotwa, Rosja, Słowacja, Węgry,	Bułgaria, Republika Czeska, Estonia, Grecja, Łotwa, Portugalia, Słowacja, Słowenia, Węgry,	Republika Czeska, Estonia, Hiszpania, Litwa, Łotwa, **Polska,** Portugalia, Słowacja, Węgry,
piąta	Chiny, Chorwacja, Grecja, Indie, Meksyk, **Polska,** Portugalia, Rumunia, Turcja,	Chiny, Chorwacja, Indie, Litwa, Meksyk, **Polska,** Rosja, Rumunia, Turcja,	Bułgaria, Chiny, Chorwacja, Grecja, Indie, Meksyk, Rosja, Rumunia, Turcja,

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat (*ICT patent applications to the EPO by priority year at the national level*, data odczytu: 2013-03-15).

Z Tab. 13.2. wynika co następuje:

- we wszystkich badanych latach, w pierwszej grupie kwintylowej zgłoszeń patentowych w obszarze komputery i urządzenia peryferyjne znajdowały się następujące kraje: Finlandia, Holandia, Izrael, Japonia, Niemcy, Szwajcaria, oraz Szwecja,
- w drugiej grupie kwintylowej, w każdym z badanych lat znalazły się: Austria, Dania oraz Francja,
- w trzeciej grupie kwintylowej tylko Nowa Zelandia oraz Włochy pozostawały stabilne,
- czwarta grupa obejmowała następujący niezmienny skład: Republika Czeska, Estonia, Łotwa, Słowacja oraz Węgry,
- w przypadku ostatniej (piątej) grupy stałe pozostawały: Chiny, Chorwacja, Indie, Rumunia oraz Turcja,

- najbardziej spektakularny „przeskok" między grupami wykonała Korea Południowa – w latach 2000-2005 awans z trzeciej grupy do pierwszej; podobny awans był udziałem Kanady jednak odbyło się to w dłuższym horyzoncie (lata 2000-2009),
- z analizy Tab. 13.2. wyciągnąć można również wniosek, iż grupy kwintylowe opisujące poziom rozważanej tu charakterystyki w latach 2000-2009 nie były silnie stabilne; świadczy o tym rozkład wartości współczynnika korelacji rang Spearmana (rho) pomiędzy krajami (w obrębie badanej cechy) w roku t i t - 1, które w kolejnych latach wynosiły: 0,722; 0,667; 0,805; 0,694; 0,722; 0,750; 0,639; 0,751 oraz 0,694;



Rys. 13.1. Rozkład współczynnika korelacji rang Spearmana w okresie 2001-2009 między badanymi krajami w obszarze komputery i urządzenia peryferyjne (Źródło: opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat

- w perspektywie roku 2025 można postawić hipotezę o kontynuacji wyraźnie zauważalnych zmian w poszczególnych grupach kwintylowych, w tym wejścia Tajwanu do pierwszej grupy, oraz awansu niektórych krajów znajdujących się obecnie w czwartej grupie.

13.3.2. Elektronika konsumencka

Tab. 13.3. prezentuje ranking 45 krajów w obszarze elektronicznego sprzętu powszechnego użytku wg. kryterium wartości średniej arytmetycznej nieważonej liczonej z rozkładu aplikacji patentowych w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców z okresu 2000-2009.

Tab. 13.3. Ranking intensywności zgłoszeń patentowych w trybie EPO w obszarze elektronicznego sprzętu powszechnego użytku (2000-2009)

L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)	L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)	L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)
1	Holandia	25,15	16	Belgia	3,22	31	Łotwa	0,39
2	Japonia	17,07	17	Norwegia	3,05	32	Czechy	0,26
3	Finlandia	14,95	18	Islandia	2,77	33	Grecja	0,21
4	Korea	12,46	19	Kanada	2,61	34	Chorwacja	0,19
5	Szwajcaria	12,01	20	Malta	2,44	35	Słowacja	0,16

6	Dania	9,85	21	Estonia	1,99	36	Portugalia	0,16
7	Szwecja	9,66	22	Tajwan	1,94	37	Litwa	0,16
8	Izrael	8,91	23	Irlandia	1,88	38	Bułgaria	0,11
9	Singapur	7,41	24	Australia	1,46	39	Turcja	0,11
10	Niemcy	5,86	25	Włochy	0,83	40	**Polska**	**0,09**
11	Luksemburg	5,24	26	Cypr	0,71	41	Chiny	0,07
12	USA	4,89	27	Nowa Zelandia	0,61	42	Rumunia	0,06
13	Francja	4,72	28	Słowenia	0,58	43	Rosja	0,04
14	Austria	4,49	29	Hiszpania	0,45	44	Meksyk	0,01
15	W. Brytania	3,62	30	Węgry	0,42	45	Indie	0,01

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat (*ICT patent applications to the EPO by priority year at the national level*, data odczytu: 2013-03-15).

Tab. 13.3. pozwala wyciągnąć następujące wnioski:

- najwyższą liczbą zgłoszeń patentowych w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców wykazują następujące kraje: Holandia (653% wartości średniej dla wszystkich analizowanych krajów), Japonia (443%), Finlandia (388%), Korea Południowa (323%);
- kraje Europy Środkowej i Wschodniej (wyłączając Austrię) plasują się w granicach 63% wartości średniej (Malta), Estonia (51%); pozostałe znacznie poniżej 20% wartości średniej dla uwzględnionych krajów;
- po wyłączeniu krajów „obciążonych" demograficznie (Chiny, Indie) oraz krajów na innym etapie rozwoju (Rumunia, Meksyk), Polska plasuje się na przed ostatnim miejscu z wartością 2,33% wartości średniej.

Tab. 13.4. zawiera grupy kwintylowe zgłoszeń patentowych w obszarze elektroniki konsumenckiej w trzech punktach czasowych badanego okresu, tj. w 2000, 2005 oraz 2009 r.

Tab. 13.4. Grupy kwintylowe zgłoszeń patentowych w obszarze elektroniki konsumenckiej w latach 2000-2009

Grupa kwintylowa	Lata		
	2000	2005	2009
pierwsza	Dania, Finlandia, Holandia, Izrael, Japonia, Niemcy, Szwajcaria, Szwecja, USA,	Dania, Finlandia, Holandia, Izrael, Japonia, Korea Płd., Luksemburg, Singapur, Szwajcaria,	Dania, Finlandia, Holandia, Izrael, Japonia, Korea Płd., Singapur, Szwajcaria, Szwecja,
druga	Australia, Austria, Belgia, Francja, Islandia, Korea	Austria, Belgia, Francja, Malta, Niemcy, Szwecja,	Austria, Estonia, Francja, Islandia, Kanada, Niemcy, Tajwan, USA,

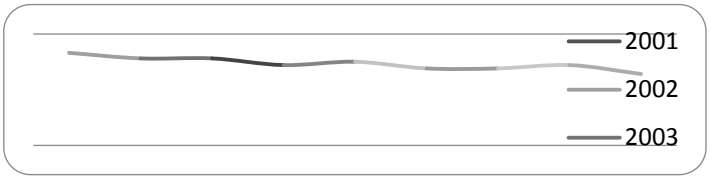
	Płd., Malta, Singapur, Wielka Brytania,	Tajwan, USA, Wielka Brytania,	Wielka Brytania,
trzecia	Cypr, Estonia, Irlandia, Kanada, Luksemburg, Norwegia, Nowa Zelandia, Tajwan, Włochy,	Australia, Estonia, Irlandia, Islandia, Kanada, Łotwa, Norwegia, Słowenia, Włochy,	Australia, Belgia, Cypr, Republika Czeska, Irlandia, Luksemburg, Łotwa, Malta, Norwegia,
czwarta	Bułgaria, Chorwacja, Grecja, Hiszpania, Litwa, Łotwa, Portugalia, Słowenia, Węgry,	Chorwacja, Cypr, Republika Czeska, Grecja, Hiszpania, Litwa, Nowa Zelandia, Polska, Portugalia,	Chorwacja, Hiszpania, Litwa, Nowa Zelandia, Portugalia, Słowacja, Słowenia, Turcja, Włochy,
piąta	Chiny, Republika Czeska, Indie, Meksyk, Polska, Rosja, Rumunia, Słowacja, Turcja,	Bułgaria, Chiny, Indie, Meksyk, Rosja, Rumunia, Słowacja, Turcja, Węgry,	Bułgaria, Chiny, Grecja, Indie, Meksyk, Polska, Rosja, Rumunia, Węgry,

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat (*ICT patent applications to the EPO by priority year at the national level*, data odczytu: 2013-03-15).

Z Tab. 13.4. wynika co następuje:

- we wszystkich badanych latach, w pierwszej grupie kwintylowej zgłoszeń patentowych w obszarze elektronika konsumencka znajdowały się następujące kraje: Dania, Finlandia, Holandia, Izrael, oraz Japonia,
- w drugiej grupie kwintylowej, stabilne pozostawały: Austria, Francja, oraz Wielka Brytania,
- w trzeciej grupie kwintylowej były to Irlandia oraz Norwegia,
- czwarta grupa obejmowała następujący niezmienny skład: Chorwacja, Hiszpania, Litwa oraz Portugalia,
- w przypadku ostatniej (piątej) grupy stałe pozostawały: Chiny, Indie, Meksyk, Rosja oraz Rumunia,
- w przypadku Republiki Czeskiej należy odnotować wyraźny awans (przejście z piątej grupy kwintylowej w 2000 roku do grupy trzeciej w 2009 roku); należy również podkreślić awans Estonii oraz Islandii (w 2009 roku – druga grupa kwintylowa);
- z analizy Tab. 13.4. wyciągnąć można również wniosek, iż grupy kwintylowe opisujące poziom rozważanej tu charakterystyki w latach 2000-2009 były średnio stabilne; świadczy o tym rozkład wartości współczynnika korelacji rang Spearmana pomiędzy krajami (w obrębie badanej cechy)

w roku *t* i *t - 1*, które w kolejnych latach wynosiły: 0,833; 0,778; 0,778; 0,722; 0,751; 0,694; 0,695; 0,722 oraz 0,639;



Rys. 13.2. Rozkład współczynnika korelacji rang Spearmana w okresie 2001-2009 między badanymi krajami w obszarze elektroniki konsumenckiej (Źródło: opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat)

- w perspektywie roku 2025 można postawić hipotezę o dalszej kontynuacji istotnie zauważalnych zmian w poszczególnych grupach kwintylowych, szczególnie w obrębie grupy pierwszej oraz drugiej.

13.3.3. Sprzęt telekomunikacyjny

Tab. 13.5. prezentuje ranking 45 krajów w obszarze sprzętu telekomunikacyjnego wg. kryterium wartości średniej arytmetycznej nieważonej liczonej z rozkładu aplikacji patentowych w przeliczeniu na 1 mln mieszkańców z okresu 2000-2009.

Tab. 13.5. Ranking intensywności zgłoszeń patentowych w trybie EPO w obszarze sprzętu telekomunikacyjnego (2000-2009)

L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)	L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)	L.p.	Kraj	Wartość średnia (2000-2009)
1	Finlandia	79,64	16	Luksemburg	8,54	31	Portugalia	0,91
2	Szwecja	44,60	17	Irlandia	7,15	32	Grecja	0,61
3	Izrael	23,33	18	Singapur	6,48	33	Czechy	0,49
4	Holandia	20,64	19	Norwegia	5,48	34	Łotwa	0,49
5	Szwajcaria	17,21	20	Islandia	5,24	35	Słowacja	0,37
6	Niemcy	16,88	21	Australia	3,52	36	Chiny	0,37
7	Japonia	16,51	22	Tajwan	3,49	37	Chorwacja	0,36
8	Korea	15,15	23	Włochy	3,34	38	Bułgaria	0,31
9	Kanada	13,22	24	Estonia	3,10	39	Litwa	0,23
10	Francja	13,14	25	Nowa Zelandia	2,28	40	**Polska**	**0,19**
11	USA	12,17	26	Węgry	1,97	41	Rumunia	0,16
12	Dania	11,48	27	Malta	1,84	42	Rosja	0,13
13	W. Brytania	9,35	28	Cypr	1,71	43	Turcja	0,05
14	Belgia	9,14	29	Hiszpania	1,67	44	Indie	0,03
15	Austria	8,81	30	Słowenia	1,60	45	Meksyk	0,01

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat (*ICT patent applications to the EPO by priority year at the national level*, data odczytu: 2013-03-15).

Analiza danych z Tab. 13.5. pozwala wyciągnąć następujące wnioski:

- najwyższą liczbą zgłoszeń patentowych w przeliczeniu na *1* mln mieszkańców wykazują następujące kraje: Finlandia (*959*% wartości średniej dla wszystkich analizowanych krajów), Szwecja (*537*%), Izrael (*281*%), Holandia (*248*%);
- *29* krajów sytuuje się poniżej wartości średniej (wartość średnia to - *8,3* zgłoszeń patentowych na 1 mln mieszkańców);
- kraje Europy Środkowej i Wschodniej (wyłączając Austrię) plasują się w granicach *37*% wartości średniej (Estonia), Węgry, Malta (ok. *23*%); pozostałe poniżej *20*% wartości średniej dla badanych krajów;
- po wyłączeniu krajów „obciążonych" demograficznie (Chiny, Indie) oraz krajów na innym etapie rozwoju (Rumunia, Meksyk), Polska plasuje się na przed ostatnim miejscu z wartością *2,35*% wartości średniej (podobnie jak miało to miejsce w przypadku elektroniki konsumenckiej).

Tab. 13.6. zawiera grupy kwintylowe zgłoszeń patentowych w obszarze sprzętu telekomunikacyjnego w trzech punktach czasowych badanego okresu, tj. 2000, 2005 oraz 2009 r.

Tab. 13.6. Grupy kwintylowe zgłoszeń patentowych w obszarze sprzętu telekomunikacyjnego w latach 2000-2009

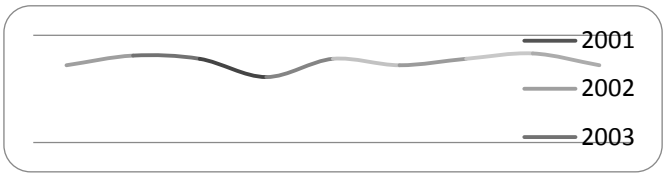
Grupa kwintylowa	Lata		
	2000	2005	2009
pierwsza	Finlandia, Holandia, Islandia, Izrael, Japonia, Niemcy, Szwajcaria, Szwecja, USA	Finlandia, Francja, Izrael, Japonia, Kanada, Korea Płd., Niemcy, Szwajcaria, Szwecja	Finlandia, Francja, Holandia, Izrael, Japonia, Kanada, Korea Płd., Niemcy, Szwecja
druga	Austria, Belgia, Dania, Francja, Irlandia, , Kanada, Korea Płd., Norwegia, Wielka Brytania,	Austria, Belgia, Dania, Holandia, Luksemburg, USA, Norwegia, Singapur, Wielka Brytania,	Austria, Belgia, Dania, Estonia, Irlandia, Szwajcaria, USA, Tajwan, Wielka Brytania,
trzecia	Australia, Estonia, Hiszpania, Luksemburg, Malta, Nowa Zelandia, Singapur, Węgry, Włochy,	Australia, Hiszpania, Irlandia, Islandia, Malta, Portugalia, Tajwan, Węgry, Włochy,	Australia, Cypr, Hiszpania, Islandia, Luksemburg, Norwegia, Singapur, Węgry, Włochy,
czwarta	Tajwan, Cypr, Portugalia, Bułgaria, Republika Czeska, Grecja, Łotwa, Rosja, Słowenia,	Estonia, Cypr, Litwa, Łotwa, Nowa Zelandia, Chiny, Republika Czeska, Grecja, Słowenia	Bułgaria, Malta, Łotwa, Nowa Zelandia, Portugalia, Chiny, **Polska**, Rumunia, Słowenia,
piąta	Chiny, Chorwacja, Indie, Litwa, Meksyk, **Polska**, Rumunia,	Bułgaria, Chorwacja, Indie, Meksyk, **Polska**, Rosja, Rumunia,	Chorwacja, Republika Czeska, Grecja, Indie, Litwa, Meksyk, Rosja,

	Słowacja, Turcja,	Słowacja, Turcja,	Słowacja, Turcja,

Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat (*ICT patent applications to the EPO by priority year at the national level*, data odczytu: 2013-03-15).

Z Tab. 13.6. wynika co następuje:

- w analizowanych punktach czasowych, w pierwszej grupie kwintylowej zgłoszeń patentowych w obszarze sprzęt telekomunikacyjny znajdowały się konsekwentnie: Finlandia, Izrael, Japonia, Niemcy, oraz Szwecja,
- druga grupa kwintylowa konsekwentnie składała się z: Austrii, Belgii, Danii, oraz Wielkiej Brytanii,
- w trzeciej grupie kwintylowej były to Australia, Hiszpania, Węgry oraz Włochy,
- czwarta grupa obejmowała następujący niezmienny skład: Łotwa, oraz Słowenia,
- w przypadku ostatniej (piątej) grupy stałe konsekwentnie pozostawały: Chiny, Chorwacja, Słowacja, oraz Turcja,
- w przypadku Tajwanu, po raz kolejny, należy zauważyć dynamiczny awans (przejście z czwartej grupy kwintylowej w 2000 roku do grupy drugiej w 2009 roku); należy również podkreślić zastanawiający spadek Islandii (w 2000 roku – pierwsza grupa kwintylowa; w 2005 oraz 2009 – grupa trzecia);
- z analizy Tab. 13.6. wyciągnąć można również wniosek, iż grupy kwintylowe opisujące poziom rozważanej tu charakterystyki w latach 2000-2009 były średnio-wysoko stabilne; świadczy o tym rozkład wartości współczynnika korelacji rang Spearmana pomiędzy krajami (w obrębie badanej cechy) w roku t i t - 1, które w kolejnych latach wynosiły: 0,722; 0,806; 0,778; 0,611; 0,778; 0,722; 0,778; 0,833 oraz 0,722;



Rys. 13.3. Rozkład współczynnika korelacji rang Spearmana w okresie 2001-2009 między badanymi krajami w obszarze sprzętu telekomunikacyjnego (Źródło: opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat)

- w perspektywie roku 2025 można postawić hipotezę o dalszym względnym utrzymaniu pozycji krajów w rankingu, tj. pozostawania w obrębie grup kwintylowych z 2009 roku z możliwością przesunięcia o co najwyżej jedną grupę.

13.4. **Wyniki analizy konwergencji/dywergencji**

W punktach 13.3.1-13.3.3 przedstawione zostały wybrane opisowe analizy międzynarodowego zróżnicowania 3 typowych charakterystyk społeczeństwa informacyjnego. W Tab. 13.7. zestawiono wskaźniki pozwalające na porównanie stopnia międzynarodowego zróżnicowania badanych zmiennych. Wskaźnikami tymi są relacja maksymalnej do minimalnej średniej wartości rozważanych zmiennych z okresu 2000-2009, współczynnik zmienności oparty na odchyleniu standardowym (tj. iloraz odchylenia standardowego i nieważonej średniej arytmetycznej), współczynnik zmienności oparty na odchyleniu przeciętnym (czyli relacja odchylenia przeciętnego do nieważonej średniej) i współczynnik zmienności oparty na odchyleniu ćwiartkowym (a więc iloraz odchylenia ćwiartkowego i mediany). Im wyższą wartość przyjmują ww. wskaźniki, tym wyższym międzynarodowym zróżnicowaniem charakteryzowały się odpowiadające im charakterystyki społeczeństwa informacyjnego.

Pojęcie konwergencji w badaniach ekonomicznych oznacza proces wyrównywania się wartości analizowanych zmiennych ekonomicznych pomiędzy krajami charakteryzującymi się różnymi wyjściowymi wartościami tych zmiennych. Analizy konwergencji pozwalają udzielić odpowiedzi na pytanie, czy kraje różniące się wyjściowym poziomem określonych charakterystyk zbliżają się do siebie pod względem wielkości tych zmiennych, czy też oddalają się od siebie. Nadrabianie dystansu do liderów gospodarczych oznacza proces konwergencji, z kolei oddalanie określane jest jako dywergencja.

Tab. 13.7. Wybrane wskaźniki międzynarodowego zróżnicowania materialnych komponentów społeczeństwa informacyjnego

Wskaźnik zróżnicowania	Charakterystyki społeczeństwa informacyjnego		
	Komputery i urządzenia peryferyjne	Elektronika konsumencka	Sprzęt telekomunikacyjny
max/min	38,658	25,144	79,628
V_S	1,254	1,513	1,736
V_d	0,967	1,051	1,031
V_Q	1,599	1,927	1,934

gdzie:

V_S – współczynnik zmienności oparty na odchyleniu standardowym,

V_d – współczynnik zmienności oparty na odchyleniu przeciętnym,

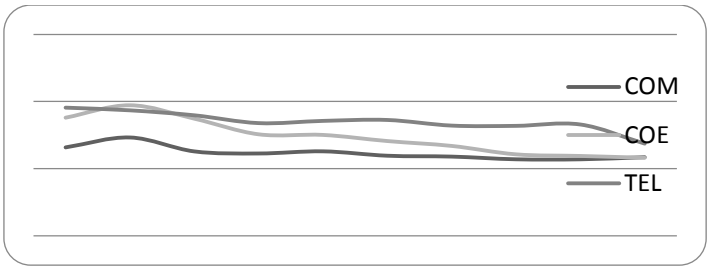
V_Q – współczynnik zmienności oparty na odchyleniu ćwiartkowym. Źródło: Opracowanie własne w oparciu o dane Eurostat (*ICT patent applications to the EPO by priority year at the national level, data odczytu*: 2013-03-15).

Z zestawionych w powyższej tabeli wskaźników dyspersji można wyprowadzić wniosek o najwyższym zróżnicowaniu zgłoszeń patentowych w trybie EPO dla sprzętu telekomunikacyjnego.

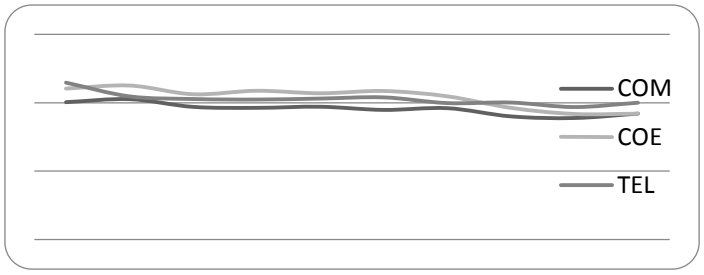
W literaturze przedmiotu występują dwie techniczne miary konwergencji: σ-konwergencja oraz β-konwergencja (Gajewski, 2007, Malaga, Kliber, 2007,

Wojtyna, 1995, Wójcik, 2008). W prowadzonym dalej wnioskowaniu wykorzystuje się σ-konwergencja, która będzie opisywana z wykorzystaniem współczynników zmienności *(V_S, V_d, V_Q)*, które interpretuje się jako względne miary zróżnicowania. Kolejne wykresy na Rys. 13.4, Rys. 13.5. oraz Rys. 13.6. ilustrują przebieg konwergencji w badanych obszarach. Przyjmujemy następujące oznaczenia:

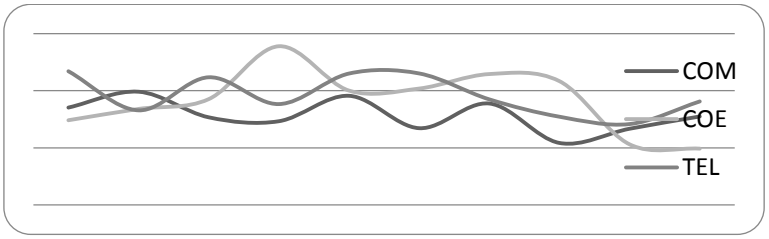
COM –komputery oraz urządzenia peryferyjne,
COE – elektronika konsumencka
TEL – sprzęt telekomunikacyjny



Rys. 13.4. Współczynnik zmienności oparty na odchyleniu standardowym badanych zmiennych w latach 2000-2009



Rys. 13.5. Współczynnik zmienności oparty na odchyleniu przeciętnym badanych zmiennych w latach 2000-2009



Rys. 13.6. Współczynnik zmienności oparty na odchyleniu ćwiartkowym badanych zmiennych w latach 2000-2009

Z powyższych wykresów można wyprowadzić następujące wnioski:

- proces międzynarodowej σ-konwergencja jest obserwowany we wszystkich komponentach, z różnym jednak nasileniem,
- wartość współczynnika zmienności VS w okresie 2000-2009 ulega zmniejszeniu we wszystkich przypadkach; dla komputerów z wartości 1,3167 w roku 2000 do 1,1704 w 2009; dla elektroniki konsumenckiej z 1,7593 do 1,1618, i dla sprzętu telekomunikacyjnego 1,9087 do 1,3727;
- w przypadku współczynnika zmienności Vd tendencja jest podobna, choć ze względu na specyfikę zastosowanej miary obserwuje się bardziej spłaszczony przebieg wartości współczynnika w czasie (zob. Wykres 13.2),
- w przypadku zastosowania współczynnika zmienności VQ, w zależności od analizowanego „okna czasowego" wnioski będą różne, jednak z generalną tendencją do zbliżania się wyników analizowanych krajów.

13.5. **Podsumowanie**

Na podstawie przedstawionej wyżej analizy danych patentowych można sformułować następujące wnioski:

1. W okresie 2000-2009, w pierwszej grupie kwintylowej w każdym z analizowanych obszarów znajdowały się następujące kraje: Finlandia, Izrael, Japonia oraz Szwecja. Wyróżnione powinny być ponadto: Holandia, oraz Niemcy.
2. W okresie 2000-2009, w ostatniej grupie kwintylowej w każdym z analizowanych obszarów znajdowały się kraje: Chiny, Indie, Rumunia. Pojawiały się również: Chorwacja, Turcja, Meksyk, Rosja, oraz Słowacja.
3. Najbardziej niestabilnymi grupami kwintylowymi były: trzecia oraz czwarta we wszystkich badanych przypadkach. Usytuowanie w rozkładzie badanych cech daje podstawę do wnioskowania o utrzymującej się zmienności składu tych grup w perspektywie 2025 roku.
4. Korea Południowa oraz Tajwan wykazywały największą dynamikę przejść z grup słabszych do mocniejszych. W perspektywie roku 2025 można zakładać utrzymanie aktualnej pozycji w rankingu. Na uwagę zasługują ponadto: Kanada oraz Republika Czeska.
5. Islandia oraz Irlandia charakteryzowały się dużymi wahaniami, tj. różnymi, dynamicznymi kierunkami przejścia (od słabszych do mocniejszych, i odwrotnie).
6. W perspektywie roku 2025 można postawić hipotezę o dalszym względnie stabilnym utrzymaniu pozycji krajów w rankingach, tj. pozostawania w obrębie grup kwintylowych z 2009 roku z możliwością przesunięcia o jedną grupę.
7. Wzmocnieniem dla wniosku z punktu 6. jest obserwowany we wszystkich komponentach materialnej bazy społeczeństwa informacyjnego proces międzynarodowej σ-konwergencji.

Bibliografia Rozdziału 13

1. Gajewski, P. (2007). Konwergencja regionalna w Polsce, praca doktorska napisana w Katedrze Makroekonomii Uniwersytetu Łódzkiego pod kierunkiem T. Tokarskiego, Łódź.
2. Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey, "Journal of Economic Literature", vol. 28, 1661–1707.
3. Guide To Measuring The Information Society, OECD. (2009).
4. Isic rev. 3 technology intensity definition. Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities, OECD Directorate for Science, Technology and Industry (2011).
5. Jaffe, A.B.; Fogarty M.S.; Banks B.A. (1998). Evidence from patents and patent citations on the impact of NASA and other federal labs on commercial innovation, "Journal of Industrial Economics" Vol.46, 183–205.
6. Johnson D.K.N. (2002). The OECD Technology Concordance (OTC): Patents by industry of manufacture and sector of use, OECD, DSTI, Working Paper no. 2002/5.
7. Lanjouw J.O.; Pakes A.; Putnam J. (1998). How to count patents and value intellectual property: uses of patent renewal and application data, "Journal of Industrial Economics" Vol. 46, 405–433.
8. Malaga, K.; Kliber, P. (2007). Konwergencja a nierówności regionalne w Polsce w świetle neoklasycznych modeli wzrostu, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
9. Ożegalska-Trybalska J. (2009). Prawne aspekty ochrony własności intelektualnej, [w:] R. Wisła, Rozwój współpracy sektorów publicznego i prywatnego z wykorzystaniem praw własności intelektualnej, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa, 53-72.
10. Popp, D. (2005). Lessons from patents: Using patents to measure technological change in environmental models, "Ecological Economics" Vol. 54, 209– 226.
11. Patenting by organizations 2010: A Patent Technology Monitoring Team Report, USPTO (2011).
12. Rozporządzenie Rady Ministrów z 29 października 2008 r. w sprawie Polskiej Klasyfikacji Wyrobów i Usług (Dz. U. z 2008 r. nr 207, poz. 1293).
13. Rozporządzenie nr 1893/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie statystycznej klasyfikacji działalności gospodarczej NACE Rev. 2 i zmieniające rozporządzenie Rady (EWG) nr 3037/90 oraz niektóre rozporządzenia WE w sprawie określonych dziedzin statystycznych (L:2006:393).
14. Science, technology and innovation in Europe, Eurostat. European Commission (http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-30-09-148/EN/KS-30-09-148-EN.PDF, data dostępu: 2013-03-15).
15. Skulimowski, A.M.J. (2011). Fusion of Expert Information on Future Technological Trends and Scenarios. W: Kunifuji, S., Tang, X.J., Theeramunkong, T. (red.): Proc. of the 6th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems, Beijing, China, October 22-24 (KICSS 2011), s. 10–20. JAIST Press, Beijing.
16. Skulimowski, A.M.J. (2012). Discovering Complex System Dynamics with Intelligent Data Retrieval Tools. W: Zhang, Y., Zhou, Z.-H., Zhang, C., Li, Y. (red.) IScIDE 2011. LNCS, vol. 7202, s. 614–626. Springer, Heidelberg.
17. Społeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2006-2010, Główny Urząd Statystyczny, Szczecin (2010)

18. Vickery, G.; Wunsch-Vincent, G. (2009). R&D and Innovation in the ICT Sector: Toward Globalization and Collaboration, [W]: The Global Information Technology Report 2008–2009, Dutta S., and Mia I., INSEAD and World Economic Forum, Geneva.
19. Wisła, R. (2012). The structure of patenting activity and the broad lines of development of technologies in high technology industries of the selected countries of the European Union, Actual Problems of Economics 2, No. 10, 44-51.
20. Wisła, R.; Okoń-Horodyńska, E.; Sierotowicz, T. (2012). Pomiar aktywności patentowej gałęzi gospodarki z wykorzystaniem tablic konkordancyjnych, Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Warszawa.
21. Wojtyna, A. (1995). Polityka ekonomiczna a wzrost gospodarczy, „Gospodarka Narodowa" nr 6.
22. Wójcik, P. (2008). Wzorce konwergencji regionalnej w Polsce, praca doktorska napisana w Uniwersytecie Warszawskim pod kierunkiem Z.B. Liberdy, Warszawa.

Streszczenie. W niniejszym rozdziale podjęto próbę oceny zjawiska konwergencji dla zgłoszeń patentowych w obszarach: sprzętu komputerowego, telekomunikacyjnego oraz elektroniki konsumenckiej w grupie 45 krajów. W rozdziale stawia się tezę, iż zgłoszenia patentowe wymienionych obszarów reprezentują kierunki i dynamikę rozwoju materialnej bazy społeczeństwa informacyjnego. Zasadniczym wnioskiem wynikającym z przeprowadzonej analizy jest stwierdzenie o zachodzącym procesie międzynarodowej konwergencji we wszystkich komponentach materialnej bazy społeczeństwa informacyjnego. Z katalogu wniosków cząstkowych na podkreślenie zasługuje wysoka dynamika przejść (awansu) Korei Południowej i Tajwanu między grupami kwintylowymi badanej zbiorowości.

Słowa kluczowe. Społeczeństwo informacyjne, Konwergencja, Aktywność patentowa

Roadmapping technologiczny jako podstawa wdrożenia rezultatów foresightu w praktyce

14

Andrzej M.J. Skulimowski,
Przemysław Pukocz

14.1. **Znaczenie roadmappingu technologicznego**

Szybki rozwój technologiczny wymaga od każdego uczestnika rynku stosowania wydajnego, elastycznego i dynamicznego procesu podejmowania decyzji, warunkującego powodzenie w działalności gospodarczej. Podejmowanie decyzji strategicznych w większości organizacji opiera się na analizie trendów i scenariuszy. Wykorzystuje się jednocześnie inne metody wspomagające podejmowanie decyzji, takie jak: drzewa decyzyjne, sieci antycypacyjne, diagramy wpływu (impact and influence diagrams, por. Rozdz.3; Howard, Matheson, 2005), analiza wielokryterialna, analiza kluczowych technologii i czynników, analiza SWOTC (Skulimowski, 2006) i in. Brakuje jednak w dalszym ciągu praktycznych i powszechnie stosowanych metod wspomagania decyzji dostosowanych do specyfiki problemów decyzyjnych związanych z transferem i komercjalizacją technologii.

Celem bezpośrednim takich metod powinno być:

- pozyskiwanie, gromadzenie i przetwarzanie wiedzy o czynnikach otoczenia (gospodarczego, ekologicznego, społecznego, naukowo-technicznego itp.), w jakim funkcjonują organizacje wdrażające nowe technologie i opracowywanie na tej podstawie ich modeli ilościowych i jakościowych,
- badanie wzajemnych zależności czynników otoczenia organizacji, w tym identyfikacja ich dynamiki na podstawie wcześniejszych obserwacji, z zastosowaniem modeli teorii gier,
- klasyfikacja czynników sprawczych procesów zachodzących w otoczeniu, umożliwiająca określenia przyszłych sposobności podejmowania decyzji związanych z wpływem na otoczenie i ich konsekwencji.
- tworzenie wizji przyszłości (prognozy, trendy, scenariusze) ogólnych: organizacji i jej otoczenia oraz szczegółowych, związanych z rozwojem konkretnych technologii lub produktów.

Celem ostatecznym jest opracowanie reguł podejmowania decyzji optymalizujących istotne dla organizacji kryteria jakości. W zależności od sformułowania problemu decyzyjnego, reguły te mogą mieć postać planu strategicznego, listy priorytetów lub planu operacyjnego związanego z konkretną technologią czy produktem. Pomimo znacznego rozwoju metodologii wspomagania decyzji istnieją wciąż zasadnicze braki związane z adekwatnością modeli otoczenia w transferze technologii, różnorodnością modeli transferu technologii w różnych dziedzinach technicznych, a także brak standaryzacji stosowanych metod. Niezwykle ważnym, lecz często pomijanym zagadnieniem jest opracowanie algorytmu modyfikacji planu strategicznego lub innego planu decyzyjnego w zależności od wystąpienia określonych scenariuszy przyszłych zdarzeń.

Przykładem sytuacji, w której organizacja powinna tworzyć plan strategiczny jest poszukiwanie na nowych źródeł finansowania dla swoich projektów inwestycyjnych i rozwojowych. Decydenci powinni dogłębnie rozważyć podjęcie pewnych kroków, takich jak wejście na giełdę, pozyskanie inwestora strategicznego, emisję obligacji, kredyt bankowy, finansowanie typu *mezzanine* lub poprzez fundusz *venture capital* itp. Dla każdej z tych alternatyw i ich dopuszczalnych kombinacji oraz dla

określonych scenariuszy otoczenia należy przy tym przeanalizować wpływ decyzji na obecną i przyszłą sytuację organizacji. Pod uwagę muszą być brane czynniki rynkowe (chłonność rynku, analiza konkurencji), charakterystyki finansowanych technologii (czas życia, możliwość generowania produktów rynkowych, wpływ rozwoju nauki na możliwość rozwoju i odsprzedaży technologii), zależność technologii od uwarunkowań legislacyjnych, zwłaszcza związanych z ochroną środowiska, wpływ podejmowanych decyzji na zjawiska społeczne (*outsourcing*, redukcja lub wzrost zatrudnienia, zaspokojenie istniejących lub powstanie nowych potrzeb) i in. Zagadnienia takie cechują się olbrzymim poziomem złożoności, a ich dogłębna i systematyczna analiza przerasta możliwości większości organizacji. Z tego względu jednym z kierunków rozwoju systemów wspomagania decyzji strategicznych jest redukcja analizy otoczenia do zależności najbardziej istotnych z punktu widzenia danej organizacji i konkretnego problemu decyzyjnego.

Jedną z metod wspomagania złożonych strategicznych procesów decyzyjnych jest tzw. *roadmapping*, nazywany też w polskiej literaturze poprzez nieoddające w pełni sensu metody dosłowne tłumaczenie metodą *map drogowych*. Stosowane jest też określenie „*trajektorii technologicznych*", spopularyzowane przez projekt 5.PR UE FISTERA (Skulimowski, 2006b). Zdaniem autorów można by też stosować pojęcie „*trajektorii technologiczno-rynkowych*", aby podkreślić związek technologii z ich komercjalizacją.

Istotą roadmappingu jest:

- podział otoczenia analizowanej organizacji na warstwy, odpowiadające wzajemnie powiązanym i często jednorodnym grupom czynników
- dekompozycja analizy zależności i uwarunkowań na zależności wewnątrz warstw i zależności międzywarstwowe, przy czym dokonywana jest próba takiego uszeregowania warstw, by czynniki z warstwy n powiązane były jedynie z czynnikami z warstw (*n-1*)- i (*n+1*)-szej,
- uwzględnienie związków czasowych pomiędzy czynnikami (związki kauzalne, związki probabilistyczne, trendy, scenariusze, opisy dynamiki, itp.)
- tworzenie diagramów zależności czynników uwzględniające różne relacje i ich gradację (ze względu na pozorne podobieństwa do sieci połączeń drogowych w problemie wyboru najkrótszej ścieżki nazywane roadmaps; również podobieństwo do diagramów PERT wewnątrz każdej z warstw nie oddaje w pełni idei roadmappingu),
- identyfikację na diagramach punktów kluczowych decyzji, rozwiązywanie skojarzonych z nimi problemów optymalizacji i wspomaganie decyzji.

Inną cechą szczególną opisywanego podejścia jest jednoczesne wykorzystanie wiedzy formalnej i ilościowej oraz niesformalizowanej wiedzy eksperckiej i menedżerskiej. Stosowane są tu podejścia znane z metodologii foresightu, takie jak ankiety delfickie, panele eksperckie, analiza skojarzeń (tzw. „burze mózgów") itp., przez co możliwe jest szersze i bardziej śmiałe spojrzenie w przyszłość, niż w przypadku metod bazujących wyłącznie na wiedzy formalnej. W niniejszym rozdziale pokazujemy tylko wybrany fragment możliwości aplikacyjnych

roadmappingu, a mianowicie Roadmapping Technologiczny, ukierunkowany na technologie opracowywane w ramach projektu SCETIST i na problemy decyzyjne związane z ich wdrażaniem i komercjalizacją. W Rozdz. 14.6 wspomnimy krótko o dalszych obszarach stosowania tej metody w wielu sferach życia gospodarczego, politycznego i społecznego (por. Coates i in., 2001, Galvin, 1998, Garcia i in., 1997, Groenveld, 1997, Houston, Turner, 2001, Petrick, Echols, 2004, Skulimowski, 2004, Willyard, 1987).

Pojęcie *roadmappingu* używane jest obecnie w różnorodnych kontekstach. W niniejszym opracowaniu roadmapping jest narzędziem do:

- znajdowania relacji pomiędzy poszczególnymi elementami obiektów złożonych związanych z transferem technologii oraz do analizy związków przyczynowo - skutkowych
- adaptacyjnego planowania strategicznego w zagadnieniach technologicznych,
- wspomagania decyzji, poprzez odpowiednią strukturyzację wiedzy o analizowanym problemie, z punktu widzenia organizacji zajmujących się wspomaganiem rozwoju technologii i badań aplikacyjnych, centrów transferu technologii oraz organizacji tworzących lub wdrażających nowe technologie.

W innych organizacjach, takich jak instytucje finansowe, agencje rządowe, instytucje badawcze *roadmapping* może być wykorzystany również do dalszych zadań, do których należy m.in. budowa strategii naukowo-badawczych i innowacyjnych (Galvin, 1998, Skulimowski, 2004, 2006ab, 2008, 2011a, Tadeusiewicz, 2011).

Ze względu na różnorodność skali i tematyki zastosowań brak jednolitego ujęcia metodycznego roadmappingu. Istnieje wiele wariantów tej metodologii różniących się ilością i rodzajem warstw, ilością analizowanych czynników, rodzajem rozważanych związków czasowych i kauzalnych, horyzontem czasowych decyzji itp., zależnie od dziedziny problemu, celu analiz, czy grupy docelowej. W związku z tym opisany dalej proces roadmappingu należy traktować jako pewien schemat postępowania, który pozwala tworzyć struktury relacyjne pomocne w modelowaniu i analizie rozwiązywanego problemu. Również nazewnictwo tej metody budzi kontrowersje, ze względu na odmienną konotację pojęcia roadmappingu w językach angielskim i polskim. W niniejszym rozdziale, proponujemy równoważne określenie roadmappingu jako „*Analizy Uwarunkowań i Scenariuszy Technologicznych*", natomiast przez proces roadmappingu rozumieć będziemy schemat implementacji interakcyjnych metod wspomagania decyzji w planowaniu i prognozowaniu rozwoju technologii.

14.2. **Sformułowanie Problemu Technologicznego Planowania Strategicznego**

Jak wspomnieliśmy w podrozdziale 14.1, jednym z głównych zastosowań procesu roadmappingu jest wspomaganie procesu planowania technologicznego. Działanie to

zyskuje na znaczeniu w wyniku nasilania się walki konkurencyjnej w globalnej gospodarce, zarówno na poziomie przedsiębiorstw (planowanie rozwoju produktów i ekspansji rynkowej), organizacji między- i ponadnarodowych, państw i regionów (polityka technologiczna, naukowa), jak również instytucji naukowo-badawczych (polityka badawcza, pozyskiwanie środków na projekty badawcze związane z rozwojem technologii).

W wymienionych wyżej organizacjach roadmapping może pełnić dwie zasadnicze funkcje:

- być ekwiwalentem lub sposobem organizacji i praktycznego wykorzystania prognoz opracowywanych w celu wspomagania podejmowania decyzji,
- stanowić podstawę foresightu prowadzonego dla zaspokojenia długofalowych poznawczych i strategicznych potrzeb organizacji.

Zastosowania roadmappingu technologicznego w realizacji powyższych funkcji mogą przyjmować następujące formy:

a) modelowania ewolucji technologii wykorzystywanych przez organizacje, w tym zwłaszcza technologii produktowych i procesowych,
b) prognozowania zapotrzebowania na technologie i produkty,
c) planowania i optymalizacji strategii zapewniających rozwój technologiczny organizacji.

W problemie c) zastosowanie *roadmappingu* związane jest z rozwiązaniem pewnego problemu optymalizacji wielokryterialnej, a mianowicie wybór strategii rozwoju dokonywany jest przy założeniu jednoczesnej optymalizacji kilku kryteriów, takich jak zysk w funkcji czasu (problem optymalizacji trajektorii), ryzyko związane z realizacją określonej strategii, oraz pozycja strategiczna firmy (w tym pozycja na rynku). Różne organizacje mogą ponadto stosować specyficzne kryteria dodatkowe.

W niniejszym artykule sformułujemy podstawowe problemy strategiczne, które mogą być rozwiązywane technikami roadmappingu. Pierwszy z nich, przedstawiony poniżej, może być bezpośrednio zastosowany przy komercjalizacji technologii opracowanych w ramach projektu SCETIST. Użyte poniżej pojęcie produktu stanowi przy tym pewne uproszczenie, gdyż produktem takim może być również technologia, jak też – w określonych przypadkach - produkt utożsamiany może być z technologią służącą do jego wytwarzania. Przez produkt może być tu także rozumiany pewien zbiór komplementarnych produktów wytwarzanych przy użyciu tych samych technologii, lub w wyniku tego samego procesu inwestycyjnego.

Problem 14.1. Przygotowanie produktu do wprowadzenia na rynek

Przedsiębiorstwo software'owe stoi przed zadaniem opracowania nowego produktu, który będzie konkurencyjny na rynku. O sukcesie rynkowym produktu, przy założeniu wcześniejszej realizacji inwestycji technologicznej, decydować będą następujące prekryteria:

- czas t_0 wprowadzenia produktu na rynek (liczony jako kryterium względne, w odniesieniu do momentu rozpoczęcia działań wdrożeniowych lub do

znanego lub szacowanego czasu wprowadzenia podobnych produktów przez konkurentów,

- średni jednostkowy koszt wytworzenia produktu *c(k)* w k-tym okresie prognozowania, $t_k,t_k+\Delta t)$, liczony bez kosztów amortyzacji inwestycji technologicznej,
- przewidywany okres pozostawania produktu na rynku, $T\text{-}t_0$, gdzie *T* jest oczekiwanym terminem zakończenia produkcji
- oszacowanie popytu *s(k)* na produkt ze strony klientów w k-tym okresie,
- $s(k):=\Sigma_i s_i(\rho_i(k),\sigma_i(k))$,
- gdzie $\rho_i(k)$ jest ceną produktu na i-tym rynku, $\sigma_i(k)$ jest oszacowaniem wskaźnika pozycji rynkowej produktu na i-tym rynku w okresie t_k, $t_k+\Delta t)$, zależną m.in. od stopnia zaspokajania potrzeb klientów i obecności produktów konkurencyjnych, a sumowanie dokonywane jest po wszystkich rynkach, na których sprzedawany będzie produkt.

Oszacowanie wartości powyższych kryteriów wymaga wykonania badania rynków produktu, analizy konkurencji i analizy technologii aktualnie dostępnych i spodziewanych w okresie objętym planowaniem.

Ostateczna decyzja o wdrożeniu inwestycji technologicznej zależna jest od oceny parametrów ekonomicznych produktu w całym jego cyklu życia, jako kryteria ostateczne bierze się tu zazwyczaj pod uwagę zdyskontowane przepływy pieniężne (*Net Present Value*) związane z wdrożeniem i eksploatacją nowej technologii (Skulimowski, 2009):

$$NPV(I,t,d) := C(0) + \sum_{k=1}^{t} \frac{C(k)}{\prod_{1\le j\le k}(1+d_j)}, \qquad (14.1)$$

gdzie:

I – inwestycja technologiczna scharakteryzowana przez przepływy pieniężne $(C(0),\ldots,C(t))$ w kolejnych okresach obrachunkowych, przy czym *C(0)* jest inwestycją początkową,

t – ilość jednostek czasu od rozpoczęcia inwestycji technologicznej aż do planowanego momentu zakończenia produkcji *T*,

$d=(d_1,\ldots,d_t)$ – średnie przewidywane stopy dyskontowe w kolejnych okresach obrachunkowych (warto dodać, że stosowane na ogół modele ze stałą stopą dyskontową w sytuacji dużej zmienności stóp mogą być źródłem poważnych błędów gospodarczych).

Na przepływy gotówki *C(k)* w okresie *k* składają się przychody ze sprzedaży generowanej przez inwestycję $C_1(k):=N_1(k)*p(k)$, pozostałe przychody z inwestycji, w tym przychody z reinwestowania nadwyżek gotówki $C_2(k)$, koszty inwestycji $C_3(k)$, koszty stałe utrzymania produkcji $C_4(k)$, oraz zmienne koszty produkcji $C_5(k):=N_2(k)*c(k)$ zależne od jej wielkości, tj.

$$C(k)= N_1(k)*p(k) + C_2(k) - C_3(k) - C_4(k) - N_2(k)*c(k),\ k=1,\ldots,t. \qquad (14.2)$$

Wszystkie te funkcje należy traktować jako pewne zmienne losowe o rozkładach oszacowanych z próby oraz na podstawie badań rynku i rozmaitych heurystyk. W praktyce wzory (14.1) i (14.2) stosuje się do wartości oczekiwanych, a analizę stochastyczną redukuje się do analizy wariancji lub innych miar ryzyka.

Zauważmy, że w kryteriach (14.1) i (14.3) uwzględnione zostały wartości prekryteriów k_0, $T\text{-}k_0$,$c(t)$ i $s(t)$. To ostatnie zawarte jest w prognozie sprzedaży $N_1(t)$. Natomiast w kryterium (14.3) - dzięki uwzględnieniu opcji rzeczywistych – możliwe jest bardziej adekwatne modelowanie sytuacji strategicznej organizacji wdrażającej nowy produkt, czy technologię i rozważanie tym samym $s(t)$ jako kryterium wektorowego, skalaryzowanego poprzez wycenę opcji rzeczywistych.

14.3. **Roadmapping jako metoda rozwiązywania wielokryterialnych problemów planowania inwestycji w technologie informacyjne**

Jak wspomnieliśmy w podrozdziale 14.2, dalszymi kryteriami stosowanymi w procesie strategicznego planowania technologicznego są miary ryzyka inwestycji. Można tu zastosować, zamiennie lub równocześnie:

A. wariancję lub semiwariancję funkcji *NPV(I,t,d)* lub *ENPV(I,t,d)* (por. Skulimowski, 2011),
B. prawdopodobieństwo utraty płynności organizacji podczas inwestycji, wyznaczane na podstawie analizy przepływów pieniężnych *C(k)*, (tzw. *gap analysis*, Winch i in., 1998),
C. prawdopodobieństwo osiągnięcia celów inwestycji technologicznej, które wpływa na odchylenia *NPV / ENPV* od wartości określonych w analizie rynku.

Dodatkowo, we wspomaganiu decyzji związanych z planowaniem technologicznym, komercjalizacją technologii i rozwojem produkcji uwzględnia się cele i kryteria strategiczne, takie jak zgodność inwestycji z celami strategicznymi firmy, opanowanie nowych rynków, osłabienie konkurencji lub osiągnięcie przewagi konkurencyjnej, stopień osiągnięcia innego celu strategicznego, którym może być zdobycie klientów strategicznych itp. Wskaźniki te mogą mieć postać punktów lub (częściej) zbiorów referencyjnych (por. Skulimowski, 1996, 1997, 2004).

W planowaniu technologicznym zmierzającym do optymalizacji powyższych kryteriów muszą być brane pod uwagę także ograniczenia. Podstawowym z nich jest ocena możliwości implementacji wybranej technologii w określonych ramach finansowych i czasowych oraz przy dostępności pozostałych zasobów niezbędnych do wdrożenia. Innym ograniczeniem może być możliwość stworzenia odpowiedniego systemu dystrybucji i serwisowania produktu. Niektóre z ograniczeń zależne są od decyzji podejmowanych przez innych uczestników rynku i powinny być analizowane przy pomocy metod teorii gier, zwłaszcza gier typu leader-follower Stackelberga, które mogą prowadzić do zastosowania w radmappingu sieci antycypacyjnych (por. Rozdz.3). Tym niemniej, konieczność wzięcia pod uwagę wielu kryteriów jednocześnie przekształca problem (14.1)-(14.3) w problem optymalizacji

wielokryterialnej. Natomiast założenie, że w problemie planowania produkcji optymalizujemy kryteria (14.1) lub (14.3) oraz kryteria związane z ryzykiem, traktowane jako funkcje czasu końcowego *T*, prowadzi do sformułowania dyskretnego problemu dynamicznej optymalizacji wielokryterialnej (problem optymalizacji trajektorii z czasem dyskretnym):

$$[J \ni \mathrm{I} \to (ENPV(I,t_1,\cdot),...ENPV(I,t_2,\cdot)] \to \max, \tag{14.3}$$

gdzie *J* jest zbiorem dopuszczalnych (rozważanych) strategii technologicznych, t_1 i t_2 odpowiadają odpowiednio minimalnemu i maksymalnemu dopuszczalnemu terminowi zakończenia okresu rozliczania inwestycji. W problemie (14.3) stopa dyskontowa nie jest zmienną decyzyjną, lecz zewnętrzną zmienną losową, której wartości szacowane są w procesie prognozowania. Zauważmy ponadto, że gdy *ENPV=NPV*, wówczas problem (14.3) równoważny jest problemowi:

$$[J \ni \mathrm{I} \to (NPV(I,t_1,\cdot),\frac{C(t_1+1)}{\prod_{1\le j\le t_1+1}(1+d_j)},...,\frac{C(t_2)}{\prod_{1\le j\le t_2}(1+d_j)})] \to \max \tag{14.4}$$

które to sformułowanie w bardziej intuicyjny sposób wiąże kryteria z prekryteriami. Ostatecznie problem optymalizacji wielokryterialnej związany z wyborem strategii technologicznej może być zapisany jako

$$[J \ni \mathrm{I} \to (ENPV(I,t_1,\cdot),...ENPV(I,t_2,\cdot)] \to \max \tag{14.5}$$

$$[J \ni \mathrm{I} \to (R(I,t_1,\cdot),...,R(I,t_2,\cdot)] \to \min$$

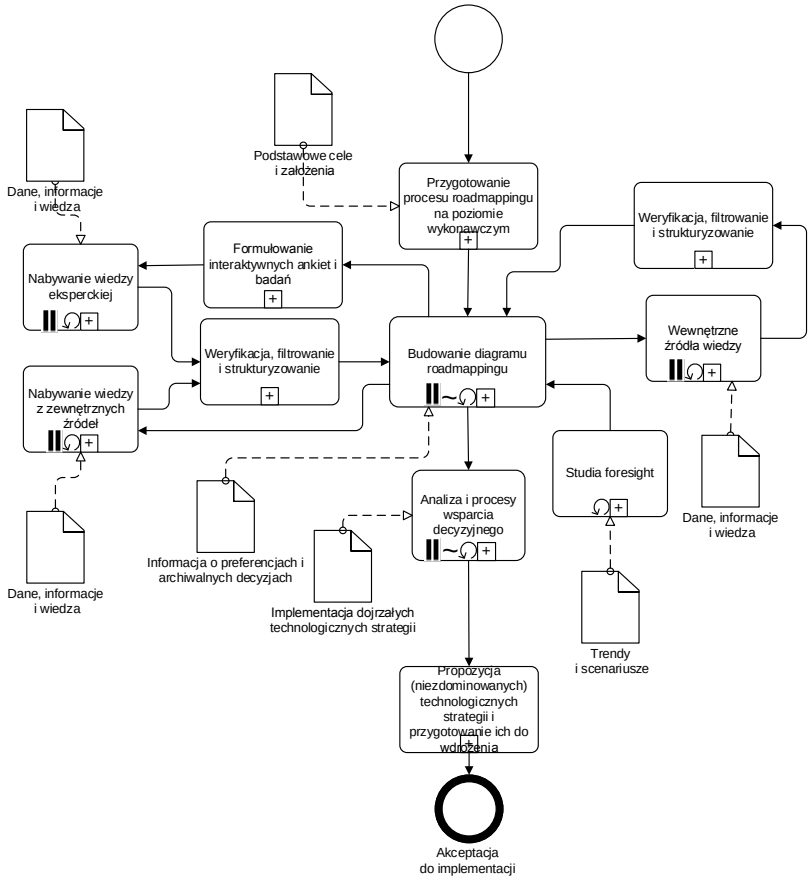
$$[J \ni \mathrm{I} \to (S(I,t_1,\cdot),...,S(I,t_2,\cdot)] \to \max$$

Określenie zarówno wartości prekryteriów, jak i zależności pomiędzy prekryteriami, a wartościami *cash-flow* i w konsekwencji kryterium ENPV, a także miar ryzyka *R*(I,,, jak i – przede wszystkim – z reguły niepoddającym się łatwo opisowi formalnemu kryteriom pozycji strategicznej *S* w problemie (14.5) wymaga zbadania zależności pomiędzy technologiami, produktami, rynkami zbytu i prognozami otoczenia rynkowego, ekonomicznego i politycznego, oraz opracowania i zastosowania prognoz technologicznych. Wszystkie elementy i czynniki są wzajemnie powiązane, przy czym w problemach praktycznych ilość powiązań jest bardzo duża, a ich charakter jest zwykle niejednorodny: deterministyczny, stochastyczny, rozmyty, zależny od decydenta w problemie (14.5), od innych decydentów oraz od innych powiązań.

Problem (14.5) jest główną podstawą teoretyczną dla zastosowań roadmappingu w problemach NPD. W podrozdziale (14.5) opisany został przykład procesu roadmappingu dla produkcji sprzętu obliczeniowego.

14.4. **Zastosowanie roadmappingu do prognozowania i planowania rozwoju zaawansowanych technologii informacyjnych**

Analiza opisanych wyżej zależności w procesie *roadmappingu* dokonywana jest w sposób heurystyczny, lecz systematyczny i możliwy do opisu algorytmicznego. Stosuje się zarówno metody formalnego (Tadeusiewicz, 2011), jak i niesformalizowanego pozyskiwania wiedzy o otoczeniu problemu (14.5), która zostaje uwzględniana przy oszacowaniach *C(k), R, S* i reguł kompromisowego wyboru strategii technologicznej w problemie (14.5).

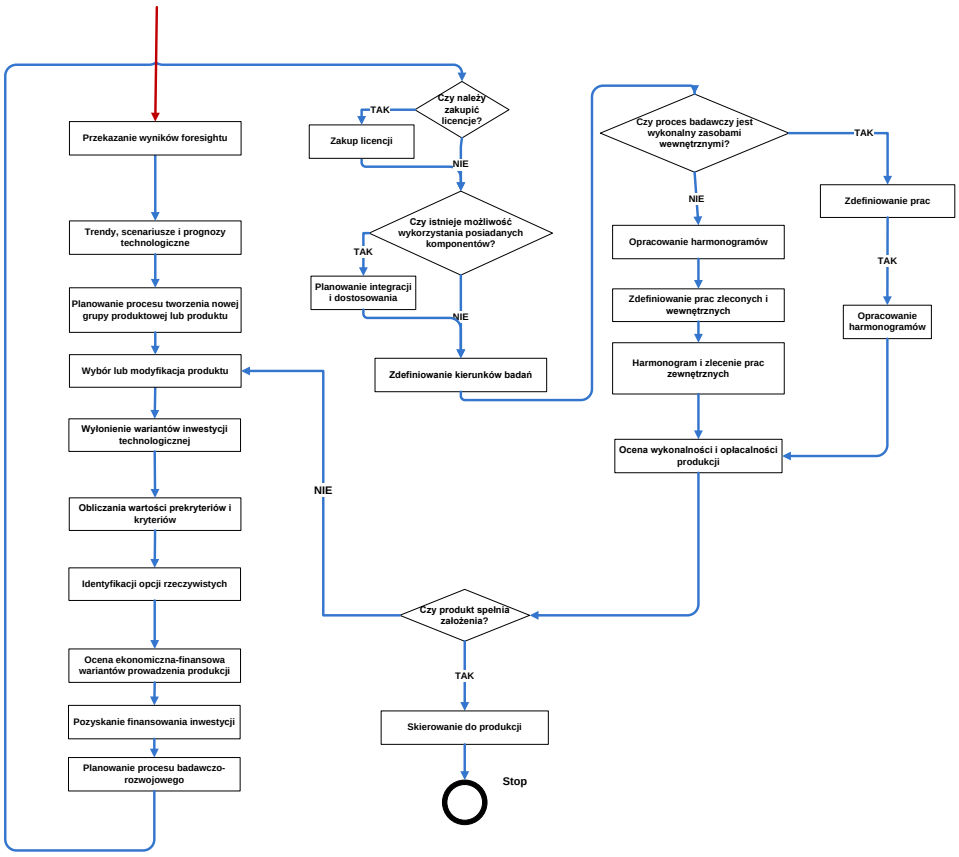


Rys. 14.1. Ogólny schemat tworzenia diagramów roadmappingu

W praktyce *roadmapping* wymaga ilościowej i jakościowej analizy dużej ilości zdarzeń z różnych dziedzin, które nie muszą być związane bezpośrednio z rozwojem samego produktu. Analiza może objąć całą sferę działalności biznesowej użytkownika metody, a problemami możliwymi do rozwiązania w ramach tej

metodologii mogą być kwestie wyboru strategii inwestycji technologicznych w sytuacji ograniczonych zasobów, przy założeniu maksymalizacji przyszłych korzyści (finansowych, wiedzy, kapitału ludzkiego).

Ogólny schemat procesu roadmappingu dla Problemu (14.1) pokazany jest na Rys. 14.1, natomiast problemy decyzyjne i ich umiejscowienie w procesie roadmappingu dla technologii produktowych przedstawione zostały na Rys. 14.2 niżej.



Rys. 14.2. Problemy decyzyjne rozwiązywane przy pomocy metody roadmappingu w procesie planowania, wdrażania i eksploatacji technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych

Diagramy konstruowane w procesie *roadmappingu* są projekcją alternatywnych wizji powiązań teraźniejszości i przyszłości w obszarach ważnych dla działalności danej organizacji. Najważniejszym i pierwotnym obszarem – a także jedną z warstw diagramu roadmappingu – jest zbiór relacji związanych z technologiami. Podczas analizy zostają zdefiniowane związki przyczynowo - skutkowe pomiędzy tymi obszarami. Wynikowy diagram roadmappingu jest istotnym elementem budowy strategii organizacji średnio i długoterminowych. Pomaga on przede wszystkim

w identyfikacji i wyborze alternatyw najlepszych z punktu widzenia decydentów – dysponentów technologii. Należy pokreślić, że każde działanie podejmowane w procesie roadmappingu ma powiązanie z prognozowaniem, a analiza dynamiki jest nieodzownym elementem roadmappingu.

Różne zastosowania roadmappingu wymagają różnego stopnia szczegółowości, w sytuacji, gdy relacje wewnątrz pewnych warstw lub ich grup dominują ilościowo nad zewnętrznymi relacjami pomiędzy warstwami, celowa może być hierarchiczna dekompozycja całego procesu poprzez potraktowanie diagramu roadmappingowego jako hipergrafu i analizę poszczególnych jego poziomów. Uwieńczeniem procesu roadmappingu jest nie tylko diagram prezentujący zależności przyczynowo - skutkowe otoczenia wybranej technologii w pewnym horyzoncie czasowym, lecz także raport analityczny będący dopełnieniem diagramu oraz rekomendacje dla decydentów. Diagram roadmappingu jest jedynie wstępem do ciągłego procesu doskonalenia poznania i modeli rzeczywistości wpływającej na decyzje związane z rozwojem wybranej technologii.

14.5. **Przykład zastosowania roadmappingu technologii informacyjnych: rozwój technologii komputerów przenośnych**

Przykładowy diagram stworzony dla producenta komputerów przenośnych lub oprogramowania do nich został przedstawiony na Rys. 14.3. Przykład ten nie ma na celu przedstawienia całej gamy produktowej i technologicznej, jaką z reguły dysponują firmy produkujące komputery, lecz ma jedynie obrazować podstawowe sposoby budowy zależności i identyfikacji obiektów.

Do analizy Problemu 1, gdzie produktem są komputery przenośne, a sponsorem firma mającego zamiar rozwijać ich produkcję, wybranych zostało 5 warstw:

- technologie
- produkty,
- czynniki biznesowe,
- sposobności (szanse) rozwoju,
- badania naukowe (projekty badawcze związane z rozwojem branży elektronicznej i informatycznej, bibliografia, dyskusje naukowe w Internecie).

Zastosowany tu proces roadmappingu technologicznego został podzielony na 3 fazy:

1. Działania wstępne - polegające na przygotowaniu merytorycznych oraz logistycznych podstaw roadmappingu. Określony został także zakres projektu wraz z jego ograniczeniami oraz celami. Roadmapping ma tu posłużyć jako system wspomagania decyzji dla działań strategicznych producenta w horyzoncie najbliższych pięciu do dziesięciu lat. Decyzje te mają pomóc w wyznaczeniu kierunków badawczych, strategii marketingowych, technologicznych i zakupów know-how w tym horyzoncie czasowym.
2. Konstrukcja Diagramu Roadmappingu

W ramach tej fazy nastąpiła budowa diagramu Roadmappingu poprzez:

a. wyodrębnienie pięciu klas modelowanych obiektów: technologii, produktów (co w omawianym przykładzie prowadzi początkowo do analizy 10 grafów dwudzielnych),
b. badanie pozostałych związków strukturalnych pomiędzy warstwami,
c. badanie zależności czasowych i kierunków (trendów) ich zmian,

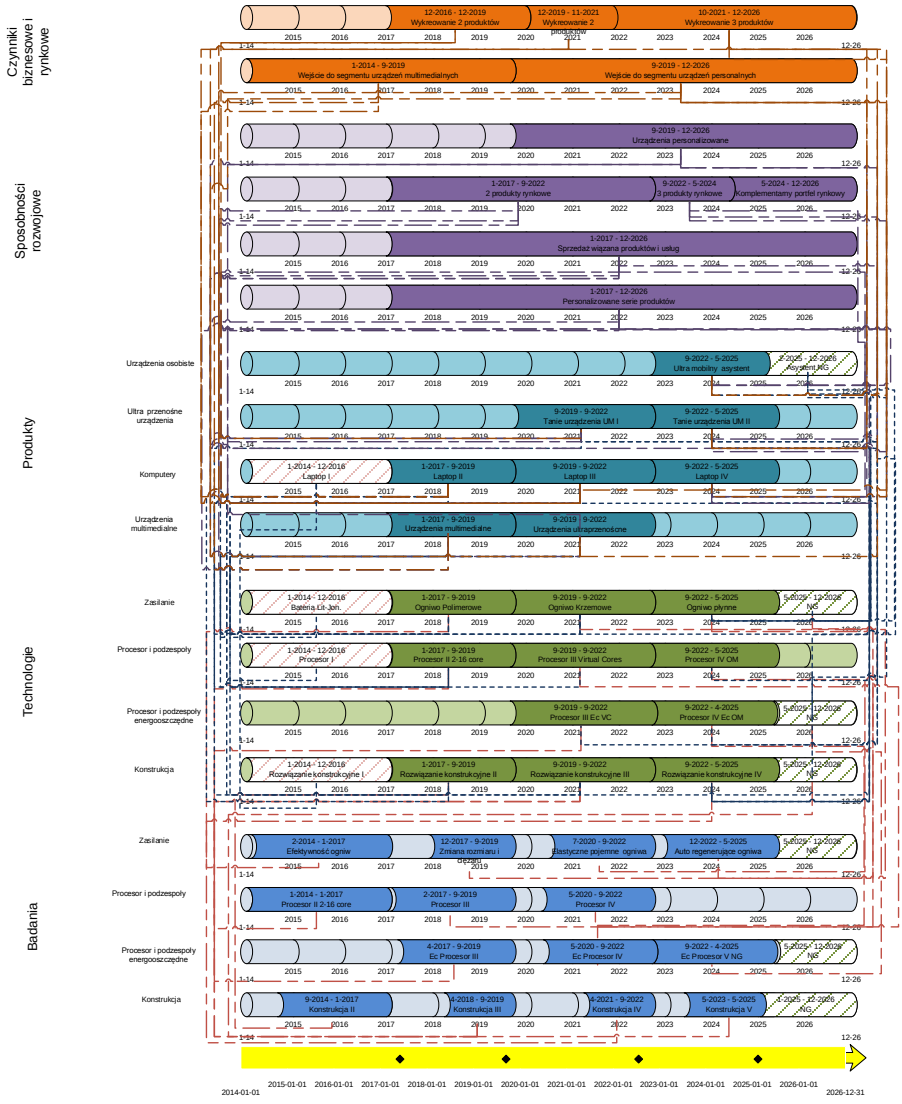
3. Działania uzupełniające

W fazie II, po wyodrębnieniu obiektów grupy zadaniowe przy współpracy ekspertów starały się wyodrębnić obiekty wewnątrz warstw oraz wskazać zależności między nimi oraz poszczególnymi obiektami w innych warstwach Jest to proces interaktywny, a jego rezultaty pośrednie były wielokrotnie dyskutowane i poprawiane na wielu poziomach konsultacji. W fazie tej opracowano raport i Diagram Roadmappingu wraz z opisem oraz rekomendacjami dla decydentów.

Diagram Roadmappingu przedstawiony na Rys. 14.3 (strona następna), zawiera zależności przyczynowo - skutkowe dla obiektów poszczególnych warstw. Podczas procesu roadmappingu identyfikowane są dwa rodzaje powiązań: wewnątrz warstwy oraz międzywarstwowe. Przykładowo relacje miedzy obiektami (Produktami) w warstwie „Produkty" wyrażają związek wypuszczenia poszczególnych partii produktów na rynek i kolejnego zastępowania ich przez produkty nowsze. W przykładzie przedstawionym na Rys. 14.3 zdefiniowano następujące relacje wewnątrzwarstwowe dla poszczególnych warstw:

- badania naukowe – ewolucja badań naukowych (następstwo czasowe kierunków i wyników badań, ewolucja charakterystyk dziedzin badawczych związana z ich rozwojem),
- technologie – dostępność technologii w wyniku realizacji procesów badawczych, zakupu licencji, zakupu kluczowych komponentów od zewnętrznych dostawców,
- produkty – wprowadzone na rynek produkty i ich substytucja
- sposobności rozwojowe – identyfikacja i ewolucja czynników rozwojowych dla danej organizacji,
- czynniki biznesowe – identyfikacja i ewolucja czynników biznesowych i rynkowych.

Zbiór relacji między warstwami definiuje różne konteksty dla obiektów jednej warstwy, np. produkt może być analizowany z punktu widzenia szans rozwoju, jak i z punktu widzenia doraźnego zysku. W podobny sposób postrzegana może być warstwa Badań Naukowych z punktu widzenia portfela technologicznego danej organizacji. Z kolei technologie będące w dyspozycji organizacji wykorzystywane mogą być do projektowania i wytwarzania kolejnych produktów.



Rys. 14.3. Przykład diagramu roadmappingu perspektyw technologicznych komputerów przenośnych, który może służyć do planowania produkcji zarówno urządzeń mobilnych, jak i oprogramowania do nich.

Na Rys. 14.3. pokazano kilka relacji ilustrujących ten proces. W roadmappingu należy uwzględnić relacje pomiędzy obiektami warstwy „Badań Naukowych" odpowiadającymi badaniom nad konkretnymi technologiami, a odpowiednimi obiektami w warstwie „Technologie". Przykładowo, relacja {1} na Rys. 14.3. oznacza opracowanie technologii „Rozwiązanie konstrukcyjne IV" umożliwiającej

utworzenie klasy obudów wykorzystywanej w nowej serii produktów. W warstwie „Technologie" znajdują się obiekty z portfela technologicznego organizatora badania lub odbiorcy jego wyników. Obiekty te organizacja zamienia na rzeczywiste produkty rynkowe (patrz relacja 7).

Jak wspomnieliśmy w podrozdziale 14.3, kluczową kwestią jest również identyfikacja opcji rzeczywistych (por. Black, Cox, 1976, Neil, Hickey, 2001). Trudność w tym przypadku polega na tym, że opcje z reguły nie mogą być wydzielone jako obiekty na osobnych warstwach, lecz także mogą odpowiadać relacjom pomiędzy obiektami w tej samej warstwie. Opcje te związane mogą być z wykorzystaniem jednego rozwiązania technologicznego tworzonego dla konkretnego produktu w kilku dalszych produktach w tej samej kategorii przeznaczonych dla różnych segmentów rynku, np. inteligentny interfejs użytkownika może być dostosowywany do konkretnych potrzeb i wykorzystywany w różnych wersjach lub wariantach produkowanego oprogramowania, a w przypadku hardware'u, procesor 2Ghz może bez zmian być instalowany w wielu typach urządzeń. Przykładem opcji wydzielonych na osobnych warstwach to np. relacje 2, 5 i 6 zaznaczone na Rys. 14.3.

Zgodnie z przedstawionym w niniejszym rozdziale schematem procesu roadmappingu, efektem prac w tej fazie jest również zbiór rekomendacji dla decydentów. Opracowanie rekomendacji stanowi konwersję diagramu roadmappingowego na konkretne czynności, które należy podjąć celem osiągnięcia celów procesu roadmappingu. Istotne dla zachowania prawidłowego wdrożenia i podtrzymania efektów procesu decyzyjnego stanowią działania uzupełniające. Należy wziąć pod uwagę, że w branży IT proces postępu technologicznego jest bardzo szybki, a cykl życia technologii - krótki.

Podstawowym rezultatem tej fazy procesu jest zatem zbiór rekomendacji dla decydentów. W przedstawionym przykładzie horyzont czasowy planowania wynosi 5 lat, co związane jest ze stosunkowo krótkim cyklem życia produktów, a nawet technologii informatycznych i elektronicznych. Konieczne są zatem okresowe aktualizacje diagramu i rekomendacji przy pomocy specjalistycznych aplikacji (Skulimowski, Pukocz, 2011,2012) zgodnie z algorytmami planowania wariantowego (Skulimowski, Rotter, 2004) i z wykorzystaniem rezultatów badań foresightowych. W tym przypadku zaproponowano działania aktualizacyjne i doskonalące w jednakowych okresach jednego roku. Działania takie mają na celu zapewnienie odpowiedniej jakości i aktualności wyników roadmappingu oraz trafność rekomendacji.

14.6. **Uwagi końcowe**

Roadmapping jest w stanie wspomóc proces decyzyjny i wskazać kilka możliwych scenariuszy lub strategii postępowania dających podobne efekty ze względu na cel główny roadmappingu (np. zwiększenie poziomu bezpieczeństwa informatycznego w przedsiębiorstwie), lecz jednocześnie niezdominowanych z punktu widzenia optymalizacji dodatkowych kryteriów wskazanych przez organizację jako istotne. Mogą to być np. kryteria kosztowe (najniższa cena, najtańsze rozwiązanie), czasowe

(najwcześniejsze osiągniecie pożądanych wartości parametrów), czy też związanych z perspektywami poprawy pozycji strategicznej organizacji (np. wydatki na promocję wśród klientów działań zapobiegających wystąpieniu zagrożeń cybernetycznych, upowszechnienie informacji o spełnianiu wymagań norm ISO serii 27000, itp.). Prowadzi to do konieczności włączenia do procesu roadmappingu procedur wielokryterialnej teorii decyzji (Skulimowski, 1996,1997,2007; Rozdz.3). Często zresztą brak jest kryterium procesu odpowiadającego głównemu celowi roadmappingu, cel ten opisuje kilka nieporównywalnych kryteriów, co dodatkowo zwiększa istotność analizy wielokryterialnej.

Ścisłe sformułowanie kryteriów optymalizacji może napotykać na trudności ze względu na duży poziom niepewności, zwłaszcza co do wyniku finansowego działań (zysku) oraz jakościową ocenę skutków przyjęcia określonych strategii, jednak wprowadzenie dodatkowych kryteriów związanych z ryzykiem pozwala na formalne sformułowanie problemu wielokryterialnej optymalizacji dynamicznej i eliminację rozwiązań zdominowanych, co jest często wystarczające do podjęcia decyzji o wyborze strategii dostosowawczej.

Roadmapping technologiczny wspomagany przy pomocy specjalistycznej aplikacji (por. Skulimowski, Pukocz, 2011,2012) może być użytecznym narzędziem w praktycznie każdej firmie lub instytucji innowacyjnej, stanowiąc efektywny szkielet organizacyjny dla tworzenia w nowy sposób baz wiedzy technologicznej (Skulimowski, 1992). obejmujących zarówno aktualny stan wiedzy, jak i wyniki badań na temat przyszłości technologii (por. Rozdz.2), biorąc pod uwagę jednocześnie wiele punktów widzenia. Przykład inteligentnego systemu wspomagającego procesy roadmappingu w zastosowaniach biznesowych podany jest w pracach (Skulimowski i Pukocz, 2011,2012 oraz Tadeusiewicz, 2011). Oprócz przedstawionego tu problemu planowania strategicznego dla produkcji sprzętu komputerowego, podobne podejście stosowane było m.in. w przypadku roadmappingu technologii *m-health* (Skulimowski, 2004), systemów eksperckich (Skulimowski, 2011b), czy energii odnawialnych (Skulimowski, 2009).

Przedstawiony w niniejszym rozdziale schemat procesu roadmappingu okazał się szczególnie pomocny przy badaniu perspektyw wdrożeń nowych technologii informatycznych,– na stosunkowo niskim poziomie gotowości wdrożeniowej (TRL 3-5), czyli także pomysłów innowacyjnych. Metoda ta umożliwia wzięcie pod uwagę jednocześnie wielu punktów widzenia reprezentowanych przez kryteria w problemie optymalizacji wielokryterialnej. Możliwość interakcyjnego generowania scenariuszy w procesie roadmappingu przyspiesza uzyskanie adekwatnego modelu uwarunkowań dotyczących analizowanych obiektów. Model taki łatwo jest zaadaptować do konkretnego obszaru aplikacyjnego, jako kryteria optymalizacji biorąc pod uwagę parametry ilościowe opisujące stany obiektu oraz momenty odpowiadających im zmiennych losowych określające jakość pomiarów parametrów i będących jednocześnie miarami ryzyka. Niezdominowane wartości kryteriów charakteryzują racjonalne scenariusze i strategie, które mogą być przeznaczone do wdrożenia.

Wykazaliśmy także, że istnieje możliwość takiej modyfikacji metodologii roadmappingu, zwłaszcza częściowej automatyzacji procesu konstrukcji scenariuszy, która umożliwia redukcję zakresu rozpatrywanych zagadnień do jednego pakietu technologii oraz obniżenia szczegółowości badań, koncentrując się na kwestiach

efektywności finansowej. Powinno to w konsekwencji pozwolić na budowę systemów wspomagania decyzji opartych na technikach roadmappingowych, które umożliwią efektywne wykorzystanie rezultatów foresightu, zminimalizują czas interakcji z ekspertami i zapewnią optymalność procesu przetwarzania wiedzy eksperckiej. Aktualne trendy w zakresie rozwoju systemów wspomagania foresightu wskazują też na możliwość integracji z nimi oprogramowania będącego implementacją roadmappingowych metod wspomagania procesu decyzyjnego.

Dalsze informacje, a także porównanie zastosowań i procesów roadmappingu znaleźć można m.in. w pracach (Groenveld, 1997, Petrick, 2004, Phaal, 2007).

Bibliografia Rozdziału 14

1. Black, F.; Cox, J. (1976). Valuing Corporate Securities: Some Effect of Bond Indenture Provisions. Journal of Finance 31(2), 351–376.
2. Coates, V.; Farooque, M.; Klavans, R.; Lapid, K.; Linstone, H.A.; Pistorius, C.; Porter, A.L. (2001). On the Future of Technological Forecasting. Technological Forecasting and Social Change 67, 1–17.
3. Galvin R. (1998). Science Roadmaps. Science, 280, 803– 804.
4. Garcia, L.M.; Bray, H.O. (1997). Fundamentals of Technology Roadmapping. Albuquerque: Strategic Business Development Department Sandia National Laboratories.
5. Groenveld, P. (1997). Roadmapping integrates business and technology. Research-Technology Management, 40, 48–55.
6. Houston, J.; Turner, J. (2001). Developing Collaborative Solutions to the Aging Aircraft Avionics Problem Through Technology Roadmapping. Bethesda: Lockheed-Martin.
7. Howard, R.A.; Matheson, J.E. (2005). Influence Diagrams. Decision Analysis 2(3), 127–143.
8. Neil, D.J.; Hickey, N.A. (2001). The Option Value of Investment in R&D. w: Farok J. (red.): Valuation of Intangible Assets in Global Operations, Westport: Greenwood Publishing Group Inc., s. 125–146.
9. Petrick, I.J.; Echols, A.E. (2004). Technology roadmapping in review: A tool for making sustainable new product development decisions. Technological Forecasting and Social Change 71, 81–100.
10. Phaal, R.; Farrukh, C.J.P.; Probert, D.R. (2007). Strategic roadmapping: a workshop-based approach for identifying and exploring innovation issues and opportunities. Engineering Management Journal", 19(1), 3–12.
11. Skulimowski, A.M.J. (1996). Decision Support Systems Based on Reference Sets. Kraków, Wydawnictwo AGH, Monografie t.40, s.167.
12. Skulimowski, A.M.J. (1997). Methods of Multicriteria Decision Support Based on Reference Sets, W: Caballero, R., Ruiz, F., Steuer, R.E. (red.) Advances in Multiple Objective and Goal Programming, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 455, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, s. 282-290
13. Skulimowski, A.M.J. (2004). The Challenges to the Medical Decision-Making Systems posed by mHealth, The IPTS Report, No.81, Feb. 4–11.
14. Skulimowski, A.M.J. (2006a). Framing New Member States and Candidate Countries Information Society Insights. w:] Compano R., Pascu C. (red.) Prospects for a

Knowledge- Based Society in the New Members States and Candidate Countries, Publishing House of the Romanian Academy 9–51.
15. Skulimowski, A.M.J. (2006b). Future Prospects in Poland: Scenarios for the Development of the Knowledge Society in Poland. w:] Compano R., Pascu C. (red.): Prospects for a Knowledge-Based Society in the New Members States and Candidate Countries, Publishing House of the Romanian Academy, 114–159
16. Skulimowski, A.M.J. (2007). On Multicriteria Problems With Modification Of Attributes. MCDM'06 (red. Trzaskalik T.), Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, 117–136.
17. Skulimowski, A.M.J. (red.) (2006). Transfer Technologii w Informatyce i Automatyce, Progress & Business Publishers, Kraków, s 406.
18. Skulimowski, A.M.J. (2009). Metody roadmappingu i foresightu technologicznego, Chemik 42, 197–204.
19. Skulimowski, A.M.J. (2011a). Future trends of intelligent decision support systems and models. w:] Park J.J., Yang L.T., Lee C. (eds.): Future Information Technology: 6th International Conference, FutureTech 2011, Loutraki, Greece, June 28–30, Proceedings, Part 1. CCIS, Vol. 184, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 11–20.
20. Skulimowski, A.M.J. (2011b). Freedom of Choice and Creativity in Multicriteria Decision Making. w: Theeramunkong T. i in. (red.): Knowledge, Information, and Creativity Support Systems: KICSS2010 Revised Selected Papers, Springer, Lecture Notes in ArtificiaI Intelligence", Vol. 6746, 190–203.
21. Skulimowski, A.M.J.; Pukocz, P. (2011). On-line Technological Roadmapping as a Tool to Implement Foresight Results in IT Enterprises. Springer, Advances in Soft and Intelligent Computing.
22. Skulimowski, A.M.J.; Pukocz, P. (2012). Enhancing Creativity of Strategic Decision Processes by Technological Roadmapping and Foresight. W: KICSS'2012, seventh International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems: Melbourne, Victoria, Australia, 8–10 November 2012, Vincent C.S. Lee, Kok-Leong Ong (red.). IEEE Computer Society [Australia], CPS Conference Publishing Services, s. 223–230.
23. Skulimowski, A.M.J.; Rotter, P. (2004). Zastosowanie analizy wielokryterialnej do planowania i wyboru wariantów inwestycji. Modelowanie Preferencji a Ryzyko '04 – Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice , 461–480.
24. Skulimowski, A.M.J.; Schmid, B.F. (1992). Redundancy-free description of partitioned complex systems. Mathematical and Computer Modelling, 16(10), 71–92.
25. Tadeusiewicz, R. (2011). Introduction to intelligent systems. W: Wilamowski B.M., Irwin, J.D. (red.): Intelligent systems, The Industrial Electronics Handbook. 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, London, New York, 1-1–1-12.
26. Willyard, C.; McClees, C. (1987). Motorola's technology roadmap process. Research-Technology Management, 13–19.
27. Winch, G.; Usmani, A.; Edkins, A. (1998). Towards total project quality: a gap analysis approach, Construction Management and Economics 16(2), 193–207.

Streszczenie: Niniejszy rozdział poświęcony jest metodologii projektowania procesów i systemów wspomagania decyzji strategicznych, zwłaszcza dotyczących zagadnień technologii informatycznych. Przedstawiono propozycję wykorzystania w tym celu schematu tzw. roadmappingu technologicznego. Roadmapping wprowadzony został przez duże korporacje elektroniczne w USA w latach 70. ubiegłego wieku jako narzędzie planowania strategicznego wspomagającego decyzje inwestycyjne w zakresie badań i technologii. W rozdziale sformułowano typowe problemy decyzyjne, które mogą być rozwiązywane przy pomocy roadmappingu, w szczególności problem technologicznego planowania strategicznego w ujęciu umożliwiającym wykorzystanie prognoz technologicznych – wyniku badań foresightowych. W kontekście tych zastosowań pokazano ogólne zasady tworzenia diagramów roadmappingowych oraz procesu wspomagania decyzji strategicznych. W przedstawionym tu podejściu, roadmapping powiązany jest z detekcją i wyceną opcji rzeczywistych występujących w procesach wdrażania innowacji technologicznych, organizacyjnych i produktowych. W części końcowej zamieszczono przykład praktycznego wykorzystania roadmappingu do planowania rozwoju produkcji sprzętu komputerowego.

Słowa kluczowe: systemy wspomagania decyzji, analiza wielokryterialna, planowanie strategiczne, roadmapping technologiczny, foresight technologii informatycznych, bazy wiedzy

Scenariusze technologiczne i wskaźniki rozwoju społeczeństwa informacyjnego w Polsce

15

Andrzej M.J. Skulimowski,
Jerzy Klamka,
Ewa Okoń-Horodyńska

15.1. **Zakres prognoz scenariuszowych w projekcie SCETIST**

Niniejszy rozdział zawiera przegląd scenariuszy, które wynikają z analizy odpowiedzi ekspertów w badaniu delfickim, z dyskusji panelowych, badań literaturowych i patentowych, a także z grupowego modelowania procesów ewolucji społeczeństwa informacyjnego. Podajemy także kilka najważniejszych wniosków wypływających z tych badań. Dalsze scenariusze, wnioski i rekomendacje można znaleźć w szczegółowych opracowaniach tematycznych ze wszystkich dziedzin objętych badaniami, projektu. Są to m.in.:

1. Scenariusze procesów ekonomiczno-społecznych oraz podstawowych aplikacji, produktów i wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego zorientowanych na użytkownika końcowego objęte Zadaniem 3 projektu, takich jak: *e-health*, *e-learning* i *e-commerce*.
2. Scenariusze rozwoju technologicznego i perspektyw rynkowych zaawansowanego oprogramowania objętego badaniami prowadzonymi w ramach Zadania 4 projektu SCETIST, tj. systemów wspomagania decyzji i systemów eksperckich.
3. Scenariusze oprogramowania *open-source* dla systemów zarządzania treścią (CMS).
4. Scenariusze rozwoju naukowo-technologicznego i implikacji społecznych systemów neurokognitywnych i wizyjnych, oraz powiązane z nimi scenariusze rozwoju systemów autonomicznych opartych o metody sztucznej inteligencji, w których znajdą zastosowanie technologie będące przedmiotem badań w Zad. 4 i 5.
5. Scenariusze rozwoju naukowo-technologicznego systemów informatyki kwantowej, ze szczególnym uwzględnieniem rozwoju badań naukowych w zakresie informatyki kwantowej w Polsce, z odniesieniem do wybranych zagadnień informatyki molekularnej, badane w ramach Zadania 6.

15.2. **Metody konstrukcji scenariuszy**

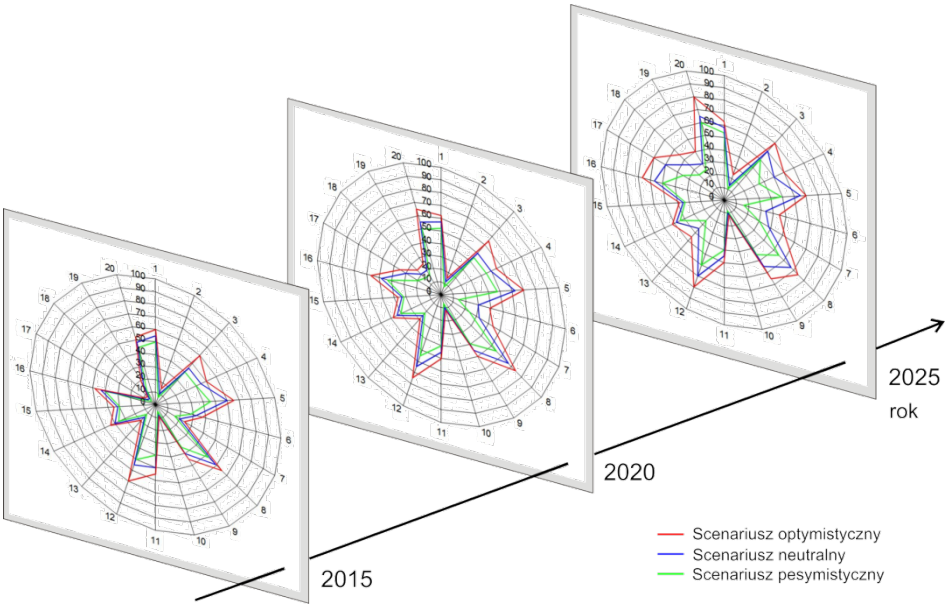
W ramach projektu SCETIST zaproponowany został oryginalny, opracowany na potrzeby tego projektu, zestaw metod analizy scenariuszowej oparty o tzw. scenariusze elementarne i sieci antycypacyjne (Rosen, 2012, Skulimowski, 2012), por. także Rozdz. 1 i 3 niniejszej monografii. Na podstawie analizy scenariuszy elementarnych, metodą klasteryzacji, tworzona może być określona z góry ilość scenariuszy głównych. W celu ujednolicenia prezentacji scenariuszy z różnych dziedzin technologicznych za standardową ilość scenariuszy głównych przyjęto 3. Ujednolicona została także stosowana terminologia, przy czym jeden ze scenariuszy nosi nazwę głównego, podstawowego, najbardziej prawdopodobnego lub neutralnego, a pozostałe dwa – optymistycznego lub pesymistycznego. Opracowany model filtracji scenariuszy odpowiadających racjonalnym i optymalnym w sensie Pareto

sekwencjom przyszłych decyzji stanowi istotny wkład do metodologii foresightu w skali światowej. Zaproponowano też oryginalny sposób wizualizacji scenariuszy poprzez umieszczenie kilku diagramów z wybranymi zmiennymi na osi czasu. Scenariuszom głównym odpowiadają wtedy główne obwiednie tych diagramów.

Jak wskazaliśmy wyżej, zagadnienia konstrukcji i filtracji scenariuszy przedstawione są w kilku rozdziałach tego raportu. W związku z tym w niniejszym rozdziale przedstawimy jedynie opracowane scenariusze, odwołując się do wskazanej wyżej metodologii.

15.3. Scenariusze rozwoju technologii konsumenckich oraz społecznych aspektów technologii informacyjnych

Rezultatem prac prowadzonych w ramach projektu jest ponadto szereg opracowań naukowych analizujących i prognozujących popyt na wybrane usługi i technologie informacyjne do 2025 roku, w szczególności w zakresie: *e-commerce*, *e-health*, *e-learning*, *e-entertainment*, portali społecznościowych oraz sektora ICT. Zagadnienia te były także przedmiotem eksperymentów grupowej konstrukcji modelu ewolucji społeczeństwa informacyjnego według metodologii opisanej w Rozdz.1. Poniżej podajemy wyniki symulacji procesów rozwojowych dla *20* wybranych wskaźników społeczeństwa informacyjnego.



Rys. 14.1. Wizualizacja 20 wybranych wskaźników dla 3 scenariuszy rozwoju społeczeństwa informacyjnego w Polsce.

Definicje wskaźników umieszczonych na kolejnych osiach (1-20) powyższego diagramu podane są w tabeli 15.1 niżej. Diagram używa skali znormalizowanych do maksymalnej wartości *100*, pomimo, że zakres niektórych wskaźników może być odmienny. Zakresy te podane są w Tab. 15.1.

Tab. 15.1. Wybrane wskaźniki scenariuszy społeczeństwa informacyjnego

Nr wskaźnika	**Opis wskaźnika**	**Zakres skali**
1	Osoby aktywne zawodowo w całej populacji w %	100
2	Skumulowany wzrost rynku SWD w % (od r. 2012=100%)	300
3	Udział dorosłych obywateli posiadających podstawowe umiejętności w zakresie IT (w %)	100
4	Ilość studentów wśród wszystkich absolwentów szkół średnich (w %)	100
5	Ilość przedsiębiorstw na 1000 osób	200
6	Średni wzrost PKB z ostatnich 5 lat	10
7	Udział sektora ICT w PKB (w %)	50
8	PKB Polski w % średniego PKB w UE-15	100
9	Indeks e-commerce (w % osób, które samodzielnie dokonały przynajmniej 3 transakcji internetowych rocznie)	100
10	Skumulowany wzrost rynku systemów wizyjnych (w %)	300
11	Ocena wpływu legislacji na rozwój sektora ICT	100
12	Dostęp do Internetu szerokopasmowego (w %)	100
13	Indeks *e-learningu*	100
14	Roczna ilość absolwentów informatyki i kierunków pokrewnych (w tys.)	50
15	Wydatki na B+R (w % PKB)	3
16	Globalna wartość rynku oprogramowania (2011r,=100%)	300
17	Względny bilans migracji specjalistów ICT (przyjazdy/wyjazdy)	2
18	Indeks *e-health*	100
19	Indeks *e-government*	100
20	Liczba smartfonów przypadająca na100 osób	100

Wartości wskaźników otrzymane w wyniku obliczeń, dyskusji i porównane z dostępnymi danymi statystycznymi podane są w tabeli niżej. Dokładniejsze omówienie wskaźników i metod modelowania podane jest w (Okoń-Horodyńska i in., 2011, por. również Rozdz.1 oraz Skulimowski, 2006).

Tab. 15.2. Wartości wskaźników scenariuszy społeczeństwa informacyjnego dla trzech scenariuszy: scenariusza pesymistycznego (SP), scenariusza podstawowego (SN) i scenariusza optymistycznego (SO) w horyzontach czasowych 2015,2020 i 2025

Rok	**2015**			**2020**			**2025**		
Nr wska-źnika	**SP**	**SN**	**SO**	**SP**	**SN**	**SO**	**SP**	**SN**	**SO**
1	50	55	60	52	57	62	54	58	63
2	20	30	45	22	35	45	30	40	70
3	40	45	60	45	50	65	50	60	70
4	40	45	50	45	50	55	35	50	60
5	92	120	131	95	125	140	98	130	140
6	2,8	3,2	3,7	1,38	3	3,9	1,6	3,4	4,5
7	8	10	12	12	16	22	15	19	26
8	52	59	65	55	67	74	55	67	74
9	35	40	45	40	45	50	45	55	65
10	15	23	27	20	28	35	25	30	35
11	40	50	55	40	45	50	40	45	50
12	50	55	70	55	65	75	60	70	80
13	12	15	19	22	25	29	25	35	45
14	18	20	22	20	22	24	22	24	26
15	0,9	0,95	1,05	0,95	1	1,1	1	1,05	1,15
16	120	130	145	130	145	170	150	170	200
17	0,1	0,15	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	1	1,2
18	4	6	8	16	20	24	25	35	45
19	12	16	20	16	20	25	25	30	40
20	44	48	52	50	55	65	60	65	80

Źródło: badania własne

Oprócz wskaźników ilościowych na obraz ewolucji społeczeństwa informacyjnego wpływają również zjawiska jakościowe, które były przedmiotem specjalistycznych opracowań (Okoń-Horodyńska i in, 2011) i dyskusji eksperckich. W uzgodnionym w drodze dyskusji scenariuszu optymistycznym nastąpi dalszy stabilny rozwój wymienionych wyżej technologii w Polsce bez zauważalnych w szerszej skali negatywnych konsekwencji społecznych i przy wzrastającym udziale rodzimych firm software'owych w tworzeniu specjalistycznego oprogramowania. Scenariusz podstawowy zakłada dalszą ekspansję firm globalnych, takich jak Facebook, Google, czy e-Bay przy zachowaniu *status quo* przez większość rodzimych firm. Natomiast w scenariuszu negatywnym nastąpi kumulacja i gwałtowne uzewnętrznienie zagrożeń internetowych, w tym zwłaszcza negatywnych skutków alienacji internetowej dla podstawowych struktur społecznych. Trudny do opanowania będzie także rozwój przestępczości internetowej.

15.4. Scenariusze rozwoju inteligentnych systemów eksperckich i wspomagania decyzji

Dla systemów wspomagania decyzji (SWD) i systemów eksperckich funkcjonujących w tzw. chmurze, uwzględniono trzy scenariusze związane z rozwojem Internetu, „Internet użytkownika" jest scenariuszem optymistycznym, „Internet dostawcy", zakłada większy udział usług płatnych, oraz przewagę reklamy nad dostarczaniem informacji zobiektywizowanej, natomiast „Fragmentacja Internetu" jest scenariuszem pesymistycznym, związanym z wolniejszym, niż w pozostałych wariantach rozwój tej grupy technologii i zastosowań.

Oprócz wyników ankiety delfickiej przedstawionych w Rozdziałach 11 i 12 niniejszej monografii, na ostateczny kształt scenariuszy wpłynęły również rezultaty dyskusji panelowych oraz analiza trendów bibliometrycznych, webometrycznych i patentometrycznych. Wynikiem analizy trendów przeprowadzonej w ramach Podzadania 4.2 projektu SCETIST było m.in. wskazanie jako perspektywicznych technologii użytkowych o największym potencjale rozwojowym rekomenderów edukacyjnych oraz rekomenderów do wspomagania decyzji osobistych opartych na analizie wielokryterialnej, tworzonych z punktu widzenia użytkownika końcowego, a nie dostawców usług, czy produktów. Natomiast z punktu widzenia stosowanych metod i technologii, szczególnie istotny będzie rozwój SWD opartych o analizę wielokryterialną i technologie mobilne. Istotnym trendem o charakterze warunkowym, występującym w scenariuszu rozwoju SWD wyróżniającym się wzrastającym znaczeniem preferencji użytkowników Internetu („scenariusz: Internet dla Użytkownika") jest powstanie tzw. *Electronic Preference Record* (EPR) na wzór już istniejącego *Electronic Health Record* (EHR). Realizacja potrzeb artykułowanych przez spontanicznie tworzone ruchy użytkowników odbywać się będzie także poprzez tworzenie opensource'owych repozytoriów wiedzy, mających charakter inteligentnych systemów eksperckich, wyszukująco-doradczych.

Analizowane były także trajektorie technologiczne i zapotrzebowanie na SWD do zastosowań w systemach zarządzania kryzysowego i strategicznego. Wyniki te odniesione były zarówno do scenariuszy ogólnego rozwoju Społeczeństwa Informacyjnego w Polsce, jak i do specyficznych scenariuszy związanych z zależnościami pomiędzy rozwojem oprogramowania eksperckiego i Internetu. W scenariuszu „Internet dostawcy", zakładającym większy udział usług płatnych, oraz przewagę reklamy nad dostarczaniem informacji zobiektywizowanej, rozwój mobilnych SWD będzie wolniejszy ze względu na brak akceptacji dla płatności za tego typu usługi. Nastąpi też większa dywersyfikacja tematyczna i nierównomierny rozwój SWD, z przewagą systemów tworzonych w ramach zamówień publicznych oraz systemów off-line implementowanych w systemach zarządzania, zwłaszcza klasy ERP. Scenariuszem pesymistycznym jest „Fragmentacja Internetu", zakładająca również łatwiejszy dostęp do prywatnych informacji przechowywanych i transmitowanych w Internecie przez wzrastającą ilość służb i organów. Interoperacyjność aplikacji byłaby wówczas zagrożona, co w połączeniu ze spadkiem zaufania do komunikacji internetowej doprowadziłoby do stagnacji technologii sieciowych, w tym SWD.

W przypadku SWD i ich zastosowań cennym źródłem informacji niezbędnej do konstrukcji scenariuszy są wyniki analizy delfickiej (Por. Rozdz. 10-12). Wybrane wskaźniki obliczone na podstawie odpowiedzi ankiety podane są w Tab. 15.3 niżej.

Tab. 15.3. Wartości wskaźników dla trzech scenariuszy: pesymistycznego (P), neutralnego (N) i optymistycznego (O) dla systemów wspomagania decyzji i systemów eksperckich oparte o rezultaty badania delfickiego

			Scenariusz P		**Scenariusz N**		**Scenariusz O**	
Lp.	**Nazwa wskaźnika**	Nr pytania AD	Wartość w roku 2025	Odch. standar-dowe	Wartość w roku 2025	Odch. standar-dowe	Wartość w roku 2025	Odch. standar-dowe
1.	Skumulowany procentowy wzrost ilości użytkowników SWD na świecie w stosunku do 2012	1.3	122,885	4,469	161,06	10,465	233,66	15,283
2.	Skumulowany wzrost przychodów operatorów SWD na świecie w cenach stałych (2012=100%)	2.1	119,791	3,004	146,131	8,619	252,323	31,951
3.	Udział przychodów operatorów SWD w łącznych przychodach sektora ICT w % (świat)	2.2	9,822	3,321	19,795	2,931	38,25	6,893
4.	Skumulowany wzrost środków na badania związane z rozwojem SWD na świecie (2012=100%)	2.3	107,297	2,94	127,758	8,271	187,594	22,607
5.	Skumulowany wzrost przychodów producentów i operatorów SWD w Polsce (2012=100%)	3.1	114,635	4,404	130,232	6,336	165,743	15,584
6.	Udział przychodów operatorów SWD w łącznych przychodach branży ICT w % w Polsce	3.2	9,948	4,41	17,14	2,584	32,661	8,785
7.	Skumulowany wzrost środków na badania związane z rozwojem SWD w Polsce (2012=100%)	3.3	105,005	2,357	114,951	4,893	136,894	9,835
8.	Dynamika udziału SWD w rynku ICT w Polsce - zastosowania biznesowe (2012=100%)	3.4a,c, g	92,425	1,976	109,949	3,933	112,477	6,542
9.	Dynamika udziału SWD w rynku ICT w Polsce - zastosowania w administracji i sektorze publicznym (2012=100%)	3.4b,f	100,715	1,147	108,282	2,81	135,377	2,634
10.	Udział użytkowników telefonii mobilnej korzystających z mobilnych SWD w Polsce (w%)	8.3	8,106	2,573	25,804	6,771	47,019	11,24
11.	Przychody producentów medycznych SWD i operatorów mHealth w % (2012=100%)	9.7	13,549	5,981	44,008	7,268	101,218	41,873

Źródło: badania własne

15.5. Scenariusze rozwoju naukowo-technologicznego systemów neurokognitywnych i wizyjnych oraz e-zdrowia

Rozwój systemów wizyjnych zależny jest w większym stopniu niż w przypadku interfejsów neurokognitywnych od ogólnej koniunktury gospodarczej, chociaż ich zakresy zastosowań w dużej mierze się pokrywają, zwłaszcza w zakresie robotyki. Opracowane scenariusze zależne są głownie od zapotrzebowania na systemy wizyjne powszechnego użytku, w tym systemy monitoringu oraz od zastosowań w robotyce. Parametrem je wyróżniającym jest głównie wartość rynku systemów wizyjnych, a w mniejszym stopniu parametry techniczne ich podstawowych elementów konstrukcyjnych.

Analiza trendów rozwojowych systemów neurokognitywnych koncentrowała się na zastosowaniach związanych z komunikacją z inteligentnym oprogramowaniem, a także z autonomicznymi systemami robotyki. Zidentyfikowano dwie grupy zastosowań szczególnie istotne dla polskich firm. Są to zwłaszcza robotyka górnicza i rehabilitacyjna. Scenariusze rozwoju systemów neurokognitywnych w większym stopniu, niż pozostałe technologie analizowane w ramach projektu zależą od rezultatów badań naukowych. Wyróżniono scenariusze rozwoju oparte na dominacji interfejsów inwazyjnych, bezinwazyjnych oraz hybrydowych. W każdym z tych scenariuszy istotne jest osiągnięcie określonego poziomu niezawodności komunikacji w warunkach specyficznych dla każdej klasy zastosowań.

Dalszym rezultatem badań delfickich i bibliograficznych przeprowadzonych w ramach SCETIST jest m.in. ustalenie, że jednoczesne zastosowanie bezpośrednich interfejsów mózg-komputer (BCI) i metod wspomagania kreatywności będzie coraz szersze w zaawansowanych systemach oprogramowania, a w perspektywie roku 2025 stanie się jedną z ważniejszych cech decydujących o konkurencyjności systemów eksperckich, a także systemów wspomagania decyzji i uczenia się. Polskim przedsiębiorstwom software'owym stawia to wysokie wymagania w zakresie wiedzy o metodach kognitywnych i rozwoju technologii umożliwiających oferowanie funkcjonalności związanych z zarządzaniem kreatywnością. Natomiast polskie instytucje finansujące badania powinny wziąć pod uwagę zwiększające się w latach 2013-2020 potrzeby badawczo-rozwojowe polskich przedsiębiorstw w tym zakresie.

15.4.1 Scenariusze rozwoju systemów i aplikacji m-Health

Scenariusze: optymistyczny, podstawowy i pesymistyczny rozwoju systemów eksperckich związanych z *m-health/m-cloud* sformułowane zostały dla Polski w odniesieniu do trendów globalnych, technologicznych i aplikacyjnych, które nie wskazują na duże odchylenia od trendu głównego w ciągu najbliższych 10-15 lat. Powodem tej stabilności jest uzyskiwanie dużych oszczędności i korzyści socjalnych związanych zastosowaniami *m-health*.

Na podstawie wyników badania delfickiego - zwłaszcza pytań Tezy 11 „e-zdrowie", wyodrębniony został trend „od *m-health* do *m-cloud*", który będzie dominować w globalnym rozwoju takich systemów do roku 2025 tworząc główny komponent scenariusza optymistycznego. Określono też wyzwania natury

technologicznej, organizacyjnej oraz w zakresie zapewnienia prywatności i bezpieczeństwa danych pacjentów i innych osób korzystających z *m-health*. O realizacji poszczególnych scenariuszy w naszym kraju decydować będzie głównie polityka w zakresie służby zdrowia, w tym niebezpieczeństwo monopolizacji usług medycznych przez jednostki służby zdrowia (scenariusz pesymistyczny), a także gotowość operatorów telekomunikacyjnych do mocniejszego zaangażowania się w dostarczanie usług *m-health* (scenariusz podstawowy oparty jest na założeniu istnienia takiego zaangażowania). W scenariuszu optymistycznym rozwój *m-health* odbywa się głownie w oparciu o rodzime firmy innowacyjne i o akceptację przez operatorów telekomunikacyjnych tworzonych przez niespecjalistycznych aplikacji.

15.6. Scenariusze rozwoju i implikacji społecznych systemów autonomicznych oraz metod i zastosowań sztucznej inteligencji

Istotnym trendem jest również rozwój systemów podejmujących autonomicznie decyzje (AADS) oraz systemów zdolnych do działań posiadających cechy kreatywności. W artykule Skulimowskiego (2011) sformułowano definicje *3* poziomów autonomii decyzji podejmowanych przez systemy sztucznej inteligencji, które pozwalają na klasyfikację oprogramowania typu SWD/AADS. Poniżej w tabeli przedstawiamy trzy scenariusze rozwoju sztucznej inteligencji, które są wynikiem dyskusji panelowej, która miała miejsce podczas międzynarodowej konferencji ICAISC'2012 w dniu 1 maja 2012.

Scenariusz „optymistyczny" został sformułowany w dużej mierze przez jednego z panelistów, Prof. W. Ducha, który przygotował go w materiale przekazanym wszystkim dyskutantom (por. W. Duch. www.ict.foresight.pl). Natomiast pozostałe scenariusze są wynikiem wspólnej dyskusji. W szczególności, w ciągu najbliższych 12-15 lat można się spodziewać, że zajdą zdarzenia wskazane w następującej tabeli.

Tabela 15.4. Scenariusze rozwoju metod sztucznej inteligencji (AI) objętych zakresem projektu SCETIST (do roku 2025)

Aspekt AI	**Scenariusz optymistyczny do roku 2025**	**Scenariusz pesymistyczny do roku 2025**
Technologie języka naturalnego, rozpozna-wanie i synteza mowy ludzkiej	• Technologie rozpoznawania mowy będą już stosowane w samochodach, smartfonach, do dyktowania tekstów w kilku głównych językach i, do pewnego stopnia, do komunikowania się z bazami danych. Aplikacje do rozpoznawania mowy w smartfonach pozwolą na szybkie tłumaczenia pomiędzy językami, czyniąc elektroniczne translatory łatwymi w użyciu. Będą one stopniowo zastępować systemy poczty głosowej w	• Technologie rozpoznawania mowy będą szeroko rozpowszechnione, przy czym główna motywacja ich wprowadzania nie będzie wygoda użytkownika, lecz możliwość zwiększenia zysków przez korporacje zastępujące pracę ludzka automatycznymi systemami odpowiadającymi w języku naturalnym i uzyskiwać przez to oszczędności na obsłudze klientów, m.in. w serwisach gwarancyjnych i in.

Aspekt AI	Scenariusz optymistyczny do roku 2025	Scenariusz pesymistyczny do roku 2025
	takich zadaniach, jak np. składanie zamówień na zakupy. • Większość komputerów będzie wyposażona w interfejsy w języku naturalnym, które pozwolą im znajdować informacje i udzielać odpowiedzi na wszelkiego rodzaju pytania, wykonując analizę semantyczną i znajdując odpowiednie źródła informacji.	• Akceptowalna jakość komunikacji w języku naturalnym będzie osiągnięta jedynie w kilku, być może kilkunastu głównych językach, co przyczyni się do alienacji części światowej populacji, niemogącej w zadowalający sposób kontaktować się z wyszukiwarkami i innymi systemami automatycznymi. pewnego stopnia, do się z bazami danych. Aplikacje automatycznie tłumaczące pomiędzy językami będą wciąż niedoskonałe. • Trend do zastępowania lidzkiej obsługi przez systemy automatycznej konwersacji spowoduje występowanie spektakularnych pomyłek, niektórych zakończonych tragicznie.
Przyszłość książki	• Rozwijający się rynek książek w wersji elektronicznej („*ebooków*") już zaczyna wpływać na rynek mediów drukowanych; np. w USA, w 2011, udział rynku książek elektronicznych w całym rynku mediów szacowany był na więcej niż 10%, a w sektorze wydawnictw akademickich zaczął dominować. Według prognoz na 2015 rok, książki elektroniczne powinny stanowić około 35% wszystkich sprzedanych książek w USA oraz w 21% w Wielkiej Brytanii. Książki elektroniczne można czytać na czytnikach z elektronicznym atramentem i polimerowym wyświetlaczem lub na tabletach. W wielu krajach rozwijających się podręczniki oferowane są na tabletach. Według organizacji TechCast, do 30% gazet, magazynów, czasopism i innych publikacji będzie preferowało wersję "online" i to już pod koniec 2013 roku.	• Rozpowszechnienie e-booków gromadzących w pamięci wiele tysięcy tomów i zapewniających dostęp on-line do tysięcy periodyków przyczyni się do występowania poczucia „zagubienia elektronicznego („e-lost syndrom"), a ich użytkownicy tracić będą coraz więcej czasu na znalezienie i wybór interesujących ich pozycji oraz na odnalezienie miejsca (miejsc), w którym uprzednio zakończyli korzystanie z utworu.
Multimedia	• Media, telekomunikacja i technologie informacyjne zostaną ujednolicone. Urządzenia komunikacyjne pozwolą na szybki dostęp do wszelkich informacji dzięki inteligentnym przeglądarkom. Ponadto dostępne staną się także inne serwisy, np. takie, jak tłumaczenia na żywo języków naturalnych.	• W ramach procesu konwergencji technologii E-booki oferować będą dostęp do filmów i gier, wypierając w zwiększonym tempie utwory książkowe i zagrażając części czasopism
Osobiste sieci sensorów	• Komputery zintegrowane z odzieżą („*wearable computing*") mogą stać się modne w krajach wysoko rozwiniętych. "Koszule życia", inteligentne toalety i	• Połączenie trendów *w-computing*, *m-health* i rozwój „Internetu rzeczy" (*internet-of-things*) spowoduje, że dane osobiste użytkowników „inteligentnej

Aspekt AI	Scenariusz optymistyczny do roku 2025	Scenariusz pesymistyczny do roku 2025
	inne urządzenia będą monitorować stan organizmu ludzi i tym samym znacznie przyczynią się do poprawy ich zdrowia poprzez wykrywanie pierwszych objawów choroby.	odzieży" będą coraz bardziej zagrożone. Powstanie rynek nielegalnej informacji o zdrowiu ludności, która wykorzystywana będzie m.in. przez towarzystwa ubezpieczeniowe.
Rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, e-rozrywka	• Pojawią się luksusowe wersje gier komputerowych oraz konsoli do gier dla zamożnych klientów, a także komercyjne symulatory, wykorzystujące wirtualną rzeczywistość, w tym także obrazy 3D, wrażenia słuchowe, dotykowe oraz doznania zapachowe. Programy wykorzystujące wirtualną rzeczywistość powinny stać się powszechnie dostępne dla szerokiego grona odbiorców już przed końcem tej dekady. • Niektóre serwery internetowe zaczną dostarczać treści w wirtualnej rzeczywistości, które będą mogły być oglądane poprzez osobiste okulary wyświetlające obraz na siatkówce. Ruchy ciała zostaną zeskanowane po to, by zapewnić odpowiednie na nie reakcje. Infrastruktury sieciowe będą dostarczać pasm częstotliwości o wysokiej przepustowości, które zapewnią dostęp do bardzo szybkiego Internetu. • W przypadku grafiki komputerowej, granica pomiędzy tym, co wydaje się prawdziwe, a tym co jest jedynie wytworem komputera może zostać całkowicie zatarta już w 2020 roku. • W nowej generacji telefonów dostępne będą prywatne awatary, które pomogą kontrolować i programować urządzenia gospodarstwa domowego oraz reprezentować ich właścicieli w wielu sytuacjach. • W niektórych miastach udostępnione będą mapy rzeczywistości rozszerzonej, zapewniające osobiste systemy nawigacji (podobne do systemów nawigacji samochodowych), które będą wyświetlać informacje w 3D, za pomocą specjalnych okularów.	• Zwiększone możliwości *enhanced* i *augmented reality* w grach i symulatorach zwiększą równocześnie zagrożenie alienacją cyfrową, której podlegać będzie coraz większy procent ludności krajów rozwiniętych, w tym Polski • Tworzenie realistycznych sztucznych (wirtualnych) krajobrazów już obecnie jest wykorzystywane przez oszustów oferujących usługi turystyczne i nieruchomości • Ze względu na zmienne preferencje użytkowników i ich duża kontekstowość awatary – przydatne w sytuacjach standardowych – doprowadzać mogą do istotnych błędów i nieporozumień w nowych sytuacjach • Systemy takie powstaną, lecz wyświetlać będą najczęściej informacje sponsorowane, kierując się zyskiem ze strony reklamodawców
Komunikacja interpersonalna	• Poczynione zostaną znaczne postępy w kierunku powszechnego wykorzystywania systemów wideokonferencji, a także w kierunku ich ulepszenia i wzbogacenia o efekt "teleimmersji"	• Telekonferencje są w wielu sytuacjach wystarczające, jednak brak osobistego kontaktu, zmniejszy znaczenie empatii i powiększy alienacje cyfrową w

Aspekt AI	Scenariusz optymistyczny do roku 2025	Scenariusz pesymistyczny do roku 2025
	(dający uczestnikom złudzenie bycia w odległych miejscach).	społeczeństwie
Roboty domowe i medyczne	• Roboty domowe będą sprzedawane jako towarzysze dla ludzi, opiekuni/ki dla osób starszych, strażnicy bezpieczeństwa domu i sprzątacze/ki domowe • W perspektywie lat 2023-2030 Roboty medyczne będą w stanie zastąpić opiekunów w najbardziej uciążliwych czynnościach opieki nad osobami unieruchomionymi i niedołężnymi	• Większość prognoz rozwoju AI od roku 1960 zapowiada powstanie rynku robotów domowych w ciągu najbliższych 20 lat. Użyteczność takich urządzeń jest jednak ściśle zależna od możliwości niezawodnej komunikacji z nimi w języku naturalnym, co zapewne nie będzie osiągnięte do roku 2025
Sztuczne „agenty", prowadzące konwersację w sposób nierozróżnialny od ludzi dla większości rozmówców	• Możliwy stanie się prosty dialog z komputerem, którego oprogramowanie wykazywać będzie, oczywiście w ograniczonym zakresie, "cechy zdrowego rozsądku", z rozpoznaniem sensu słów, prozodii i gestów. • Pojawią się sztuczne zwierzęta zdolne do rozpoznawania i wyrażania emocji, choć z pewnością nie będą doskonałe.	• Potrzeba wprowadzenia cech kognitywnych do oprogramowania jest powszechnie akceptowana i można zaobserwować stały niewielki postęp w tej dziedzinie, który to trend będzie zapewne kontynuowany. Jednak do zapewnienia oprogramowaniu "cech zdrowego rozsądku" i np. empatii konieczne jest istnienie tych cech u projektantów i programistów, którzy – w związku z pandemią alienacji cyfrowej – będą coraz mniej zdolni do produkcji takiego oprogramowania
Super-komputery o mocy ludzkiego mózgu	• W wielu projektach wymagających wykonania wielkoskalowych symulacji wykorzystywane będą superkomputery o szybkościach działania przekraczających szybkość działania ludzkiego mózgu.	• Takie komputery, być może konstruowane o zasady oblicze kwantowych i molekularnych mogą przynieść istotny postęp np. w prognozowaniu pogody, mogą być też używane do gromadzenia i znajdowania asocjacji w dużych zbiorach danych naruszających prywatność. Pewnym sposobem zapobiegania takim zjawiskom w globalnych systemach eksperckich (Skulimowski, 2013) jest rozwój metod zarządzania zaufaniem.
Systemy wspomagania decyzji	• Komputery staną się niezbędnym narzędziem wykorzystywanym przy podejmowaniu ważnych decyzji w wielu dziedzinach, w tym ekonomii i polityce, gdyż programy do symulacji pozwolą na przewidywanie wpływu wybranych czynników, np. nowych aktów prawnych, czy działań rządów, na przebieg analizowanych procesów.	• Rozwój *predictive analytics* dla celów podejmowania decyzji, w tym decyzji strategicznych, jest jednym z ważnych trendów zidentyfikowanych w projekcie SCETIST. Negatywnym aspektem może być niechęć polskich decydentów do stosowania innowacyjnych systemów wspomagania decyzji, czego symptomem jest obecny stan wykorzystania rodzimych zaawansowanych opracowań analitycznych i informatycznych.
Systemy wspomaga-	• Większość transakcji zawieranych	• Klęska systemów automatycznego

Aspekt AI	Scenariusz optymistyczny do roku 2025	Scenariusz pesymistyczny do roku 2025
nia decyzji	będzie za pośrednictwem sieci połączeń pomiędzy ludźmi i awatarami, a wiele z nich tylko pomiędzy awatarami reprezentującymi ludzi. Będą one potem składać ludziom odpowiednie raporty z przeprowadzonych transakcji. Pojawi się popyt na usługi związane z projektowaniem osobowości awatarów, który będzie bardzo szybko wzrastał, a wydaje się możliwe, że pojawią się osobiste awatary, dostosowane do wymagań ich właścicieli w taki sposób, że będą odgrywać rolę ich alter-ego.	handlu na rynkach finansowych w roku 1987 może być łatwo powtórzona na jeszcze większą skalę, a także w skali mikro, przy podejmowaniu decyzji finansowych przez pojedyncze osoby. Powodem jest niedostateczne tempo komunikacji człowiek-system obliczeniowy na temat szybko zmieniających się preferencji obywateli. • Czynnikiem wpływającym pozytywnie na rozwój SWD ten stan rzeczy może być powstanie „*Electronic Preference Record*" (Skulimowski, 2011; Rozdz.4)
Inteligentne systemy wspomaga-jące nauczanie i uczenie się	• Inteligentne systemy samokształcenia pod elektronicznym nadzorem będą podstawową formą powszechnej edukacji na wszystkich poziomach, zaś istota wykształcenia ulegnie istotnemu przewartościowaniu; najbardziej cenione będą umiejętności szybkiego wyszukiwania pożądanych informacji i ich optymalne wykorzystywanie.	• Podobnie jak w przypadku telekonferencji, zaletom i zwiększonej efektywności kształcenia elektronicznego towarzyszyć będzie zwiększająca się alienacja cyfrowa w skali społecznej
Bezpośred-nia komunikacja mózg-komputer (BCI)	• Bezpośrednie pobudzanie różnych obszarów mózgu z wykorzystaniem implantów stanie się rutynową procedurą w rehabilitacji osób niewidomych, głuchych, czy ogólnie kalekich, a także w leczeniu ludzie nadpobudliwych. • Stymulacja mózgu niemowląt zostanie wykorzystana do zapewnienia optymalnego rozwoju mózgu i zapobiegania zaburzeniom jego rozwoju; dysleksja, zaburzenia mowy, problemy z koncentracją uwagi, czy nauką języków obcych staną się w dużej mierze problemami "z prehistorii". Szybkość tych zmian może być jeszcze większa w następnej dekadzie.	• Rozwój medycznych BCI jest jedną z większych szans na najbliższe dwie dekady. Niestety, implanty będą mogły być przypuszczalnie stosowane również do kontrolowania osób, którym zostaną wszczepione • Stymulacja mózgu dzieci może przekształcić się w udoskonaloną wersję „prania mózgu" i kodowania różnych reakcji i przyzwyczajeń metodą imprintingu.

Oprócz powyższych scenariuszy możliwy jest także „**Scenariusz neutralny**", w którym rozwój technologii informacyjnych ulega osłabieniu, a dotychczasowe trendy eksponencjalne w rozwoju technologii podstawowych (np. prawo Moore'a) przechodzą w fazę nasycenia na krzywej logistycznej. Na możliwość takiego spowolnienia tempa rozwoju technologii informacyjnych wskazywali m.in. dr R. Scherer, czy Prof. I. Kaliszewski. W każdym wypadku należy jednak

spodziewać się większej penetracji już dostępnych i inkrementalnie ulepszanych technologii w coraz szerszych kręgach społeczeństwa.

Podczas dalszej dyskusji zdania ekspertów dotyczące możliwości zajścia poszczególnych zdarzeń, lub całych scenariuszy, były podzielone. Argumenty za spełnieniem się scenariusza „optymistycznego" podawali zwłaszcza Prof. W. Duch, który przedstawił listę najważniejszych wydarzeń tego scenariusza, a także Prof. J. Kacprzyk i Prof. A.M. Skulimowski. Z kolei Prof. I. Kaliszewski, Prof. A. Ligęza, i Prof. A.M. Skulimowski, który przedstawił sekwencje zdarzeń scenariusza „pesymistycznego", sceptycznie odnosili się do wszystkich lub niektórych prognoz, lub też do ich oddziaływania społecznego. Za aspekt rozwoju sztucznej inteligencji szczególnie istotny dla polskich firm z dziedziny robotyki, zwłaszcza dla producentów pojazdów autonomicznych, uznano trend szybkiego rozwoju technologicznego systemów podejmujących autonomicznie decyzje.

W projekcie sformułowano definicje *3* poziomów autonomii i dodatkowego poziomu kreatywności decyzji, które pozwalają na klasyfikację oprogramowania dla takich systemów (Skulimowski, 2011), a także dla systemów rekomendujących, dla których również prognozowany jest wzrost poziomu autonomii.

Warto zauważyć, że możliwe, a nawet bardziej prawdopodobne od każdego z powyższych scenariuszy jest równoczesne wystąpienie zjawisk pozytywnych i negatywnych, a także osłabienia tempa rozwoju różnych dziedzin.

15.7. Scenariusze rozwoju naukowo-technologicznego systemów informatyki kwantowej

W ramach Zadania 6 projektu analizowano wyzwania aplikacyjne, dokonano analizy potrzeb i zestawiono potencjalne zastosowania algorytmów kwantowych do roku 2025 z oczekiwanymi do tego czasu możliwościami implementacyjnymi. Analiza scenariuszy zastosowań oparta została o zebranie i opracowanie informacji patentowych na temat informatyki kwantowej i obliczeń molekularnych w podczas badań delfickich. Wynikiem tych badań są następujące trzy scenariusze, które dyskutowane były ponadto podczas seminariów, paneli i Konferencji Końcowej projektu.

Scenariusz umiarkowanego rozwoju informatyki kwantowej do roku 2025

- Nieznaczny wzrost na badania podstawowe i rozwojowe w dziedzinie informatyki kwantowej.
- Zachowawcze finansowanie badań eksperymentalnych w dziedzinie nanotechnologii i bioinżynierii.
- Rozwój algorytmów i zastosowań inspirowanych algorytmami kwantowymi np. w dziedzinie przetwarzania i rozpoznawania obrazów, algorytmów sztucznej inteligencji.
- Wdrażanie istniejących rozwiązań innowacyjnych w dziedzinie technologii kropek kwantowych (*Quantum Dots*) czy zintegrowanych układów fotonicznych (*Photonic Integrated Circuit*).

- Kontynuacja badań w zagranicznych i polskich ośrodkach naukowych zajmujących się do tej pory dziedziną technologii obliczeń kwantowych, przy zachowaniu niezmienionej liczby tych ośrodków.
- Procentowy udział komputerów kwantowych w rynku produkcji komputerów na świecie nie przekroczy *5*%.
- Procentowy udział komputerów kwantowych w rynku produkcji komputerów w Polsce nie przekroczy *0,1*%.
- Liczba wdrożonych instalacji komputerów kwantowych na świecie osiągnie *500*.
- Liczba wdrożonych instalacji komputerów kwantowych w Polsce nie przekroczy *10*.

Scenariusz dynamicznego rozwoju informatyki kwantowej do roku 2025

- Znaczący wzrost na badania podstawowe i rozwojowe ukierunkowane na tworzenie nowych i wykorzystanie istniejących rozwiązań w dziedzinie informatyki kwantowej.
- Organizowanie i budowanie nowoczesnych laboratoriów w dziedzinie nanotechnologii i bioinżynierii zdolnych do absorbcji aktualnych wyników z dziedziny technologii i teorii systemów kwantowych.
- Zahamowanie migracji kadry naukowej – specjalistów zajmujących się informatyką kwantową.
- Finansowanie wdrożeń pilotażowych zastosowań wyników informatyki kwantowej ze środków publicznych.
- Wykorzystanie technologii kropek kwantowych (*Quantum Dots*) czy zintegrowanych układów fotonicznych (*Photonic Integrated Circuit*) w rozwoju wysokowydajnych systemów kwantowego przetwarzania i kryptografii kwantowej.
- Procentowy udział komputerów kwantowych w rynku produkcji komputerów stacjonarnych na świecie może osiągnąć ok. *10*%.
- Procentowy udział komputerów kwantowych w rynku produkcji komputerów w Polsce nie przekroczy *1*%.
- Liczba wdrożonych instalacji komputerów kwantowych na świecie przekroczy *3000*.
- Liczba wdrożonych instalacji komputerów kwantowych w Polsce osiągnie wartość ok. *25*.

Scenariusz pesymistyczny rozwoju informatyki kwantowej w Polsce do roku 2025:

Scenariusz ten charakteryzuje się umiarkowanym rozwojem informatyki kwantowej w Polsce – wg Scenariusza 1, przy jednoczesnym dynamicznym postępie w tej dziedzinie w nauce światowej. Również postęp technologiczny w firmach zagranicznych nastąpi wg Scenariusza 2. Scenariusz ten związany jest z wystąpieniem ograniczenia finansowania badań w zakresie informatyki kwantowej w Polsce, przy jednoczesnym osłabieniu koniunktury gospodarczej oraz stagnacji lub spadku potencjału innowacyjnego polskich przedsiębiorstw.

Bardziej szczegółowa prezentacja badania delfickiego i pozostałych rezultatów w zakresie informatyki kwantowej, w tym szczegółowych parametrów scenariuszy rozwoju i wypływających z nich wniosków, zawarta jest w opracowaniu (Winiarczyk i in., 2012).

15.8. **Podsumowanie analizy scenariuszy**

Poniżej podajemy skrót najważniejszych wniosków wynikających z analizy rezultatów badań delfickich oraz z badań biblio- i patentometrycznych. Bardziej szczegółową dyskusję wyników tematycznych badania można znaleźć w rozdziałach dotyczących poszczególnych technologii społeczeństwa informacyjnego i ich obszarów aplikacyjnych oraz z publikacjach z opracowanymi rezultatami wybranych działów tematycznych projektu.

- Podstawą do formułowania optymistycznych scenariuszy dla poszczególnych zaawansowanych technologii badanych w ramach projektu SCETIST jest istnienie w naszym kraju znacznej ilości małych lub średnich firm innowacyjnych działających w sektorze IT. Firmy te prowadzą często własne badania lub współpracują – z reguły bez zawierania długoterminowych umów, a często tylko z wybranymi pracownikami naukowymi, bez instytucjonalnych umów – z ośrodkami naukowymi, a sukces we wdrażaniu nowych technologii jest w większej mierze odzwierciedleniem pozaekonomicznych warunków działania tych firm niż sytuacją makroekonomiczną naszego kraju. Wskazania ekspertów-respondentów ankiety co do wartości wskaźników wzrostu lub zaawansowania badanych technologii do roku 2025 tylko w niewielkim stopniu związane były z korelacjami z podstawowymi wskaźnikami makroekonomicznymi badanymi w Dziale 1 ankiety. W związku z tym stwarzanie korzystanego klimatu dla inwestycji technologicznych w sektorze MSP może okazać się kluczowym czynnikiem dla konkurencyjności polskich zaawansowanych technologii informatycznych.
- Ponadto o konkurencyjności oprogramowania produkowanego przez polskie firmy software'owe w perspektywie roku 2020 i później decydować będzie ich adaptacja do nowych trendów rozwojowych inteligentnego oprogramowania, zwłaszcza systemów eksperckich i wspomagania decyzji. Według respondentów ankiety delfickiej projektu SCETIST produktami dającymi najwięcej szans na ekspansje rynkową do roku 2025 są m.in. systemy wspomagania kreatywności i zarządzania kreatywnością, również w kontekście wykorzystania możliwości druku 3D, metody analityki predykcyjnej, holistyczne metody zarządzania zaufaniem, traktujące w homogeniczny sposób wszystkie źródła przetwarzanej informacji, metody analizy zdarzeń dyskretnych, zintegrowane w skali globalnej bazy wiedzy wykorzystujące inteligentne i dużej mierze autonomiczne sposoby wyszukiwania, selekcji i prezentacji znalezionej informacji. Dalsze szanse rozwojowe dla polskich firm informatycznych związane są z produkcją aplikacji wirtualnej

rzeczywistości, które upowszechniać się będą w kontekście rozwoju *e-commerce* i gier, udział w rozwoju i produkcji systemów robotyki dla górnictwa oraz robotów rehabilitacyjnych, a także systemów wizyjnych dla robotyki oraz rozwoju autonomicznych systemów decyzyjnych.

- W perspektywie roku 2025 zmianie mogą ulec powszechne sposoby korzystania z technik informacyjnych, zarówno do celów zawodowych, jak i prywatnych. Wyniki analizy trendów technologicznych, zwłaszcza w zakresie systemów wspomagania decyzji, rekomenderów i aplikacji *e-health* wskazują na potrzebę wprowadzenia dalszych regulacji legislacyjnych dotyczących ochrony wrażliwych danych użytkowników sieciowych systemów informacyjnych. Konieczne jest także stałe doskonalenie ochrony użytkowników przed innymi nieuczciwymi praktykami, takimi jak nierzetelna reklama w sieci, wprowadzanie w błąd co do źródeł przekazywanych informacji, nierzetelna selekcja i priorytetyzacja informacji przekazywanej użytkownikom Internetu.

Oprócz przedstawionych wyżej wniosków celowe jest również śledzenie globalnych trendów w zakresie informatyki kwantowej i molekularnej, ze zwróceniem szczególnej uwagi na prace aplikacyjne i na wspieranie polskich firm biotechnologicznych i informatycznych wchodzących na rynek obliczeń DNA. Obserwować należy również postępy w praktycznej implementacji komputerów kwantowych o dużej liczbie qubitów.

Ważnym zagadnieniem o znaczeniu praktycznym jest zapewnienie efektywnego przepływu informacji pomiędzy środowiskami naukowymi, a – z jednej strony - państwowymi i regionalnymi instytucjami administracji naukowej, a z drugiej – innowacyjnymi przedsiębiorstwami zainteresowanymi potencjalnymi wdrożeniami nowych rezultatów badawczych. Ze względu na długi cykl publikowania wyników badań w literaturze naukowej, transfer wiedzy jedynie poprzez studiowanie literatury naukowej i profesjonalnej nie jest efektywny, a ponadto nie wszystkie rezultaty badawcze mogą być podstawą formalnych publikacji z uwagi na ich zdolność patentową, lub osiągnięcie zdolności aplikacyjnej przed opracowaniem wyników w sposób spełniający wszystkie wymagania rygoru publikacyjnego. Z tego względu wskazane byłoby powołanie przy Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego wirtualnego lub zinstytucjonalizowanego „Obserwatorium nowych osiągnięć naukowych i technik informatycznych", którego celem byłoby zbieranie i analiza komunikatów badawczych od krajowych instytucji naukowych oraz indywidualnych badaczy zarejestrowanych w systemie informatycznym Obserwatorium. System ten powinien być wyposażony w funkcjonalności umożliwiające weryfikację kompetencji i innych danych podawanych przez zarejestrowanych ekspertów. W okresie trwałości projektu Zespół Wykonawczy projektu SCETIST podda sprawę utworzenia takiej instytucji pod konsultacje w środowisku informatyków-praktyków i naukowców.

Bibliografia Rozdziału 15

1. Bañuls, V.A.; Salmeron, J.L. (2011). Scope and Design Issues in Foresight Support Systems. International Journal of Foresight and Innovation Policy 7(4), 338-351.
2. Börjeson, L.; Höjer, M.; Dreborg, K.; Ekvall, T., Finnveden, G. (2006). Scenario types and techniques: towards a user's guide, Futures 38 (7), 723–739.
3. Dalkey, C. N.; Helmer-Hirschberg, O. (1962). An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts, RAND Memorandum No. RM-727/1-Abridged, s.27.
4. Gligor, V.; Wing, J.M. (2011). Towards a Theory of Trust in Networks of Humans and Computers. Lecture Notes in Computer Science, 7114, Security Protocols XIX, s. 223-242.
5. Gnatzy, T.; Warth, J.; von der Gracht, H.; Darkow, I.-L. (2011). Validating an innovative real-time Delphi approach - A methodological comparison between real-time and conventional Delphi studies, Technological Forecasting and Social Change 78(9) 1681-1694.
6. Gordon, T.; Pease, A. (2006). RT Delphi, An efficient, "round-less" almost real time Delphi method, Technological Forecasting and Social Change 73(4), 321–333.
7. Linstone, H.A.; Turoff, M. (Red.). (1975). The Delphi Method. Techniques and Applications. Electronic version © Harold A. Linstone, Murray Turoff, 2002, s.616.
8. Markmann, Ch.; Darkow, I.-L.; von der Gracht, H.A. (2013). A Delphi-based risk analysis — Identifying and assessing future challenges for supply chain security in a multi-stakeholder environment, Technological Forecasting and Social Change 80(9), 1815–1833.
9. Okoń-Horodyńska, E.; Skulimowski, A.M.J. (2010). Wykorzystanie rezultatów badawczych foresightu przy wspomaganiu decyzji strategicznych w przedsiębiorstwach. Chemik - Nauka-Technika-Rynek, 64, Nr 6, 440-450.
10. Okoń-Horodyńska, E.; Wisła, R.; Sierotowicz, T. (2011). Evaluation of the Development Potential of the Information Society in European Union Countries on the Basis of Patent Activity in the ICT Sector. Transformations in Business and Economics, 10(2A), art. 23A.
11. Rosen, R. (2012). Anticipatory Systems - Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations. Pergamon Press, London, 1985; 2nd Ed. Springer.
12. Rowe, G.; Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. International Journal of Forecasting, 15(4), 353-375.
13. Skulimowski, A.M.J. (2011a). Future Trends of Intelligent Decision Support Systems and Models. W: Park, J.J., Yang, L.T., Lee, C. (red.): FutureTech 2011, Part I., CCIS, Vol. 184, Springer, Berlin-Heidelberg, s. 11-20.
14. Skulimowski, A.M.J. (2011). Freedom of Choice and Creativity in Multicriteria Decision Making. In: Theeramunkong, T., Kunifuji, S., Sornlertlamvanich, V., Nattee, C. (eds.) KICSS 2010. LNCS (LNAI), vol. 6746, pp. 190-203. Springer, Heidelberg.
15. Skulimowski, A.M.J. (2011c). Fusion of Expert Information on Future Technological Trends and Scenarios. W: Kunifuji, S., Tang, X.J., Theeramunkong, T. (red.): Proc. of the 6th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems, Beijing, China, Oct. 22-24, 2011 (KICSS 2011), JAIST Press, Beijing, s. 10-20.
16. Skulimowski, A.M.J. (2012). Discovering Complex System Dynamics with Intelligent Data Retrieval Tools. In: Zhang, Y. et al. (eds.): Sino-foreign-interchange workshop on Intelligent Science and Intelligent Data Engineering IScIDE 2011,

Xi'an, China, Oct. 23-26, 2011, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7202, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 614-626.
17. Skulimowski, A.M.J. (2012). A foresight support system to manage knowledge on information society evolution, W: K. Aberer, A. Flache, W. Jager, L. Liu, J. Tang, Ch. Guéret (red.), Social Informatics: 4th International Conference, SocInfo 2012, Lausanne, Switzerland, December 5–7, 2012: Proceedings, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science 7710, s. 246–259.
18. Skulimowski, A.M.J. (2013). Universal intelligence, creativity, and trust in emerging global expert systems. W: L. Rutkowski et al. (red.), Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing, Zakopane, 2013, Springer, Berlin–Heidelberg, Lecture Notes in Artificial Intelligence 8195.
19. Skulimowski, A.M.J. (2012). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Processes. *Int. J. Systems Sci.* iFirst (artykuł opublikowany online 4.5.2012, przydział do t.45 potwierdzony przez Wydawcę) DOI:10.1080/00207721.2012.670308.
20. Skulimowski, A.M.J.; Cichy, B.; Czerni, M. (2012). Metody badań delfickich–ankieta delficka on-line W: Cichy B. (red.) Odpady nieorganiczne przemysłu chemicznego – foresight technologiczny, projekt WND-POIG.01.01.01-00-009/09: raport końcowy. Instytut Nawozów Sztucznych. Oddział Chemii Nieorganicznej „IChN", Instytut Ochrony Środowiska Państwowy Instytut Badawczy IOŚ – PIB, Fundacja Progress and Business, Gliwice, Warszawa, Kraków, s. 273–291.
21. Skulimowski, A.M.J.; Szymlak, E.; Stasiak, K.; Czerni, M. (2010). Metodyka badań delfickich on-line trendów rozwojowych technologii społeczeństwa informacyjnego. Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025, WND-POIG.01.01.01-00-021/09, Zad.2. Raport Techniczny Fundacji Progress & Business, Kraków.
22. Tadeusiewicz, R. (2005). O potrzebie naukowej refleksji nad rozwojem społeczeństwa informacyjnego. W: G. Bliźniuk, J.S. Nowak (red.). Społeczeństwo informacyjne 2005. PTI, Katowice, s.11-38.
23. Tapio, P. (2003). Disaggregative policy Delphi: using cluster analysis as a tool for systematic scenario formation, Technological Forecasting and Social Change 70(1), 83-101.
24. von der Gracht, H.A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies: Review and implications for future quality assurance, Technological Forecasting and Social Change 79(8), 1525-1536.
25. Walden, P.; Carlsson, C.; Liu, S. (2000). Industry foresight with intelligent agents. Human Systems Management 19(3), 169-180.
26. Warth, J.; von der Gracht, H.A.; Darkow, I.-L. (2013). A dissent-based approach for multi-stakeholder scenario development - The future of electric drive vehicles, Technological Forecasting and Social Change 80(4), 566-583.
27. Winiarczyk R.; Gawron P.; Miszczak J.A.; Pawela Ł.; Puchała Z. (2013). Analysis of patent activity in the field of quantum information processing. Int. J. of Quantum Information 11, art. nr 1350007.
28. Winiarczyk R. i in. (2012). Ewolucja pojęć informatyki kwantowej -trendy do roku 2025. Raport Techniczny projektu SCETIST, IITiS PAN, Gliwice.

Streszczenie. W niniejszym rozdziale przedstawiono najwazniejsze scenariusze będące wynikami projektu foresightowego pt. „Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025” (akronim SCETIST) zrealizowanego w latach 2010-2013 przez konsorcjum w składzie Fundacja Progress & Business w Krakowie (Lider Projektu), Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie. Zaproponowany został opracowany na potrzeby projektu SCETIST zestaw metod analizy scenariuszowej oparty o tzw. scenariusze elementarne i sieci antycypacyjne. Przy pomocy tych metod dla każdej analizowanej technologii utworzone zostały zestawy scenariuszy głównych. Są to m.in. scenariusze procesów ekonomiczno-społecznych oraz podstawowych aplikacji, produktów i wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego zorientowanych na użytkownika końcowego, takich jak m-health (tzw. „mobilne zdrowie”), czy e-learning, scenariusze rozwoju technologicznego i perspektyw rynkowych zaawansowanego oprogramowania dla przedsiębiorstw, w tym zwłaszcza systemów wspomagania decyzji (SWD), rekomenderów i aplikacji webowych klasy ERP-CMS działających w tzw. chmurze oraz scenariusze rozwoju naukowo-technologicznego i implikacji społecznych systemów neurokognitywnych i wizyjnych, oraz powiązane z nimi scenariusze rozwoju systemów autonomicznych opartych o metody sztucznej inteligencji.

Słowa kluczowe: Scenariusze, Społeczeństwo informacyjne, Foresight technologiczny, Grupowe wspomaganie decyzji.

Rekomendacje i wnioski końcowe

16

Andrzej M.J. Skulimowski,
Jerzy Klamka,
Ewa Okoń-Horodyńska

16.1. **Wprowadzenie**

Rekomendacje przedstawione w niniejszym opracowaniu są końcowymi wnioskami z paneli eksperckich, uwzględniają uwagi i komentarze ekspertów przedstawione w ankietach delfickich oraz dyskusję podczas Konferencji Końcowej Projektu, która odbyła się w Krakowie w dniu 14 marca 2013 r. Ponadto uwzględnione zostały wnioski ze szczegółowych opracowań wykonywanych przez ekspertów projektu we wszystkich dziedzinach objętych badaniami, tj.

1. Trendy rozwojowe i scenariusze podstawowych aplikacji, produktów i zorientowanych na użytkownika końcowego technologii społeczeństwa informacyjnego objęte Zadaniem 3 projektu;
2. Trendy rozwojowe podstawowego zaawansowanego oprogramowania objętego badaniami Zadania 4, tj. wskazane przez interesariuszy jako najbardziej istotne dla polskiego sektora IT klasy systemów wspomagania decyzji i systemów eksperckich;
3. Wybrane w podobny sposób, jak w Zad. 4 klasy systemów wizyjnych, interfejsy neurokognitywne i ich oprogramowanie, które były przedmiotem badań w Zad. 5;
4. Systemy informatyki kwantowej z odniesieniem do wybranych zagadnień informatyki molekularnej badane w ramach Zadania 6.

oraz

5. Badania potencjału polskich ośrodków badawczych w dziedzinach technologii i nauki objętych zakresem badań niniejszego projektu.

Rekomendacje obejmują także zagadnienia związane z otoczeniem polityczno-organizacyjnym badań w zakresie zaawansowanych technologii społeczeństwa informacyjnego, w szczególności:

1. Wybór metod foresightu i planowania strategicznego, perspektywy rozwojowe i zakres zastosowań tych metod w odniesieniu do zaawansowanych technologii informatycznych.
2. Organizacja procesu badawczego w zakresie zaawansowanych technologii i wsparcia dla tych badań w nowej perspektywie budżetowej UE.
3. Propozycje dotyczące organizacji badań foresightowych wynikłe z analizy przebiegu realizacji niniejszego projektu.

Powyższe zagadnienia przedstawione są w kolejnych podrozdziałach niniejszego opracowania. Ponadto w podrozdziale 4 przedstawiamy zbiorczą listę rekomendacji dotyczących obszarów technologiczno-badawczych objętych badaniami niniejszego projektu zestawioną z punktu widzenia potrzeb i możliwości polskich instytucji badawczych i firm sektora IT. Dalsza część tego podrozdziału poświęcona jest omówieniu perspektyw i propozycji kontynuacji badań przeprowadzonych w ramach Projektu.

Odbiorcami, do których kierowane są przedstawione tu rekomendacje, są przede wszystkim:

- Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego – w zakresie dotyczącym polityki badawczej, systemu organizacyjnego badań naukowych w Polsce, form i zakresu ich wsparcia, a także wsparcia udziału polskich zespołów w projektach badawczych finansowanych ze środków Komisji Europejskiej,
- Agencje rządowe i fundacje, których celem jest organizacja i wspieranie badań naukowych w Polsce, takie jak Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Narodowe Centrum Nauki, Fundacja na rzecz Nauki Polskiej i in.,
- Pozostałe Instytucje Zarządzające i Pośredniczące funduszy strukturalnych, z których finansowane są badania naukowe i prace rozwojowe z zakresu informatyki i nauk pokrewnych,
- Polskie instytucje badawcze prowadzące badania w dziedzinach objętych niniejszym Projektem,
- Polskie firmy informatyczne produkujące zaawansowane oprogramowanie i oferujące specjalistyczne usługi, zwłaszcza z zakresu systemów wspomagania decyzji, systemów eksperckich i wizyjnych oraz dostarczające oprogramowanie użytkowe z tego zakresu.

W kolejnym podrozdziale przedstawimy wyniki badania potencjału polskich ośrodków badawczych w dziedzinach technologii i nauki objętych zakresem badań niniejszego projektu.

16.2. Wyniki badania potencjału polskich ośrodków badawczych w dziedzinach technologii i nauki wchodzących w zakres badań projektu SCETIST

16.2.1 Metodyka badań

Badanie krajowego potencjału naukowego przeprowadzono w ramach Zadania 1 projektu w pierwszej kolejności dla Polski, a następnie – w związku z możliwością zastosowania tych wyników przy tworzeniu Regionalnej Strategii Innowacji – szczegółowe wyniki opracowano również dla Województwa Małopolskiego. Zebrano także materiały charakteryzujące potencjał badawczy wybranych instytutów PAN i jednostek badawczo-rozwojowych (JBR), głównie z Województwa Śląskiego, zidentyfikowanych jako potencjalnych partnerów projektów 7. Programu Ramowego w zakresie objętym badaniami Projektu, na podstawie ofert współpracy zgłaszanych do Centrum Transferu Technologii Lidera Projektu. Materiały te zawarte są w opracowaniu pomocniczym, a rekomendacje dotyczące możliwości udziału w konsorcjach projektowych przekazano zainteresowanym.

Podstawową metodologią badawczą dla prac przedstawionych w niniejszym rozdziale była analiza bibliograficzna na podstawie zawartości bazy Web of Science (dalej: WoS). Badanie polegało na porównaniu ilości wystąpień danych technologii

w istotnych publikacjach naukowych wydawanych w czasopismach i wydawnictwach konferencyjnych o światowym zasięgu, biorąc do porównania liczby publikacji autorów z całego świata (tj. bez ograniczeń geograficznych afiliacji), a następnie artykuły, których przynajmniej jeden z autorów podał afiliację instytucji zlokalizowanej w Polsce, oraz – w ostatniej analizowanej grupie - w Województwie Małopolskim. Pod uwagę wzięto publikacje indeksowane w bazie „Web of Science" utrzymywanej przez Thomson Reuters, która jest obecnie powszechnie uznawana za wyznacznik standardu jakości publikacji. Konstruując zapytania eksperci projektu wskazali w tabeli wszystkie istotne synonimy odrębnie dla każdej dziedziny, począwszy od synonimów podstawowych słów kluczowych, poprzez bliskoznaczne określenia dziedzin aplikacyjnych i haseł pomocniczych określających kontekst. Wyrażenia złożone odpowiadające poszczególnym synonimom składały się z encji pierwotnych połączonych za pomocą odpowiednich operatorów logicznych.

Potencjał badano dla następujących grup technologii objętych zakresem Projektu:

1. Różnych poddziedzin Systemów Wspomagania Decyzji, zgodnie z zakresem Zad. 4 projektu.
2. Regułowych systemów eksperckich, zgodnie z zakresem Zad. 4 projektu.
3. Systemów rekomendujących, zgodnie z zakresem Zad. 4 projektu.
4. Systemów informacyjnych przedsiębiorstw klasy ERP, zgodnie z zakresem Zad. 4 projektu.
5. Systemów zarządzania uczeniem się (*Learning management systems*, LMS), zgodnie z zakresem Zad. 4 i 5 projektu.
6. Interfejsów mózgowych (*Brain-Computer Interfaces*, BCI), zgodnie z zakresem Zad. 5 projektu.
7. Zastosowań informatyki w medycynie („*e-Health*"), ze szczególnym uwzględnieniem telemedycyny, *m-Health* oraz *w-Health*, zgodnie z zakresem Zad. 4 i 5 projektu.
8. Systemów wizyjnych, systemów monitoringu optycznego, zgodnie z zakresem Zad. 5 projektu.
9. Systemów autonomicznych, zgodnie z zakresem Zad. 4 i Zad.5 projektu;
10. Repozytoriów i baz wiedzy.

Badanie krajowego potencjału badawczego w zakresie informatyki kwantowej i molekularnej (Zad. 6 projektu), które – za względu na niewielką wciąż ilość ośrodków naukowych i badaczy ma charakter uproszczony - przeprowadzą specjaliści konsorcjanta IITiS PAN, a jego wyniki podane zostaną w odrębnym raporcie.

Szczegółowe zapytania zastosowane do selekcji publikacji do badań podane są w kolejnym rozdziale.

Badanie zrealizowane w ramach Zadania 1 oparto na danych z lat: 2000 – 2012 i częściowo – z uwagi na niepełne dane – również 2013, analizując liczbę wystąpień publikacji spełniającej warunki zapytania w każdym roku badanego okresu. Na tej podstawie wyodrębnione zostały trendy ilościowe badań naukowych związanych z rozwojem technologii społeczeństwa informacyjnego powiązanych z zapytaniami w ww. okresie oraz wyznaczono prognozy rozwoju potencjału naukowego w Polsce

i/lub w Małopolsce do roku 2025. Wyniki te przedstawione są w kolejnym podrozdziale.

Podstawowym elementem metodologii badań było zdefiniowanie i wyznaczenie wartości wskaźników opisujących w adekwatny sposób potencjał naukowy krajowych instytucji: zwłaszcza uniwersytetów, politechnik, instytutów PAN i JBR. Dla obliczonych dla każdego roku z okresu 2000 - 2012 „Wskaźników potencjału badawczego" wyznaczono trendy liniowe umożliwiające prognozę ich wartości w horyzoncie prognostycznym niniejszego projektu, tj. do roku 2025.

Obliczone wartości posłużyły do priorytetyzacji obszarów badawczych ze względu na dotychczasową oraz prognozowaną „względną siłę" badań prowadzonych w poszczególnych dziedzinach w Polsce na tle opublikowanych badań światowych. Podobnej analizy dokonano następnie także dla Małopolski, porównując wskaźniki wyznaczone dla Regionu zarówno z charakterystykami świata, jak i Polski. Wyniki priorytetyzacji podane są w podrozdz. 16.2.2.

Wprowadzono również wskaźnik względnej siły firm w Małopolsce dostarczających daną technologię (wg badań foresightowych prowadzonych w ostatnim roku przez konsorcjum kierowane przez Krakowski Park Technologiczny Sp. z o.o.), a następnie utworzono iloczyn obu wskaźników. Wynikiem analizy wielokryterialnej uwzględniającej zależności potencjału naukowego i możliwości wdrożeń w istniejących przedsiębiorstwach będą rekomendacje dotyczące priorytetowych obszarów współpracy instytucji naukowych i przedsiębiorstw, które będą przedstawiane podczas seminariów i konferencji organizowanych w ramach Projektu oraz przekazywane bezpośrednio zainteresowanym.

16.2.2 Wyniki analizy bibliometrycznej

Zapytania i wyniki poszukiwania w bazie „Web of Science"

Dla obszarów badawczych Zadań 4 i 5 Projektu, zastosowano zapytania podane w Tab. 16.1 niżej.

Tab. 16.1. Zapytania dla badanych obszarów technologicznych

Lp.	Technologie z zakresu Zadań 4 i 5	Zastosowane zapytania
1.	SWD (DSS)	("decision support system$" OR DSS OR ("decision support" AND (algorithm OR procedure))
2.	Metody wielokryterialne (Multicriteria)	(multicriteria OR multiobjective OR "multi criteria" OR "multiple criteria" OR "multi objective" OR (bicriteria) OR (tricriteria) OR Pareto) AND (optimization OR (optimization) OR (analysis) OR (optimality) OR "decision aid" OR "decision making" OR "decision analysis" OR decision theory")
3.	Wielokryterialne SWD	#DSS + #Multicriteria
4.	Finansowe SWD	("system analysis" OR "benchmarking local government unit$" OR "Business Intelligence" OR (BI) OR "planning the budget$" OR "Management Information System$"

Lp.	Technologie z zakresu Zadań 4 i 5	Zastosowane zapytania
		OR "Transaction Processing System$" OR (TPS) OR (MIS) OR (MRP) OR "Money Resource Planning") AND #SWD
5.	Medyczne SWD	("health" OR "medical" OR "clinical" OR "clinical decision$" OR "diagnosis" OR "diagnostic process" OR "medical logic module" OR "MLM" OR "Injury Severity Score$" OR "randomized controlled trial" OR "Clinical Pathways") AND #SWD
6.	Systemy regułowe	("Rule Based System$" OR ("forward chaining") OR ("backward chaining") OR (("Production rule$" AND "expert system")) OR ("Inference engine") OR ("rule based" AND "expert") OR "diagnostic expert system")
7.	Systemy rekomendujace (RS)	("Recommender$" OR "recommendation system$" OR "recommendation engin$" OR "collaborative filtering")
8.	Systemy rekomendujące w edukacji	#RS AND („educational recommendation$” OR („course recommendation$”) OR („school recommendation$”) OR („university recommendation$”) OR „faculty recommendation$”
9.	Systemy rekomendujące w nauce	#RS AND (publications OR „research paper$” OR “scholarly articles”)
10.	LMS	("learning management system$" OR "e-learning" OR "m-learning" OR "mobile learning" OR LMS)
11.	Systemy informacyjne przedsiębiorstw klasy ERP	("Enterprise Information System$" OR "e-commerce" OR (ERP NOT medicine) OR (ERM) OR “Enterprise Resource Planning” OR “Enterprise Resource Management”) OR ("Client Relationship Management" OR CRM)
12.	CRM	("Client Relationship Management" OR CRM)
13.	e-Health	("e-Health" OR "electronic health" OR "eHealth")
14.	mHealth	mHealth OR "m-health" OR "mobile health" NOT "mobile health vehicle" NOT "mobile health unit" NOT "mobile health wagon" NOT "mobile health van" NOT "mobile health bus" NOT "mobile health unit" NOT "mobile health wagon"
15.	wHealth	"Body area network$" OR "Body area sensor$ network$" OR "wearable health" OR wHealth OR "w-Health"
16.	Telemedycyna	telemedicine OR telemedical
17.	Podstawowe technologie “mobilnego zdrowia”	#mHealth OR #wHealth
18.	Wszystkie technologie “mobilnego zdrowia”	#mHealth OR #wHealth OR #telemedycyna
19.	BCI	(BCI OR "brain computer interface$" OR ("wireless OR direct) AND (“human computer interface$" OR “human machine interface” OR (neurostimulation OR Neuromodulation) AND interface)
20.	Systemy autonomiczne	((Autonomous AND agent$) OR (autonomic AND agent$) OR ((Autonomous OR autonomic) AND ("without remote control")) AND ((robot$ OR vehicle$)

Lp.	Technologie z zakresu Zadań 4 i 5	Zastosowane zapytania
		OR "mining machines") OR "UAV" OR ("unmanned autonomous"))
21.	Repozytoria i bazy wiedzy	("Knowledge repository" OR "information repository" OR "data repository" OR “digital library” OR “large scale knowledge base” OR (“big data” AND “knowledge base”))
22.	Systemy wizyjne	("computer vision" OR "pattern recognition" OR "image analysis" OR "image understanding" OR "robot vision" OR "robot sensor$") OR (("robot vision" OR "robot sensor$") OR “robot visual”) OR ("optical monitoring" OR (("visual OR optical") AND "surveillance system$") OR "visual monitoring")
22.	Systemy wizyjne robotów	(("robot vision" OR "robot sensor$") OR “robot visual”)
23.	Systemy i wspomaganie monitoringu wizyjnego	("optical monitoring" OR (("visual OR optical") AND "surveillance system$") OR "visual monitoring")
24.	Wszystkie technologie wizyjne	#Systemy wizyjne OR #Systemy wizyjne robotów OR #Systemy i wspomaganie monitoringu wizyjnego

Każde z zapytań stosowane było z dodatkową specyfikacją obszaru geograficznego afiliacji autorów (Pole „Address” w Web of Science):

- bez ograniczeń obszaru (wyniki w Tab. 16.2.);
- „*Address*” = „Poland” (wyniki w Tab. 16.3.);
- „*Address*” = „Kraków OR Tarnów OR Nowy Sącz” (wyniki w Tab. 16.4.).

Po zastosowaniu zapytań podanych w Tab. 16.1 otrzymano wartości wystąpień encji określających poszczególne technologie i dziedziny ich zastosowań w metadanych publikacji indeksowanych w WoS w każdym roku badanego okresu. Wyniki te podane są w Tab. 16.2., Tab. 16.3. oraz Tab. 16.4. niżej:

Tab. 16.2. Liczba publikacji indeksowanych w Web of Science odnoszących się do badanych technologii (wartości globalne – bez ograniczeń geograficznych afiliacji autorów)

Zgodne z zakresem Zadania 4.												
Rok\ilość wystąpień	**SWD**	**Multicriteria SWD**	**Wielokryterialne SWD**	**SWD w finansach**	**SWD w medycynie**	**Systemy regulowe**	**Systemy rekomendujące**	**Systemy rekomendujace w edukacji**	**Systemy rekomendujące w nauce**	**LMS**	**Systemy informacyjne przedsiębiorstw klasy ERP**	**CRM**
2000	1088	499	1314	15	172	251	41	0	0	395	852	190
2001	1039	552	1316	15	159	209	54	0	0	431	975	227

2002	1151	619	1472	20	156	248	98	0	0	537	1077	236
2003	1272	883	1927	17	188	241	160	0	0	703	1130	233
2004	1468	1 023	2057	26	238	250	233	0	6	1 183	1221	343
2005	1668	1321	2494	26	256	290	290	0	5	1248	1460	333
2006	1912	1644	2940	28	317	267	317	2	1	1383	1414	363
2007	2384	2110	3758	30	422	336	497	1	5	1922	1670	434
2008	2550	2419	4123	53	438	387	596	1	4	2249	2084	483
2009	3002	3074	5126	54	552	418	729	1	9	2341	2252	460
2010	2702	2845	4667	42	543	308	542	0	3	2060	1774	447
2011	2863	3048	5022	48	627	335	650	3	6	2292	1869	453
2012	3161	3644	5749	55	729	357	718	0	10	2425	1774	478

Zgodne z zakresem Zadania 5.													
Rok\ilość wystąpień	**e-Health**	**mHealth**	**wHealth**	**Telemedycyna**	**Podstawowe technologie “mobilnego zdrowia”**	**Wszystkie technologie “mobilnego zdrowia”**	**BCI**	**Systemy autonomiczne**	**Repozytoria i bazy wiedzy**	**Systemy wizyjne**	**Systemy wizyjne robotów**	**Systemy i wspomaganie monitoringu wizyjnego**	**Wszystkie technologie wizyjne**
2000	54	6	0	472	6	467	72	749	237	3947	41	67	4015
2001	56	1	0	493	1	484	55	710	181	3960	35	53	4020
2002	73	5	2	399	7	399	82	909	186	4181	69	52	4237
2003	88	6	7	418	13	415	170	1029	266	4642	59	68	4712
2004	142	6	11	433	17	441	176	1129	390	5 048	54	70	5120
2005	242	23	38	550	61	594	238	1367	340	5354	77	79	5438
2006	357	22	50	582	72	639	302	1649	369	5934	101	89	6031
2007	461	33	81	611	114	704	380	1868	344	6737	107	96	6839
2008	577	43	110	718	153	846	466	1921	359	6861	129	95	6964
2009	769	62	201	777	263	999	587	2152	407	7159	108	95	7262
2010	789	67	145	633	212	820	554	1835	323	6 688	89	106	6796
2011	1050	97	194	769	291	1035	707	1939	292	7 375	60	93	7484
2012	1261	207	275	781	482	1217	809	2438	348	8 280	98	108	8398

Tab. 16.3. Liczba publikacji indeksowanych w WoS odnoszących się do badanych technologii wydanych w Polsce w latach 2000-2012

Zgodne z zakresem Zadania 4.												
Rok\Ilość wystąpień	**SWD**	**Multicriteria**	**Wielokryterialne SWD**	**SWD w finansach**	**SWD w medycynie**	**Systemy regulowe**	**Systemy rekomendujące**	**Systemy rekomendujace w edukacji**	**Systemy rekomendujace w nauce**	**LMS**	**Systemy informacyjne przedsiębiorstw klasy ERP**	**CRM**
2000	14	9	16	0	0	7	1	0	0	1	2	2
2001	15	12	23	1	0	11	0	0	0	5	1	3
2002	18	8	21	1	1	5	1	0	0	5	4	10
2003	14	12	25	1	2	2	3	0	0	4	6	4
2004	19	15	26	1	3	8	3	0	0	5	6	3
2005	20	12	27	0	5	8	4	0	0	9	15	4
2006	27	25	40	2	2	9	5	0	0	17	10	8
2007	39	29	60	0	5	12	6	0	0	25	12	10
2008	42	37	65	0	6	13	6	0	0	18	11	4
2009	61	39	71	1	4	8	7	0	0	22	13	8
2010	43	38	68	1	7	13	5	0	0	34	19	9
2011	53	41	73	0	3	15	14	0	0	30	18	11
2012	62	45	82	1	12	14	8	0	0	35	26	13

Zgodne z zakresem Zadania 5.													
Rok\Ilość wystąpień	**e-Health**	**mHealth**	**wHealth**	**Telemedycyna**	**Podstawowe technologie "mobilnego zdrowia"**	**Wszystkie technologie "mobilnego zdrowia"**	**BCI**	**Systemy autonomiczne**	**Repozytoria i bazy wiedzy**	**Systemy wizyjne**	**Systemy wizyjne robotów**	**Systemy i wspomaganie monitoringu wizyjnego**	**Wszystkie technologie wizyjne**
2000	0	0	0	2	0	2	0	3	1	38	0	0	38
2001	0	0	0	5	0	5	0	2	1	64	0	0	64
2002	0	0	0	0	0	0	1	1	1	70	0	2	72

2003	0	0	0	1	0	1	2	5	3	69	1	2	72
2004	0	0	0	2	0	2	0	4	6	85	0	0	85
2005	2	1	0	3	1	4	1	4	9	98	0	1	99
2006	4	0	1	9	1	9	3	8	7	91	1	1	93
2007	7	0	0	6	0	4	2	10	6	131	1	3	135
2008	3	0	0	6	0	5	3	8	22	133	2	1	136
2009	3	0	0	6	0	5	2	21	14	139	0	3	142
2010	6	0	0	12	0	8	6	15	17	159	1	5	165
2011	2	1	2	13	3	11	7	14	13	144	0	2	146
2012	6	1	3	15	4	16	17	19	21	183	0	4	187

Tab. 16.4. Liczba publikacji indeksowanych w WoS odnoszących się do badanych technologii wydanych w Województwie Małopolskim w latach 2000-2012

Zgodne z zakresem Zadania 4.												
Rok\Ilość wystąpień	**SWD**	**Multicriteria**	**Wielokryterialne SWD**	**SWD w finansach**	**SWD w medycynie**	**Systemy regulowe**	**Systemy rekomendujące**	**Systemy rekomendujace w edukacji**	**Systemy rekomendujace w nauce**	**LMS**	**Systemy informacyjne przedsiębiorstw klasy ERP**	**CRM**
2000	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2001	2	2	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0
2002	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2003	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2004	1	2	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0
2005	4	2	3	0	1	4	1	0	0	0	0	0
2006	4	3	6	0	1	4	0	0	0	2	0	1
2007	6	8	13	0	2	5	0	0	0	5	2	5
2008	7	10	15	0	2	6	0	0	0	3	2	0
2009	5	6	9	0	2	2	0	0	0	5	2	3
2010	3	9	12	0	1	4	0	0	0	1	1	2
2011	7	8	13	0	1	8	2	0	0	5	2	2
2012	9	8	12	1	0	3	0	0	0	4	5	4

Zgodne z zakresem Zadania 5.													
Rok\ilość wystąpień	**e-Health**	**mHealth**	**wHealth**	**Telemedycyna**	**mHealth OR wHealth**	**Wszystkie technologie "mobilnego zdrowia"**	**BCI**	**Systemy autonomiczne**	**Repozytoria i bazy wiedzy**	**Systemy wizyjne**	**Systemy wizyjne robotów**	**Systemy i wspomaganie monitoringu wizyjnego**	**Wszystkie technologie wizyjne**
2000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0	0	8
2001	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15	0	0	15
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	12
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	9	15	0	0	15
2004	0	0	0	1	0	1	0	1	9	14	0	0	14
2005	0	0	0	1	0	1	0	0	1	15	0	0	15
2006	3	0	1	2	1	2	0	1	0	10	0	0	10
2007	3	0	0	0	0	0	0	1	2	26	1	1	27
2008	0	0	0	0	0	0	0	2	1	32	0	0	32
2009	1	0	0	2	0	1	0	2	0	32	0	1	33
2010	3	0	0	4	0	1	0	0	3	40	0	2	42
2011	0	0	2	5	2	4	0	2	1	27	0	0	27
2012	1	1	2	4	3	5	0	1	3	43	0	0	43

16.2.3. Prognozy i analiza wielokryterialna potencjału naukowego Polski

Na podstawie danych zebranych w Tab. 16.2., Tab. 16.3 oraz Tab. 16.4. wyznaczono następujący ranking dziedzin badawczych z punktu widzenia perspektyw utrzymania lub rozszerzenia udziału w światowych badaniach, utrzymania lub rozszerzenia wpływu na rozwój w polskich firmach zawansowanego oprogramowania stosującego wyniki badawcze polskich ośrodków naukowych (Tab. 16.5).

„Wskaźniki potencjału" dla Polski P_1 i Małopolski, P_2, zdefiniowane zostały jako względne ilości publikacji na temat danej technologii w Polsce (w stosunku do ilości publikacji na świecie) oraz w Małopolsce (w stosunku do ilości publikacji w Polsce), tj. jako:

$$\boldsymbol{P_1} = \frac{\textit{ilość publikacji na dany temat w Polsce}}{\textit{ilość publikacji na dany temat na świecie}} \tag{16.1}$$

$$P_2 = \frac{\textit{ilość publikacji na dany temat w Małopolsce}}{\textit{ilość publikacji na dany temat w Polsce}} \quad (16.2)$$

Wartości tych wskaźników dla poszczególnych badanych obszarów badawczych i technologicznych podane są w tabelach niżej.

Tab. 16.5. Wartości „Wskaźników potencjału badawczego" P_1 i P_2 dla okresu 2000-2012

Lp.	Dziedziny	Ilość publikacji świat	Ilość publikacji Polska	Ilość publikacji Małopolska	P_1	P_2
1.	SWD	26260	427	49	0,016	0,115
2.	Multicriteria	23681	322	61	0,014	0,189
3.	#1 OR #2	41965	597	94	0,014	0,157
4.	SWD w finansach	429	9	1	0,021	0,111
5.	SWD w medycynie	4797	50	10	0,010	0,200
6.	Systemy regułowe	3897	125	42	0,032	0, 336
7.	Systemy rekomendujące	4925	63	4	0,013	0,063
8.	Systemy rekomendujące w edukacji	8	0	0	0	0
9.	Systemy rekomendujące w nauce	49	0	0	0	0
10.	LMS	19169	210	25	0,011	0,119
11.	Systemy informacyjne przedsiębiorstw klasy ERP	19552	143	14	0,007	0,098
12.	CRM	4680	89	19	0,019	0, 213
13.	e-Health	5919	33	11	0,006	0,333
14.	mHealth	578	3	1	0,005	0,333
15.	wHealth	1114	6	5	0,005	0,833
16.	Telemedycyna	7636	80	20	0,010	0,250
17.	#14 OR #15	1692	9	6	0,005	0,667
18.	#14 OR #15 OR #16	9060	72	16	0,008	0,222
19.	BCI	4598	44	0	0,010	0,000
20.	Systemy autonomiczne	19695	114	10	0,006	0, 088
21.	Repozytoria i bazy wiedzy	4042	121	30	0,030	0, 248
22.	Systemy wizyjne	76 166	1 404	289	0,018	0,210
23.	Systemy wizyjne robotów	1027	6	1	0,006	0,167
24.	Wspomaganie monitoringu	1071	24	4	0,022	0,167
25.	#22OR#23OR #24	77316	1439	295	0,019	0,205

Następnie na podstawie zebranych danych opracowano prognozy wskaźników potencjału naukowego badanych dziedzin do roku 2025. Prognozy te zostały wyznaczone metodą podwójnego wygładzania wykładniczego (metoda Holta wg Zeliaś, Pawełek, Wanat; 2003), tj.

$$F_{t-1} = \alpha\gamma_{t-1} + (1-\alpha)(F_{t-2} + S_{t-2}) \quad (16.3)$$

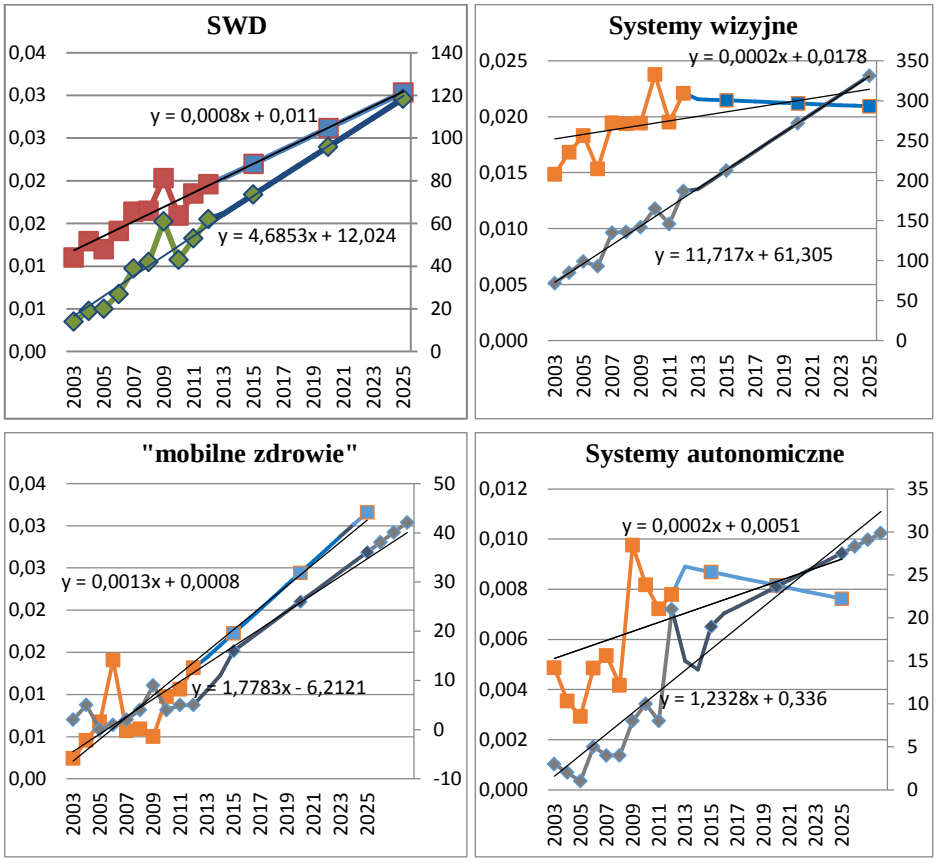
$$S_{t-1} = \beta(F_{t-1} - F_{t-2}) + (1-\beta)\, S_{t-2} \quad (16.4)$$

gdzie:

F_{t-1}- wygładzona wartość z prostego modelu wygładzania wykładniczego (ocena wartości średniej na okres *t-1),*

S_{t-1} –wygładzony przyrost trendu na okres *t-1*

α i β - parametry modelu należące do przedziału [0,1].



Rys. 16.1. Prognoza rozwoju badań w zakresie wybranych technologii w Polsce na podstawie wskaźnika P_1. Prawa oś pionowa oznacza wartość wskaźnika P_1, lewa oś oznacza liczbę publikacji w danym roku w Polsce, a oś pozioma – odpowiadający danej wartości rok. Krzywa oznaczona kolorem czerwonym przedstawia rzeczywistą wartość wskaźnika P_1, kolorem zielonym liczbę publikacji, a kolorem niebieskim odpowiadające im prognozy.

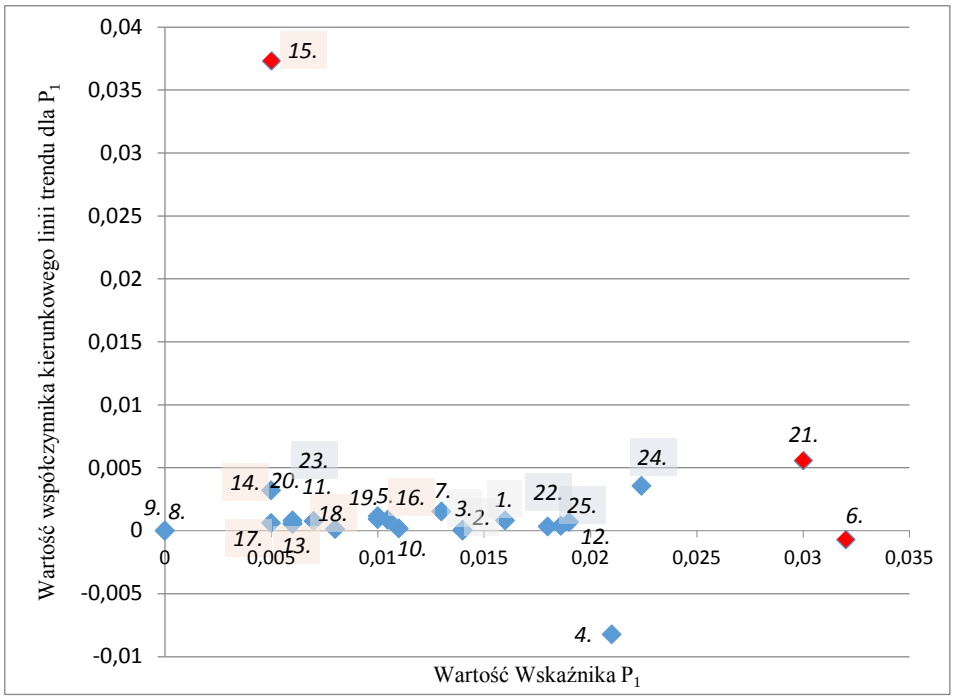
Metoda Holta, zwana tez metoda trendu adaptacyjnego, pozwala na wyznaczenie współczynników kierunkowych liniowych trendów obliczanych na koniec okresu obserwacji. Rys. 16.1 przedstawia prognozę wartości współczynnika P_1 dla systemów wspomagania decyzji (SWD) do roku 2025 otrzymaną metodą trendu adaptacyjnego Holta. Podobne obliczenia wykonano dla wszystkich pozostałych analizowanych obszarów, otrzymując wartości współczynników kierunkowych czasowego trendu liniowego P_1, a następnie również (dla Małopolski) P_2.

Wyniki prognoz pozwalają na określenie kierunków zmiany względnej siły obszarów badawczych w Polsce w prognozowanym okresie. Wraz z obserwowaną obecnie średnią wartością wskaźnika względnego P_1 w okresie 2000-2012 (P_2 w przypadku analizy dla regionu Małopolski), biorąc także pod uwagę wartość wskaźnika bezwzględnego, tj. całkowitej ilości publikacji, możliwe jest zastosowanie analizy wielokryterialnej do wyznaczenia krajowych i/lub regionalnych priorytetów badawczych w dziedzinach objętych zakresem niniejszego Projektu. Podsumowaniem tych rezultatów będą rekomendacje przekazane decydentom krajowej polityki naukowej.

Tab. 16.6. Współczynniki charakteryzujące potencjał Polski (P_1) i Małopolski (P_2) w wybranych obszarach technologicznych

Lp.	Obszary technologiczne	P_1 (2000-2012)	Współczynnik kierunkowy linii trendu dla P_1	P_2 (2000-2012)	Współczynnik kierunkowy linii trendu dla P_2
1.	SWD	0,016	0,0008	0,115	-0,0027
2.	Multicriteria	0,014	0,0000	0,189	0,0080
3.	#1 OR #2	0,014	0,0001	0,157	0,0079
4.	SWD w finansach	0,021	-0,0082	0,111	0,0420
5.	SWD w medycynie	0,010	0,0009	0,200	0,0297
6.	Systemy regułowe	0,032	-0,0007	0, 336	-0,0080
7.	Systemy rekomendujące	0,013	0,0015	0,063	0,0037
8.	Systemy rekomendujące w edukacji	0	0	0	0
9.	Systemy rekomendujące w nauce	0	0	0	0
10.	LMS	0,011	0,0002	0,119	0,0159
11.	Systemy klasy ERP/ERM	0,007	0,0008	0,098	0,0197
12.	CRM	0,019	0,0007	0, 213	0,0508
13.	e-Health	0,006	0,0006	0,333	0,0257
14.	mHealth	0,005	0,0032	0,333	0,0004
15.	wHealth	0,005	0,0373	0,833	0,0006
16.	Telemedycyna	0,010	0,0009	0,250	0,0057
17.	#14 OR #15	0,005	0,0006	0,667	0,0328
18.	#14 OR #15 OR #16	0,008	0,0001	0,222	0,0264
19.	BCI	0,010	0,0011	0	0
20.	Systemy autonomiczne	0,006	0,0008	0, 088	0,0105
21.	Repozytoria i bazy wiedzy	0,030	0,0056	0, 248	-0,0755

Lp.	Obszary technologiczne	P_1 (2000-2012)	Współczynnik kierunkowy linii trendu dla P_1	P_2 (2000-2012)	Współczynnik kierunkowy linii trendu dla P_2
22.	Systemy wizyjne	0,018	0,0003	0,210	0,0010
23.	Systemy wizyjne robotów	0,006	0,0005	0,167	0
24.	Wspomaganie monitoringu	0,022	0,0035	0,167	0,0141
25.	#22 OR #23 OR #24	0,019	0,0004	0,205	0,0015



Rysunek 16.2. Współczynniki charakteryzujące potencjał Polski (P_1) w wybranych obszarach technologicznych (wg Tab. 16.6). Kolorem czerwonym zaznaczone zostały obszary niezdominowane (6 – Systemy regułowe, 15 - wHealth, 21- Repozytoria i bazy wiedzy).

Rysunek 16.2 stanowi podstawę do wstępnej analizy wielokryterialnej analizowanych dziedzin badawczych na podstawie średniej wartości wskaźnika P_1 w okresie 2000-2012 oraz współczynnika kierunkowego prognozowanej zmiany tego wskaźnika $\gamma(P_1)$ dla wszystkich analizowanych obszarów badawczych. O szansach rozwojowych danej dziedziny decydują oba wskaźniki, przy czym im są one większe, tym również większe są szanse na osiągniecie przez polskie instytucje badawcze znaczącej pozycji w nauce światowej. Prowadzi to do problemu optymalizacji dwukryterialnej

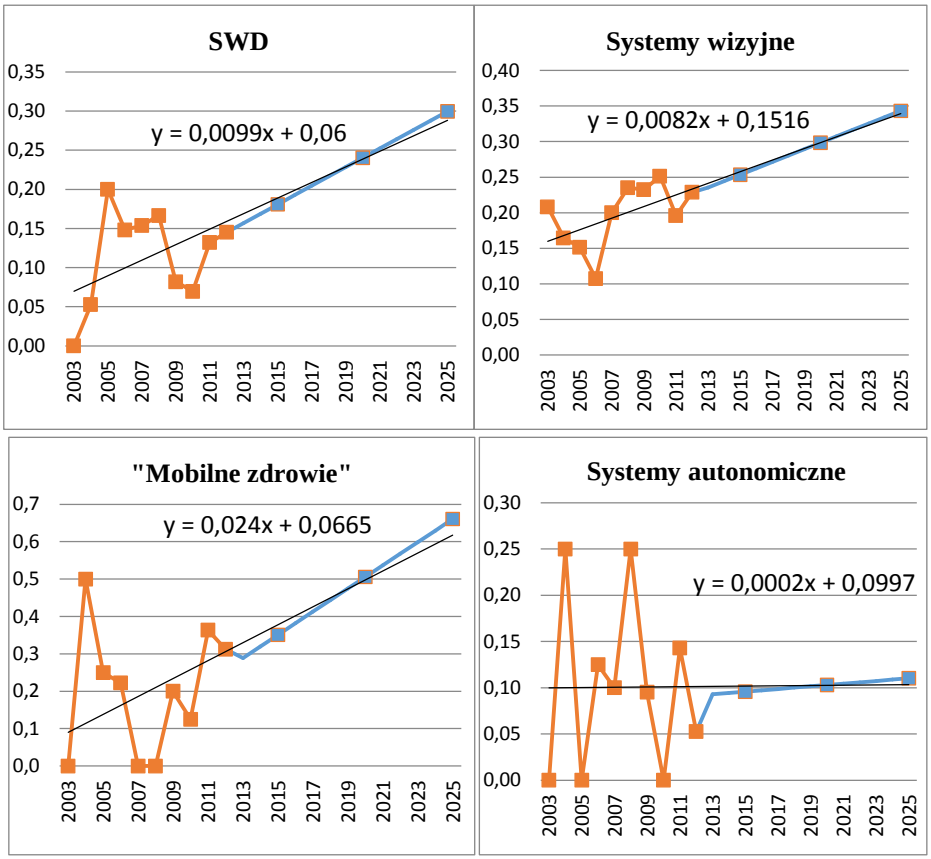
$$(P_1, \gamma(P_1)) \dashrightarrow max. \qquad (16.5)$$

Analiza danych bibliometrycznych wskazuje, że wśród analizowanych dziedzin badawczych obszar „Systemy regułowe" (obszar *6*) charakteryzuje się najszybszym wzrostem względnego udziału polskich badaczy w światowym dorobku publikacyjnym. Wraz z obserwowaną obecnie tendencją jakościową i aplikacyjną, związaną ze wzrastającą liczbą implementacji tych systemów, wskazuje to na konieczność nadania temu obszarowi wysokiego priorytetu przez decydentów krajowej polityki naukowej. Natomiast „*wHealth*" (obszar *15*) charakteryzuje się największym obecnie względnym udziałem w nauce światowej, a tym samym największym względnym potencjałem badawczym. Istotne znaczenie dla polskiej nauki i firm software'owych mają także badania i prace wdrożeniowe w zakresie repozytoriów i baz wiedzy (obszar *21*), który również charakteryzuje się niezdominowanymi wartościami obu wskaźników. Wszystkie pozostałe obszary badawcze są zdominowane w sensie kryteriów P_1 i $\gamma(P_1)$ przez jeden z omówionych wyżej obszarów.

16.2.4. Prognozy i analiza wielokryterialna potencjału naukowego Małopolski

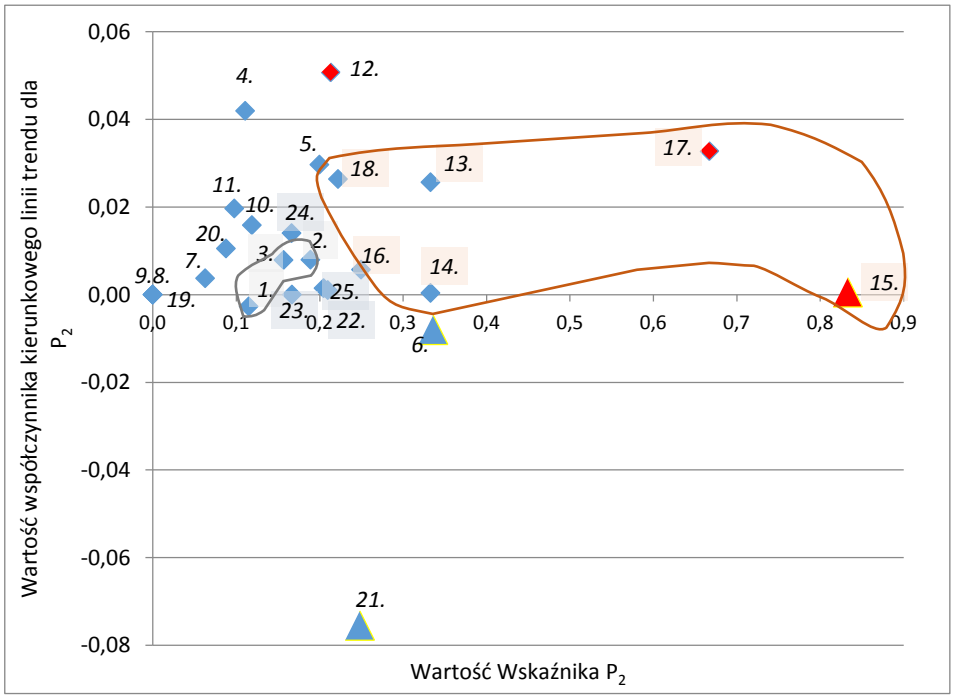
Na podstawie danych zebranych w Tab. 16.2. - Tab. 16.4., wyznaczono ranking dziedzin badawczych z punktu widzenia perspektyw utrzymania lub rozszerzenia udziału w światowych lub krajowych badaniach przez instytucje naukowe z Małopolski. Podobnie jak w przypadku analizy potencjału krajowego zakładamy, że jest to równoznaczne z utrzymaniem lub rozszerzeniem transferu wiedzy i wpływu na rozwój w małopolskich firmach zaawansowanego oprogramowania stosującego wyniki badawcze małopolskich ośrodków naukowych.

Następnie opracowano prognozy wskaźników potencjału naukowego wskazanych dziedzin w Małopolsce do roku 2025. Prognozy te zostały również wyznaczone metodą Holta. Rysunek 0.3 przedstawia przykład prognozy rozwoju badań naukowych dla najważniejszego w niniejszym opracowaniu obszaru SWD. Podobne obliczenia wykonano dla wszystkich pozostałych analizowanych obszarów, otrzymując wartości współczynników kierunkowych czasowego trendu liniowego P_2 dla Małopolski.



Rysunek 16.3. Prognozy rozwoju badań naukowych w zakresie SWD w Województwie Małopolskim na podstawie wskaźnika P_2 za okres 2000-2012. Prawa oś pionowa oznacza wartość wskaźnika P_2, a oś pozioma – odpowiadający danej wartości rok. Krzywa oznaczona kolorem czerwonym przedstawia rzeczywistą wartość wskaźnika P_2, a kolorem niebieskim odpowiadającą jej prognoza.

Wynikiem prognoz jest zmiana siły priorytetów badawczych w prognozowanym okresie.



Rysunek 16.4. Współczynniki charakteryzujące potencjał Małopolski (P_2) w wybranych obszarach technologicznych (Tab. 16.6). Kolorem czerwonym zaznaczone zostały obszary niezdominowane (12 – CRM, 15 – wHealth, 17 – wHealth OR Telemedycyna). Powiększone znaczniki w kształcie trójkątów przedstawiają obszary niezdominowane charakteryzujące potencjał Polski. Obwiednią zaznaczone grupy punktów: wielokryterialne SWD – 1-3 oraz Wszystkie systemy medyczne – 13-18

Rysunek 16.4 wskazuje, że w Małopolsce istnieją również trzy niezdominowane obszary badawcze i są nimi: CRM (obszar *12*), systemy medyczne typu „*wHealth*" (przenośne sensory medyczne i sieci takich sensorów, często zintegrowane z ubiorem, obszar *15*) oraz wspólny obszar *wHealth* i telemedycyny (*17*). Ten ostatni obszar leży jednak we wnętrzu powłoki wypukłej zbioru wskaźników, co zgodnie z zasadami analizy wielokryterialnej oznacza, że prawdopodobieństwo zastosowania funkcji użyteczności prowadzącej do wyboru takiej technologii jako tzw. najlepszego kompromisu (*best compromise*) jest stosunkowo nieduże. Zauważmy ponadto, że bardziej specjalistyczny obszar *wHealth* również jest scharakteryzowany przez wartości niezdominowane, odpowiada mu jednak punkt leżący na brzegu powłoki wypukłej zbioru wszystkich wskaźników. Wyniki analizy dla Małopolski oznaczają jednocześnie, że małopolskie technologie priorytetowe („*smart technologies*") w obszarze ICT są istotnie różne od priorytetowych specjalizacji krajowych.

Jako ostatni już element badania potencjału polskich instytucji naukowych, w Tab. 16.7 podajemy łączne liczby publikacji naukowych (wg WoS) z dziedzin będących przedmiotem naszych badań.

Tab. 16.7. Potencjał wybranych instytucji naukowych w Polsce, na podstawie ilości publikacji w latach 2000-2012

Nazwa instytucji	Zgodne z zakresem Zadania 4			Zgodne z zakresem Zadania 5						
	SWD	Medyczne SWD	Systemy informacyjne przedsiębiorstw klasy ERP+CRM	eHealth	technologie "mobilnego zdrowia"	Medyczne SWD+technologie "mobilnego zdrowia"	BCI	Medyczne SWD+technologie "mobilnego zdrowia"+BCI	Wszystkie technologie wizyjne	Systemy autonomiczne
Polska Akademia Nauk	51	6	21	3	13	20	4	24	178	9
Akademia Górniczo – Hutnicza	23	6	22	9	21	27	0	27	148	15
Politechnika Warszawska	13	0	20	1	3	3	16	19	133	13
Politechnika Wrocławska	21	5	18	3	10	15	3	18	127	18
Politechnika Gdańska	12	1	3	3	2	3	1	4	25	5
Politechnika Łódzka	3		12	0	1	1	7	8	104	2
Politechnika Poznańska	42	11	21	0	4	14	0	14	25	2
Politechnika Śląska	20	0	8	0	0	0	0	0	94	11
Politechnika Lublińska	0	0	4	0	0	0	0	0	7	0
Politechnika Krakowska	1	0	2	0	0	0	0	0	13	0
Uniwersytet Warszawski	15	2	12	0	0	2	3	5	47	1
Uniwersytet Jagielloński	13	2	27	3	5	7	0	7	99	3
Uniwersytet Adama Mickiewicza	1	0	9	0	0	0	2	2	11	3
Uniwersytet Wrocławski	9	0	3	0	0	0	1	1	11	0
Uniwersytet Mikołaja Kopernika	5	1	3	0	0	1	2	3	36	1
Uniwersytet Śląski	17	6	0	0	0	6	0	6	24	1
Uniwersytet Łódzki	2	1	5	0	0	1	0	1	13	0

16.3. Trendy rozwojowe inteligentnych systemów eksperckich i wspomagania decyzji

W niniejszym rozdziale przedstawimy trendy w zakresie algorytmów analityki predykcyjnej, zarządzania zaufaniem źródeł informacji oraz nowych funkcjonalności opartych na kreatywności w inteligentnych systemach wspomagania decyzji i systemach eksperckich. Zostały one zidentyfikowane w ramach realizacji zadań 4 i 5 niniejszego projektu.

16.3.1. Podstawy analizy zdarzeń dla celów analityki predykcyjnej

Badania biblio- webo- i patentometryczne prowadzone w ramach niniejszego projektu w latach 2010-2013 potwierdziły zwiększającą się intensywność badań naukowych i prac wdrożeniowych w zakresie analityki predykcyjnej (*predictive analytics*). Głównym zastosowaniem systemów opartych o analitykę predykcyjną jest tzw. *business intelligence*, tj. pozyskiwanie i przetwarzanie dla celów prognostyczno-strategicznych informacji o trendach rynkowych, konkurencji i szansach rozwojowych. Istotne mogą być także zastosowania związane z zagadnieniami bezpieczeństwa, w tym do wykrywania i predykcji zachowań i sytuacji niebezpiecznych. Intensywne badania o takim profilu prowadzą m.in. Microsoft Research, Politechnika w Lozannie, Google Research, Uniwersytet Techniczny w Hajfie, Rand Corp.i in. Analiza tych prac wykazała, m.in. że:

1. Opisy badań i prototypowych zastosowań opublikowane w ogólnie dostępnych źródłach i przeanalizowane przez zespół projektu nie zawierają takich metod analitycznych i obliczeniowych, których odtworzenie lub zastąpienie znajdowałoby się poza zasięgiem kompetencji i nakładów na badania polskich jednostek naukowych i firm innowacyjnych,
2. W wielu przypadkach metody analityczne opracowane w polskich jednostkach naukowych mogą dać perspektywicznie lepsze wyniki, niż najlepsze publikowane rezultaty uzyskane zagranicą,
3. Istnieje w związku z tym duże prawdopodobieństwo, że wyniki niepublikowane będące w posiadaniu instytucji zagranicznych są również bardziej zaawansowane, niż wynika to z opisu zawartego w publikacjach i patentach, a analiza historii zatrudnienia poszczególnych autorów wiodących publikacji wskazuje na intensywną współpracę z instytucjami odpowiedzialnymi za zapewnienie bezpieczeństwa w krajach ich afiliacji,
4. Z powyższych obserwacji - w celu m.in. zapewnienia konkurencyjności polskiego sektora high-tech - wynika konieczność intensyfikacji i koordynacji badań w zakresie analityki predykcyjnej i innych metod badawczych stosowanych w praktyce *business intelligence* oraz prac wdrożeniowych mających na celu praktyczne zastosowanie tych metod.

Na podstawie wykonanych prac analitycznych, w tym analizy najlepszych praktyk w zakresie *predictive analytics*, można jednoznacznie stwierdzić, że celowe jest

opracowanie po zakończeniu projektu dokumentów strategicznych zawierających koncepcję i propozycję architektury informatycznej modelowego systemu eksperckiego, który implementowałby najbardziej skuteczne metody analizy zdarzeń i korzystał z metod analizy dużej ilości danych, tzw. *big data*. Proponowane podejście do analizy strumieni zdarzeń polegać może np. na automatycznym definiowaniu dynamicznych obiektów wirtualnych, a następnie na wykrywaniu prawidłowości w zachowaniu tych obiektów na podstawie obserwacji ich dynamiki i cech statycznych zarejestrowanych wcześniej. Podobny schemat zastosowany został z powodzeniem do badania dynamiki systemów socjoekonomicznych w niniejszym projekcie (Okoń-Horodyńska i in., 2011, Skulimowski, 2012). Zaproponowany system może – i powinien – być dalej rozwijany i adaptowany do potrzeb polskich przedsiębiorstw i innych instytucji i agencji.

16.3.2. Nowe zastosowania systemów zdarzeń dyskretnych do przetwarzania informacji w systemach eksperckich czasu rzeczywistego

W zaproponowanej powyżej analizie zdarzeń zależności kauzalne pomiędzy zdarzeniami mogą być modelowane przy pomocy systemu zdarzeń dyskretnych z nadzorem (tzw. *supervisory control*, por. Skulimowski, 2013b). Załóżymy dodatkowo, że Modelowane w tych systemach operacje mogą być albo:

- wynikiem decyzji zewnętrznego decydenta nadzorującego proces,
- zewnętrznym zdarzeniem, na które ani decydenci, ani modelowane obiekty nie mają wpływu,
- rezultatem zidentyfikowanej deterministycznej lub obarczonej niepewnością dynamiki systemu, bez udziału czynników decyzyjnych,
- operacjami i zdarzeniami pojawiającymi się jako realizacja pewnego procesu losowego o znanych i stałych parametrach.

Model zdarzeń dyskretnych opisujący rzeczywisty proces, np. rozwój technologii zawierać powinien także katalog nieoczekiwanych zdarzeń losowych, z którymi zdarzenia wchodzące w skład trajektorii systemu (1) łączą związki kauzalne, oraz informacje o otoczeniu środowiska zdarzeń, takie jak tabele opisujące środowisko geograficzno-społeczne, zjawiska i zmienne pogodowe, informacje o istotnych zdarzeniach politycznych, ekonomicznych społecznych, sportowych, katastrofach i zagrożeniach naturalnych, itp. – w zakresie odpowiednim do potrzeb instytucji wdrażającej. Modelem matematycznym systemu (1), przydatnym dla celów praktycznej implementacji systemu, jest multigraf o strukturze zależnej od czasu, którego wierzchołki reprezentują osiągnięte stany rozważanego obiektu, parametryzowane przez wartości wszystkich kryteriów. Modele zdarzeń dyskretnych mogą – i powinny być łączone z innymi modelami dynamiki, dając w rezultacie zaawansowane narzędzia analityki predykcyjnej.

Schemat sposobu wykorzystania wiedzy eksperckiej w systemach analityki predykcyjnej opartych o modele zdarzeń dyskretnych, w tym m.in. do konstrukcji

trendów i budowy dynamicznych rankingów rekomendacji dla decydentów zależny jest od specyfiki rozwiązywanych problemów i powinien być przedmiotem analizy strategicznej dostosowanej do potrzeb instytucji wdrażających. Celowy jest zatem dalszy rozwój tych metod, jako mogącej przynieść – po zaimplementowaniu - potencjalną przewagę konkurencyjną zainteresowanym instytucjom krajowym. Należy jednak zaznaczyć, że znajomość aparatu teoretycznego i algorytmów związanych z analizą zdarzeń w polskich przedsiębiorstwach informatycznych nie jest na ogół zbyt zaawansowana. Wynika stąd potrzeba tworzenia mieszanych konsorcjów i zespołów do implementacji zaawansowanego oprogramowania typu *business intelligence* i *predictive analytics.*

16.3.3. Metody ‘text mining’ w zastosowaniu do tworzenia baz wiedzy dla celów analityki predykcyjnej

Ważną częścią przyszłych systemów analityki predykcyjnej są aplikacje umożliwiające ekstrakcję informacji kontekstowej w sposób automatyczny. Analiza bibliograficzna oraz opinie ekspertów w analizie delfickiej wskazują, że istnieją już algorytmy sztucznej inteligencji, takie że wzajemne oddziaływania zdarzeń na siebie oraz ich relacje z otoczeniem mogą być analizowane w sposób automatyczny na podstawie artykułów prasowych, komunikatów agencyjnych oraz innych tekstów umieszczanych w Internecie i mających charakter notatek o zdarzeniach. Do znajdowania i przetwarzania takich tekstów należy stworzyć odpowiednie boty internetowe oparte o metody *text mining*, w tym o analizę języka naturalnego. Na tej podstawie tworzone mogą być automatycznie formalne opisy zdarzeń w kreślonym formacie, które mogą być następnie przetwarzane w systemach zdarzeń dyskretnych. W tym zakresie prowadzone są intensywne prace badawcze, m.in. przez Microsoft (np. Radinsky, Horvitz, 2013) oraz Google Research i Yahoo (ośrodek badawczy w Barcelonie).

Podobnie jak w pracach Skulimowski (2012), Radinsky, Horvitz (2013) można założyć, że:

- zdarzenia zewnętrzne o charakterze losowym opisywane są przez dyskretny niestacjonarny proces Markowa, który w krótkich okresach czasu można przybliżać przez stacjonarne modele dyskretne,
- komunikaty agencyjne są generowane w pomijalnie krótkim czasie po zajściu odpowiednich zdarzeń, co umożliwia badanie relacji pomiędzy nimi zamiast relacji pomiędzy zdarzeniami,
- w oparciu o częstotliwość i odstępy czasowe zdarzeń z przeszłości badane są prawdopodobieństwa warunkowe pojawienia się nowego zdarzenia po zajściu innych zdarzeń, przy czym – w celu przyspieszenia obliczeń bez utraty jakości wyników system dokonuje automatycznie selekcji sekwencji przeszłych zdarzeń, kandydujących do bycia powiązanym ze zdarzeniem, którego przyszłe zajście jest właśnie analizowane,

- można zdefiniować specjalistyczną ontologię zawierającą m.in. słownik istotnych terminów, po czym system dokonuje automatycznej ekstrakcji powiązanych tematycznie artykułów i innych informacji,
- złożone artykuły są segmentowane na spójne tematycznie fragmenty,
- w celach prognostyczno-analitycznych wyodrębniane są pakiety informacji, które zawierają dwa lub więcej niezależnych twierdzeń o historii pewnego obiektu.

Przykładem takiego ciągu zdarzeń, uwzględniającego tzw. słabe sygnały – w terminologii foresightu „*weak signals*" (WS) - może być np. sekwencja (wg Radinsky, Horvitz; 2013): susza w Afryce – 02-17-2006, burza w Rwandzie – 01-26-2007 (WS), powódź w Rwandzie – 01-27-2007, cholera w Rwandzie – 01-03-2007. Uwzględnienie słabych sygnałów jest możliwe jedynie w przypadku posługiwania się dużymi zbiorami danych, które zawierają informacje także pozornie niezwiązane z analizą zjawisk w skali makro. Jednak – co jest istotnym nowym analitycznym potwierdzeniem znanego przeświadczenia o możliwym znaczącym wpływie zdarzeń pozornie nieistotnych - wyjaśnienie i – zwłaszcza – określenie przyszłej dynamiki makrotrendów nie jest możliwe bez analizy zdarzeń w skali mikro pełniących rolę WS. W przypadku analizy trendów i zjawisk w zakresie technologii społeczeństwa informacyjnego rolę WS pełnią głownie informacje z innowacyjnych firm informatycznych oraz komunikaty naukowe. Mogą być one np. informacjami eksperckimi, fragmentami komunikatów przekazywanych podczas konferencji naukowych i profesjonalnych lub targów, zgłoszeniami patentowymi lub komunikatami zawartymi w publikacjach naukowych. Mogą pochodzić także z serwisów społecznościowych, informacji o przyznanych grantach badawczych lub wdrożeniowych lub z informacji umieszczanej na stronach www przedsiębiorstw.

W odniesieniu do przykładu wyżej analizowane mogą być fakty takie jak informacje o gęstości zaludnienia, o najważniejszych zlewiskach rzek itp. Dla każdego typu powiązanych zdarzeń – przy założeniu, że typy te są niezależne - tworzony jest odrębny proces Markowa, który następnie na podstawie zaobserwowanych zdarzeń obecnych i z niedawnej przeszłości będzie użyty do generowania rozkładów prawdopodobieństw czasu zajścia przyszłych zdarzeń które nas interesują. W przypadku dużej ilości analizowanych danych istnieje możliwość zastosowania różnorakich metod i pakietów aplikacji przystosowanych do przetwarzania metodami specyficznymi dla '*big data*'. Schemat działania aplikacji podany jest niżej:

- algorytm mierzy odstępy czasowe pomiędzy wystąpieniami zdarzeń rzeczywistych, po czym oblicza średni czas między przewidywanymi zdarzeniami,
- komunikaty o zdarzeniach traktowane są jako wektory, gdzie poszczególnym współrzędnym odpowiadają intensywności wystąpień informacji o wyszczególnionych wcześniej zdarzeniach,
- jeżeli tekst reprezentujący badane zdarzenie pojawia się w dokumencie datowanym na czas późniejszy w łańcuchu, wówczas do tabeli

poprzedników zapisywane są $S_1,\ldots,S_n$ – słowa reprezentujące wcześniejsze wydarzenia,
- prawdopodobieństwo zajścia tego zdarzenia określamy poprzez analizę wielu takich sekwencji, biorąc pod uwagę $a_1.. a_n$ – dodatkowe charakterystyki liczbowe i słowne powiązań kauzalnych (na podstawie *Linked Data*),
- każde słowo kluczowe w tekście dotyczącym zdarzenia przypisywane jest do odpowiedniego konceptu z *Linked Data*.

Poszukiwania zacieśnione do ustalonej tematyki mogą być prowadzone metodami „*Named Entity Recognition*" (NER). Jednak w odniesieniu do przetwarzania zewnętrznych dokumentów tekstowych w celu ekstrakcji zdarzeń standardowe metody NER mogą okazać się niewystarczające. Dzięki zastosowaniu dynamicznie aktualizowanych ontologii oraz wprowadzeniu automatycznego badania asocjacji pomiędzy znajdowanymi hasłami istnieje możliwość dostosowania tego typu metod do celów analityki predykcyjnej. W szczególności, *webcrawler* może pobierać z Internetu informacje o interesujących zdarzeniach i obiektach na podstawie słów kluczowych. Funkcjonowanie webcrawlera może zostać zoptymalizowane w oparciu o wskaźniki *precision* i *recall*, a także o czas i koszt pobierania informacji. Na tej podstawie wprowadzony może być schemat półautomatycznego uczenia się (*semi-supervised learning*) webcrawlera (Skulimowski, 1994).

Analiza bibliograficzna dostępnych metod i aplikacji wykazała, że do celów opisywanej klasy systemów zaadaptowane mogą być technologie przetwarzania języka naturalnego, takie jak m.in.:

- *Automatic Document Classification* – zbiór metod wykorzystujących wyniki przetwarzania języka naturalnego do automatycznej klasyfikacji dokumentów.
- *Intelligent Tutoring System* (ITS) - system przetwarzania języka naturalnego zaprojektowany do wspomagania uczenia,
- *Siri* - system rozpoznawania mowy stanowiący część osobistego asystenta zaimplementowanego przez Apple,
- *Xcalibur project* - system przetwarzania języka naturalnego opracowany na Carnegie Mellon University służący do automatycznego wspomagania procesu wyboru i zamówień towaru przez klienta,
- *Ze Expert* - system przetwarzania języka naturalnego dla celów implementacji w systemach eksperckich, w automatycznych centrach obsługi klienta oraz w systemach wspomaganego komputerowo uczenia.

16.3.4. Zarządzanie zaufaniem w systemach eksperckich i wspomagania decyzji

Przetwarzanie informacji wejściowej, oprócz analizy merytorycznej, powinno także opierać się na analizie danych pod kątem ich wiarygodności. W celu oceny, czy analizowane dane są wiarygodne, a zewnętrzny informator jest godny zaufania zastosowane mogą być metody zarządzania zaufaniem w systemach eksperckich

wykorzystujące model niepewności Dempstera – Shafera opisane np. w (Jøsang, 2001; Gligor, Wing; 2011; Skulimowski, 2013a). W ostatniej cytowanej pracy opisany jest adaptacyjny model zaufania dowolnych źródeł informacji (osobowych, portali, czasopism i innych mediów itp.), który dodatkowo może być uzupełniony o model kompetencji. Każde zdarzenie z udziałem źródła informacji, lub podane przez to źródło może spowodować zmianę współczynnika zaufania zgodnie z formułami podanymi w Skulimowski (2013a) oraz z regułą kombinacji Dempstera. Kompetencje w określonych obszarach określone są przez współczynniki wektora, których poszczególne współrzędne odpowiadają ocenom tych kompetencji. Podobnie jak współczynniki zaufania, wektor kompetencji może również być adaptacyjnie aktualizowany zgodnie ze schematem uczenia maszynowego opisanym w cytowanej wyżej publikacji. Zachowana będzie jednak możliwość korygowania tych wartości przez uprawnionych użytkowników systemu. Zarówno współczynniki zaufania, jak i wektory kompetencji źródeł informacji mogą być również stosowane jako wagi w formułach agregacji informacji z różnych źródeł, a także przy określaniu istotności powiązań, wg zasady, że powiązanie utworzone na podstawie informacji ze źródła o niższym współczynniku zaufania lub wektorze kompetencji ma przydzielaną niższą istotność od powiązania określonego przez bardziej wiarygodne źródło. Waga zagadnień związanych z zarządzaniem zaufaniem i wiarygodnością źródeł informacji w systemach eksperckich, wykazana na podstawie analizy bibliograficznej oraz opinii eksperckich, jest jednym z istotnych nowych wskazań będących wynikiem realizacji zadania 4 projektu. Implementacja algorytmów zarządzania zaufaniem powinna znacznie poprawić funkcjonowanie każdego systemu eksperckiego lub systemu wspomagania decyzji łączącego informacje pochodzące z różnych źródeł, w tym zwłaszcza ze źródeł osobowych.

16.3.5. Nowe funkcjonalności systemów eksperckich i wspomagania decyzji oparte o wspomaganie kreatywności

Jednym z istotnych rezultatów zadań 1, 3 i 4 była identyfikacja funkcjonalności związanych z wspomaganiem kreatywności jako ważnego czynnika wpływającego na konkurencyjność zaawansowanego oprogramowania. Ogólny trend polegający na wbudowaniu cech kognitywnych do oprogramowania dialogowego jest wzmacniany przez nowe możliwości, które dają pomiar kreatywności podczas użytkowania oprogramowania oraz próby stymulacji kreatywności użytkownika oparte na sprzężeniu zwrotnym. Trend ten jest szczególnie widoczny w przypadku oprogramowania wspomagającego proces projektowania, a także systemów wspomagających decyzje grupowe i pracę grupową, systemów e-zdrowia, zwłaszcza *m-health/m-cloud* oraz systemów programowanego uczenia się. Towarzyszy mu trend intensyfikacji badań w zakresie kreatywności, zwłaszcza kreatywności obliczeniowej, związany ze zwiększeniem nakładów na te badania. Znalazło to odbicie w kończącym się właśnie 7. Programie Ramowym UE, gdzie wśród priorytetów jednego z ostatnich konkursów w zakresie ICT znalazły się dwa zagadnienia związane z kreatywnością.

Rozwój technik i metod pomiaru i stymulacji kreatywności łączy się z postępem w zakresie parametrów komunikacyjnych i użytkowych nieinwazyjnych interfejsów

mózg-komputer (BCI). Rezultatem badań przeprowadzonych w ramach niniejszego projektu jest m.in. ustalenie, że jednoczesne zastosowanie BCI i metod wspomagania kreatywności będzie coraz szersze w zaawansowanych systemach oprogramowania, a w perspektywie roku 2025 stanie się jedną z ważniejszych cech decydujących o konkurencyjności systemów eksperckich, a także systemów wspomagania decyzji i uczenia się. Polskim przedsiębiorstwom software'owym stawia to wysokie wymagania w zakresie wiedzy o metodach kognitywnych i rozwoju technologii umożliwiających oferowanie funkcjonalności związanych z zarządzaniem kreatywnością. Natomiast polskie instytucje finansujące badania powinny wziąć pod uwagę zwiększające się w latach 2013-2020 potrzeby badawczo-rozwojowe polskich przedsiębiorstw w tym zakresie.

16.4. Rekomendacje dotyczące utworzenia zintegrowanego systemu wspomagającego alokację funduszy na badania naukowe i wdrożenia nowych technologii informatycznych

16.4.1. Diagnoza problemu

Dotychczasowy sposób rozdziału środków finansowych na badania naukowe i wdrożenia w ramach funduszy strukturalnych budzi wiele zastrzeżeń. W szczególności, w perspektywie budżetowej 2007-2013 występowały następujące problemy:

- Zakresy wielu programów i działań nakładają się na siebie, co powoduje, że wnioskodawcy wybierają często konkursy w sposób przypadkowy.
- Środki na poszczególne działania w ramach Programów Operacyjnych są rozdzielane pomiędzy poszczególne działania w sposób zbyt sztywny, co jest często powodem niedopasowania budżetu działań z popytem na wsparcie, przy czym zmiany alokacji środków na działania wymagają trwających długo uzgodnień i są uznaniowe.
- Stosowany jest jednoetapowy proces oceny wniosków, czego skutkiem są istotne straty czasu i środków przeznaczonych na przygotowanie obszernych opracowań wchodzących w skład aplikacji, z których tylko niewielka część może otrzymać dofinansowanie.
- Problemy ze skompletowaniem składu kompetentnych ekspertów do oceny specjalistycznych wniosków, wynikające m.in. z:
  a) konieczności unikania konfliktu interesów – gdyż duża część ekspertów będących potencjalnymi ewaluatorami zaangażowana jest w przygotowanie wniosków,
  b) braku koordynacji ewaluacji prowadzonej przez różne instytucje pośredniczące – co powoduje, że w przypadku konkursów o zbliżonym profilu organizowanych jednocześnie mogą wystąpić trudności z zaangażowaniem odpowiednich ekspertów,

- Niska jakość procesu ewaluacji: stosowane są proste systemy skoringowe, gdzie przydział punktów do poszczególnych kryteriów jest arbitralny i prowadzony bez badania strategicznych konsekwencji i skutków społecznych wynikłych z dostosowania się wnioskodawców do systemu ewaluacji, brak interakcji między ewaluatorami, w tym niestosowanie systemu paneli eksperckich, brak oceny wniosków projektowych w kontekście procesu rozwojowego instytucji aplikującej, brak skutecznych mechanizmów korygujących błędy ewaluacyjne, brak mechanizmu zarządzania ryzykiem procesu ewaluacji, co powoduje odrzucanie projektów ryzykownych, lecz o najwyższym potencjale, trudności ze znalezieniem kompromisu pomiędzy oceną merytoryczną, a finansowo-formalną, jeśli oceny te są rozbieżne.

Powyższa diagnoza nie jest pełna, jednak w wystarczający sposób opisuje problemy występujące w dotychczasowej realizacji projektów badawczych i wdrożeniowych finansowanych ze środków funduszy strukturalnych.

16.4.2. Propozycje rozwiązania zidentyfikowanych problemów

Dotychczasowe prace prowadzone nad zasadami implementacji Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój w kolejnej perspektywie budżetowej UE, tj. w latach 2013-2022 (okres realizacji projektów POIR wykroczy poza perspektywę budżetową 2013-2020) wskazują, że wszystkie lub niektóre ze wskazanych wyżej problemów będą nadal występować. W związku z tym proponujemy modyfikację systemu alokacji, która polegać będzie na stworzeniu dwustopniowego systemu rozdziału środków, przy czym na etapie pierwszym wszystkie wnioski oceniane byłyby na podstawie krótkiego zgłoszenia zawierającego:

a) krótki opis merytoryczny planowanych działań, zawierający przykładowo ok. 5 standardowych stron z klasyfikacją branżową i słowami kluczowymi,
b) listę konkretnych rezultatów i krótki opis potencjalnych skutków realizacji pomysłu (np. ok. 2 stron),
c) skrócony harmonogram i opis finansowy (ok. 2 strony),
d) propozycję otoczenia organizacyjno-prawnego realizacji projektu (np. 1 strona),
e) opis wnioskodawcy w standardowym formacie (1 strona).

Zgłoszenia składane byłyby poprzez przeglądarkę w aplikacji sieciowej, w jednolitym formacie i korzystając z jednego systemu rejestracji dla całego POIR. System musi zapewniać absolutną poufność danych i najwyższy poziom bezpieczeństwa informatycznego. Można rozważyć możliwość lub nawet konieczność składania wniosków w języku angielskim. Częścią systemu powinien być także podsystem zarządzający rejestracją, weryfikacją i bazą danych ewaluatorów. Proponujemy zastosowanie zasady, że ewaluatorzy dla wszystkich działań POIR muszą być zarejestrowani w systemie, co oznaczać będzie konieczność przeniesienia zwartości baz danych instytucji pośredniczących do centralnego systemu. Operatorem takiego systemu może być MNiSW, specjalistyczna agenda powołana przez MNiSW, lub jedna z instytucji wybranych w drodze konkursu. Przy

wyborze instytucji należy brać pod uwagę nadrzędność kryteriów, takich jak jakość funkcjonowania, czy bezpieczeństwo danych, nad ceną realizacji. Ponadto wybrana instytucja musi cieszyć się zaufaniem społecznym.

16.4.3. Propozycja sposobu funkcjonowania systemu

W zaproponowanym wyżej systemie będą mogły być składane skrócone wnioski projektowe dla wszystkich działań POIR. Będą one oceniane podwójnie anonimowo przez wylosowanych 3-6 ewaluatorów o kompetencjach odpowiadających zakresowi wniosku. Ilość ekspertów zależeć będzie od wnioskowanej kwoty grantu. Ewaluatorzy zweryfikują też przedstawione parametry i skutki finansowe zgłoszenia. Podwójna anonimowość pozwoli wyeliminować dużą część konfliktów interesów, a tym samym zmniejszy ilość odmów oceny, przyspieszając tym samym proces ewaluacji. Ta część procesu oceny nie może trwać więcej niż 2-3 tygodnie. Następnie dla wniosków ocenionych pozytywnie panel ekspercki rekomenduje 2-3 działania POIR, które byłyby najbardziej odpowiednie jako źródła finansowania przedstawionego projektu. Wnioskodawca wraz z oceną ekspertów otrzymuje także względny ranking wniosku wśród wszystkich aplikacji zgłoszonych do danego działania oraz w całym POIR. Ponadto wskazywane mogą być pożądane wartości wskaźników finansowych, stanowiąc w ten sposób wstęp do negocjacji.

Panel ekspercki monitoruje również potrzeby technologiczno-badawcze zgłaszane do systemu przez różnych krajowych interesariuszy. Zweryfikowane i zaaprobowane potrzeby ogłaszane są na stronie systemu, a projekty odpowiadające na to zapotrzebowanie oceniane będą odrębnie. Mechanizm ten pozwoli na jednolite potraktowanie wszystkich projektów zgłaszanych do tej pory w ramach tzw. konkursów na projekty zamawiane oraz na tworzenie konsorcjów badawczo-przemysłowych, które maja być jednym z głównych grup beneficjentów POIR. System zarządzania ewaluatorami może być w przyszłości włączony do Krajowego Systemu Centrów Kompetencji, który jest przedmiotem odrębnej rekomendacji.

16.5. Rekomendacje dotyczące wspierania udziału polskich zespołów badawczych w europejskich projektach naukowych z dziedzin objętych tematyką projektu

Analiza uczestnictwa polskich zespołów w 6. i 7. Programach Ramowych Badań i Prezentacji UE dokonana przez zespół wykonawców niniejszego projektu, który obejmował również analizę polskiego potencjału i osiągnięć badawczych w ustalonym w umowie zakresie tematycznym, wskazuje na szczególnie niezadowalające wyniki oceny polskich propozycji projektów w zakresie zwłaszcza zadań 4 i 5, tj. systemów sztucznej inteligencji i robotyki kognitywnej. Wnioski o granty badawcze w tym zakresie rozpatrywane są głownie przez ICT-Cognition Unit KE.

We wskazanym wyżej zakresie tematycznym brak projektów koordynowanych przez polskie instytucje pomimo składanych propozycji. Niektóre z tych propozycji realizowane były następnie w ograniczonym zakresie ze środków krajowych lub ERDF pozwoliły na osiągnięcie istotnych wyników badawczych, co stwierdzono na podstawie przeprowadzonych w ramach projektu studiów bibliograficznych. Również dofinansowanie ze środków Programów Ramowych UE polskich projektów z innych dziedzin sztucznej inteligencji jest niższe od średniego poziomu finansowania takich projektów koordynowanych przez instytucje z innych krajów UE.

Na wybór wskazanego wyżej zakresu tematycznego wpłynęły m.in. następujące czynniki:

1. Zbieżność z zakresem tematycznym zadań 4 i 5 niniejszego Projektu.
2. Strategiczny charakter badań związanych z robotyką kognitywistyczną (autonomiczne pojazdy latające, kompleksowe systemy automatyki autonomicznej dla górnictwa i innych gałęzi przemysłu mające istotne znaczenie dla konkurencyjności polskiej gospodarki, do roku 2025 i w dalszej przyszłości),
3. Możliwość osiągnięcia znaczących rezultatów w oparciu o krajowe zaplecze i własne osiągnięcia badawcze
4. Stwierdzone w trakcie badań dominacja kilkunastu instytucji z krajów UE-15 w zakresie koordynacji projektów finansowanych przez Komisje Europejską w ww. zakresie, sięgająca 4.PR (ESPRIT), niezadowalający udział polskich instytucji badawczych w tych projektach pomimo stwierdzonego wysokiego poziomu badań.
5. Niezadowalające - pomimo znacznego finansowania - rezultaty badawcze osiągane przez europejskie instytucje i konsorcja badawcze w zakresie szeroko pojętej zaawansowanej sztucznej inteligencji w porównaniu do osiąganych jednocześnie rezultatów zespołów badawczych z USA, Japonii, czy Korei Płd.

Proponowane badania powinny wyjaśnić, czy dominacja ograniczonej liczby instytucji występuje również w zakresie doboru ewaluatorów dla tego działu. Ponadto zbadane powinny zostać powiązania pomiędzy instytucjami badawczymi, a firmami, które oferują zaawansowane technologie w przetargach organizowanych w Polsce. Zakres takich badań obejmowałby m.in. następujące działania:

1. Zestawienie polskich propozycji badawczych zgłaszanych na konkursy 7.PR ICT Cognition oraz – w przyszłości H2020 od roku 2007.
2. Analizę opinii ewaluatorów i rezultatów ewentualnych procedur odwoławczych.
3. Analizę osiągnięć tych samych polskich zespołów w ciągu ok. 3 lat po złożeniu wniosku (symulowany okres realizacji projektu odrzuconego przez KE), biorąc pod uwagę środki przeznaczone na te badania.
4. Katalog i charakterystykę projektów przyjętych do finansowania w tym zakresie przez Komisję Europejską.
5. Analizę wybranych projektów finansowanych przez 7. i 8.PR, w tym analizę powiązań instytucjonalnych (mapa badawczo-wdrożeniowa). Projekty te wybrane będą spośród projektów najbardziej zbliżonych do odrzuconych propozycji polskich.

6. Analizę benchmarkingowa projektów wybranych i odrzuconych. W tym celu wykorzystać można metodę *Data Envelopment Analysis* (DEA).

Realizacja działań wskazanych w niniejszym podrozdziale wpisuje się w zakres działalności MNiSW i innych polskich instytucji publicznych, które mają na celu zwiększenie uczestnictwa polskich zespołów badawczych w projektach finansowanych ze środków UE. Mają ona charakter komplementarny do działań podejmowanych dotychczas lub przewidywanych w najbliższym czasie. Wymiernym rezultatem proponowanego badania byłaby diagnoza procedur przygotowywania i oceny wniosków składanych przez polskie zespoły badawcze na konkursy 7 i – w niedalekiej przyszłości - 8.PR – Horizon 2020, w szczególności:

1. Obiektywny i kwantyfikowalny (przy pomocy metody DEA) opis procesu ewaluacyjnego, poprzez porównanie metodą benchmarkingową polskich propozycji projektowych, osiągnięć polskich zespołów uzyskanych bez dofinansowanie 7.PR UE, propozycji ocenionych pozytywnie i finansowanych i ich wyników naukowych.
2. Sformułowanie obiektywnych argumentów, które będą mogły być przedstawione Komisji Europejskiej (DG Research, DG INFSO, DG JRC) w celu zmiany nie w pełni transparentnego i niekorzystnego dla polskiej nauki procesu ewaluacji we wskazanym wyżej zakresie.
3. Opracowanie metodologii analizy procesu ewaluacji, która będzie mogła być wykorzystana w innych dziedzinach, poza wskazanymi wyżej.

16.6. **Podsumowanie i uwagi końcowe**

Niniejsze podsumowanie zawiera skrót najważniejszych rekomendacji zawartych w zarówno w poprzednich podrozdziałach Rozdz. 16, jak i w szczegółowych opracowaniach tematycznych Projektu dotyczących badanych technologii społeczeństwa informacyjnego i ich obszarów aplikacyjnych:

1. Ta część polskiego sektora informatycznego, która wytwarza systemy oprogramowania implementujące metody systemów eksperckich, systemów wspomagania decyzji, a także systemy wizyjne i neurokognitywne rozwija się szybciej niż inne działy informatyki. Dominują tu przedsiębiorstwa małe i średnie, które są szczególnie podatne na wahania koniunktury gospodarczej. Najlepsze przedsiębiorstwa, a jest ich duża część, opierają swój rozwój na eksporcie oprogramowania. Brak znaczących firm z polskim kapitałem osiągających większość swoich przychodów z usług i reklam sieciowych. Polityka wspierania start-upów sieciowych (m.in. działanie 8.1 POIG) nie wpłynęła w istotny sposób na wzrost usług sieciowych – w przyszłości konieczne jest raczej wsparcie skierowane do przedsiębiorstw średnich, z przeznaczeniem na finansowanie ich ekspansji międzynarodowej oraz na prowadzenie badań stosowanych i prac wdrożeniowych, z zastrzeżeniem konieczności zwrotu otrzymanego dofinansowania w przypadku sprzedaży

w okresie trwałości projektu większości udziałów przedsiębiorcy o dominującym udziale kapitału zagranicznego. Takie ograniczenie jest uzasadnione względną słabością kapitałową polskich firm sektora IT w porównaniu do kapitału firm korzystających z szans rozwojowych w krajach znacznie bogatszych od Polski i o tańszym i mniej restrykcyjnym dostępie do kapitału.

2. Celowe jest utworzenie niezależnej instytucji monitorującej w sposób ciągły trendy ekonomiczne na rynku IT, trendy w zakresie badań oraz trendy społeczne związane z wykorzystaniem technologii informacyjnych. Jednym z celów szczegółowych takiej instytucji byłoby monitorowanie niekorzystnych trendów i zjawisk związanych z tzw. nałogami internetowymi (*internet addicts*) i związaną z nimi alienacją społeczną i utratą zdolności do bezpośredniej komunikacji interpersonalnej. Do roku 2025 konieczna może być także kodyfikacja norm związanych z wytwarzaniem i eksploatacją autonomicznych systemów sztucznej inteligencji, takich jak np. autonomiczne pojazdy. Proponowana instytucja mogłaby być krajowym partnerem zagranicznych i międzynarodowych instytucji o podobnym charakterze oraz brałaby udział w opracowywaniu europejskich i międzynarodowych norm i konwencji. Jej zadaniem mogłoby być również opracowywanie i proponowanie krajowych rozwiązań legislacyjnych zapobiegającym niekorzystnym zjawiskom związanym z rozwojem społeczeństwa informacyjnego.
3. W perspektywie roku 2025 zmianie mogą ulec powszechne sposoby korzystania z technik informacyjnych, zarówno do celów zawodowych, jak i prywatnych. W szczególności, wyniki analizy trendów technologicznych w zakresie systemów wspomagania decyzji i rekomenderów wskazują na potrzebę powstania i zastosowania Elektronicznego Rekordu Preferencji (EPR, na wzór *Electronic Health Record*), który umożliwiał będzie selekcje ofert i informacji dostarczanych przez systemy chmurowe opartą na preferencjach użytkownika, a nie – jak do tej pory – na wskazaniach systemu optymalizującego własne cele, np. sprzedażowe, lub innych użytkowników. Ponadto upowszechnieniu ulegną urządzenia obliczeniowe i komunikacyjne wbudowane w okulary, opaski, itp., w tym także systemy wykorzystujące interfejsy mózg-urządzenie (BCI) oraz udostepniające funkcjonalności *augmented* lub *virtual reality*, np. poprzez wbudowane systemy detekcji promieniowania w widmie szerszym niż widzialne i łączące ten zakres z zakresem widzialnym metodami fuzji informacji. Urządzenia noszone przez użytkowników będą mogły komunikować się i współpracować z innymi urządzeniami będącymi elementami tzw. Internetu rzeczy, chociaż z wypowiedzi ekspertów wynika, ze rozwój tej technologii będzie znacznie szybszy w zastosowaniach profesjonalnych, np. w procesach produkcji, niż w użytkowaniu do celów prywatnych.
4. Badania projektu wykazały pojawienie się nowych trendów rozwojowych inteligentnego oprogramowania, zwłaszcza systemów eksperckich i wspomagania decyzji, które w perspektywie roku 2020 i później decydować będą o konkurencyjności oprogramowania produkowanego przez polskie firmy software'owe. Są to m.in. systemy wspomagania kreatywności i zarządzania

kreatywnością, również w kontekście wykorzystania możliwości druku 3D, metody analityki predykcyjnej, holistyczne metody zarządzania zaufaniem, traktujące w homogeniczny sposób wszystkie źródła przetwarzanej informacji, metody analizy zdarzeń dyskretnych, zintegrowane w skali globalnej bazy wiedzy wykorzystujące inteligentne i dużej mierze autonomiczne sposoby wyszukiwania, selekcji i prezentacji znalezionej informacji. Coraz szersze będzie też zastosowanie nieinwazyjnych interfejsów mózg-komputer (BCI). Szybciej niż ogół wydatków na technologie informatyczne i ich rozwój wzrastać będą wydatki na bezpieczeństwo systemów informatycznych, we wszystkich jego aspektach (badania, implementacja w oferowanych systemach, implementacje zwiększające bezpieczeństwo istniejących systemów). W związku z tym prace badawcze i rozwojowe ze wskazanego wyżej zakresu powinny być traktowane priorytetowo w krajowych programach wspierania badań i rozwoju.

5. Biorąc pod uwagę, że istnieje duże zainteresowanie interfejsami neurokognitywnymi mózg-komputer (BCI) ze strony przedsiębiorstw produkujących urządzenia terapeutyczno-rehabilitacyjne i diagnostyczne oraz faktyczne zapotrzebowanie na takie urządzenia do celów sterowania grami (np. Bloober SA i inne firmy z Krakowskiego Klastra Gier), celowe jest zintensyfikowanie wspierania polityki badawczej Państwa w zakresie interfejsów neurokognitywnych. Kolejną szansą rozwojową dla polskich firm informatycznych jest udział w rozwoju i produkcji systemów robotyki dla górnictwa oraz robotów rehabilitacyjnych, a także systemów wizyjnych dla robotyki oraz rozwoju autonomicznych systemów decyzyjnych. Także i w tych przypadkach zastosowanie inteligentnych algorytmów decyzyjnych umożliwiających autonomiczne podejmowanie decyzji oraz interfejsów neurokognitywnych może być czynnikiem krytycznym, decydującym o konkurencyjności tych systemów w perspektywie roku 2025.
6. Informatyka kwantowa ma szanse stać się jedną z polskich specjalności badawczych. Rekomendowane jest dalsze wspieranie badań w tym zakresie, zarówno podstawowych - przez NCN, jak i eksperymentalno-konstrukcyjnych. Konieczne jest również stałe śledzenie trendów rozwojowych w tym zakresie, np. poprzez utworzenie Polskiego (lub Europejskiego – w przypadku możliwości uzyskania finansowania takiego ośrodka z funduszy UE) Obserwatorium Informatyki Kwantowej prowadzącego – np. na bazie ankiet delfickich nt. informatyki kwantowej opracowanych w ramach niniejszego projektu oraz monitoringu informacji patentowej (por. Winiarczyk i in., 2013) cykliczne sondaże wśród reprezentatywnej grupy naukowców – ekspertów z tej dziedziny. Celowe jest również śledzenie globalnych trendów w zakresie informatyki molekularnej, ze szczególnym zwróceniem uwagi na prace aplikacyjne i na wspieranie polskich MŚP wchodzących na rynek obliczeń DNA. Budowa bazy wiedzy, modelu współzależności trendów i scenariuszy mogłaby być oparta na opracowanym w ramach niniejszego projektu modelu sieci antycypacyjnych, który jest szczególnie efektywny dla złożonych problemów warunkowego prognozowania scenariuszowego i *backcastingu* (Skulimowski, 2012).

Po zakończeniu realizacji niniejszego projektu opracowywane będą rekomendacje szczegółowe dostosowane do potrzeb polskich instytucji zainteresowanych wdrożeniem wyników foresightu zaawansowanych technologii informatycznych. Rekomendacje takie zawarte będą także w dokumentach strategicznych opracowywanych dla instytucji samorządowych i państwowych oraz dla platform technologicznych. Na podstawie wskazanych wyżej wyników Projektu o szczególnym znaczeniu praktycznym opracowywane będą plany dalszych badań naukowych i działań wdrożeniowych, także we współpracy z innymi instytucjami. Spośród nich wymienić należy przede wszystkim możliwość zastosowania wiedzy w zakresie najbardziej perspektywicznych kierunków rozwoju systemów eksperckich opartych o analitykę predykcyjną, neurokognitywnych interfejsów mózg-komputer, czy kierunków rozwoju tzw. sektora kreatywnego związanego z informatyką. Na mocy podjętej uchwały Zarządu, finansowanie tych działań w latach 2013-2016 jest zapewnione w ramach Badań Własnych Fundacji Progress & Business.

Bibliografia Rozdziału 16

1. Gligor, V.; Wing, J.M. (2011). Towards a Theory of Trust in Networks of Humans and Computers. Lecture Notes in Computer Science, 7114, Security Protocols XIX, s. 223-242.
2. Jøsang, A. (2001). A Logic for Uncertain Probabilities. Int. J. Uncertainty, Fuzziness, Knowl.-Based Syst., 9(3), 279-311.
3. Okoń-Horodyńska, E. i in. (opracowanie zbiorowe zespołu UJ). (2011). Model socjoekonometryczny społeczeństwa informacyjnego według opracowanych założeń z uwzględnieniem siły wpływu pomiędzy poszczególnymi podsystemami – Cz. I i II. Katedra Ekonomii UJ, Kraków.
4. Okoń-Horodyńska, E.; Wisła, R.; Sierotowicz, T. (2011). Evaluation of the Development Potential of the Information Society in European Union Countries on the Basis of Patent Activity in the ICT Sector. Transformations in Business and Economics, 10(2A), art. 23A.
5. Radinsky, K.; Horvitz, E. (2013). Mining the Web to Predict Future Events, in: 6th ACM WDSM Conference, February 4-8, ACM, s. 255-264.
6. Skulimowski, A.M.J. (1994). Optimal strategies for quantitative data retrieval in distributed database systems. Proceedings of the Second International Conference on Intelligent Systems Engineering, Hamburg, 5-9 September 1994; IEE Conference Publication Nr 395, IEE, London; s. 389-394.
7. Skulimowski, A.M.J. (2008). Application of Dynamic Rankings to Portfolio Selection. W: New Developments in Financial Modelling. Red.: J.O. Soares, J.P. Pina, M. Catalão-Lopes. Newcastle, CSP Cambridge Scholars Publishing, 2008. Proceedings of the 41st Meeting of the Euro Working Group on Financial Modelling. Lisbon, Portugal, November 8-9, 2007, s. 196-212.
8. Skulimowski, A.M.J. (2012). Discovering Complex System Dynamics with Intelligent Data Retrieval Tools. In: Zhang, Y. et al. (eds.): Sino-foreign-interchange workshop on Intelligent Science and Intelligent Data Engineering IScIDE 2011, Xi'an, China, Oct. 23-26, 2011, Lecture Notes in Computer Science, 7202, Springer, Berlin–Heidelberg, s. 614-626.

9. Skulimowski, A.M.J. (2012). Anticipatory Network Models of Multicriteria Decision-Making Processes. *Int. J. Systems Sci.* 45(1), 39-59 (artykuł opublikowany online 4.4.2012, przydział do t.45 potwierdzony przez Wydawcę) DOI:10.1080/00207721.2012.670308, iFirst, 2012.
10. Skulimowski, A.M.J. (2013). Universal intelligence, creativity, and trust in emerging global expert systems. Zaakceptowane do druku w: L. Rutkowski et al. (Eds.). 12th International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing, Zakopane, 2013, Proceedings, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg (zaakceptowane do druku).
11. Skulimowski, A.M.J. (2013b, w druku). Selected methods, applications and challenges of multicriteria optimization, Kraków, Wydawnictwa AGH, seria Komitetu Automatyki I Robotyki PAN, Tom 19.
12. Strona internetowa projektu SCETIST: http://www.ict.foresight.pl (dostęp 03.2013).
13. Winiarczyk, R.; Gawron, P.; Miszczak, J. A.; Pawela, Ł.; Puchała, Z. (2013). Analysis of patent activity in the field of quantum information processing. Int. J. of Quantum Information, 11, art. nr 1350007.
14. Zeliaś, A.; Pawełek, B.; Wanat, S. (2003). Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania, PWN, Warszawa.

Streszczenie. Rekomendacje przedstawione w niniejszym opracowaniu podsumowują wyniki projektu foresightowego pt. „Scenariusze i trendy rozwojowe wybranych technologii społeczeństwa informacyjnego do roku 2025” (akronim SCETIST) zrealizowanego w latach 2010-2013. W rekomendacjach uwzględniono opinie ekspertów wyrażone w ankietach delfickich, podczas dyskusji panelowych, seminariów i Konferencji Końcowej ww. projektu, a także eksperckich stanowią. wyniki badań bibliometrycznych, patentometrycznych i webometryczych oraz analizy scenariuszowej.

Słowa kluczowe: Społeczeństwo informacyjne, Foresight technologiczny, Badania delfickie on-line, Modele technologiczno-społeczne, Rekomendacje

Wykaz skrótów

AADS	Artificial Autonomous Decision Systems [Sztuczne systemy podejmujące autonomicznie decyzje]
ADSS	Autonomous decision support system [Autonomiczny system wspomagania decyzji]
AGH	Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
AI	Artificial Intelligence [Sztuczna Inteligencja]
ANN	Artificial neural network [Sztuczna sieć neuronowa]
BI	Business Intelligence [tu w znaczeniu: inteligentna analiza biznesowa danych]
CMS	Content Management System [(sieciowy) system zarządzania treścią]
CRM	Customer Relationship Management [zarządzanie relacjami z klientem]
DEA	Data Envelopment Analysis [metoda obwiedni danych]
DM	Data Mining [eksploracja danych]
DRA	Database Retrieval Applications [aplikacje do pozyskiwania danych]
DSS	Decision Support System(s) [System(y) Wspomagania Decyzji]
DW	Data Warehouse [hurtownia danych]
EHR	Electronic Health Record [Elektroniczny Rekord Pacjenta]
EIS	Executive Information Systems [Systemy informacyjne kadry menedżerskiej]
EPO	European Patent Office [Europejski Urząd Patentowy
EPR	Electronic Preference Record [Elektroniczny Rekord Preferencji]
ERM	Enterprise Resource Management [(Systemy) Zarządzania Zasobami w Przedsiębiorstwach]
ERMS	Enterprise Risk Management Systems [Systemy Zarządzania Ryzykiem w Przedsiębiorstwach]
ERP	Enterprise Resource Planning [(Systemy) Planowania Zasobów w Przedsiębiorstwach]

ESA	European Space Agency [Europejska Agencja Badań Kosmicznych]
FSS	Foresight Support System(s) [System(y) Wspomagania Foresightu]
GES, GSE	Global Expert System [globalny system ekspercki]
ICT	Information and Communication Technologies [technologie informacyjno-komunikacyjne]
IT	Information Technology [technologie informacyjne, informatyka]
IQR	Interquartile Range – [rozstęp kwartylowy]
IQVR	Interquintile Range – [rozstęp kwintylowy]
KD	Knowledge Discovery [odkrywanie wiedzy]
KMI	Knowledge Management Infrastructure [Infrastruktura zarządzania wiedzą]
MCDA	Multiple Criteria Decision Analysis, [Metody wielokryterialne]
MIDS (MIS)	Management Information and Decision Support [Zarządzanie informacją I wspomaganie decyzji]
MDSS	Medical decision support system, [System wspomagania decyzji medycznych]
MNiSW	Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
MRP	Material Requirements Planning, [planowanie zapotrzebowania materiałowego]
MŚP	Sektor Małych i Średnich Przedsiębiorstw
NPF	Narodowy Program Foresight
PPF	Pilotażowy Program Foresight
PAN	Polska Akademia Nauk
PCA	Principal Component Analysis, [Analiza głównych składowych]
POIG	Program Innowacyjna Gospodarka
PM	Project Management
PNB	Produkt Narodowy Brutto
PNN	Probabilistic neural network, Probabilistyczna sieć neuronowa
PPF	Pilotażowy Program Foresight
POWAP	Praktyka Oparta na Wiarygodnych i Aktualnych Publikacjach

RIS	Research Information Systems [badawcze systemy informacyjne]
SCM	Supply Chain Management [zarządzanie siecią dostaw]
SE	System Ekspercki
SPO-WKP	Sektorowy Program Operacyjny Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw
SOM	Self Organising Map, sieć Kohonena
SVM	Support Vector Machine [metoda wektorów nośnych]
SWD	System(y) Wspomagania Decyzji
UE	Unia Europejska
VR	Virtual Reality [wirtualna rzeczywistość]
WHO	World Health Organization, Światowa Organizacja Zdrowia
WoS	(bibliograficzna baza wiedzy) Web Of Science

Afiliacje Autorów

mgr Inez Badecka [1,3]
dr Marek Czerni [3,6]
mgr inż. Dawid Golonka[3]
Prof. dr hab. inż. Jerzy Klamka [2,3]
mgr inż. Dariusz Kluz [3]
mgr inż. Magdalena Krzyszkowska-Pytel [4]
Prof. dr hab. inż. Antoni Ligęza [2,3]
Prof. dr hab. Ewa Okoń-Horodyńska [3,5]
mgr inż. Przemysław Pukocz [1]
dr inż. Paweł Rotter [1,3]
Prof. dr hab. inż. Andrzej M.J. Skulimowski [1,3]
mgr Ewa Szymlak [3]
Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz [1,3]
dr Rafał Wisła [5]

[1] AGH Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie; al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
[2] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie, Katedra Informatyki Stosowanej
[3] Centrum Nauk o Decyzji i Prognozowania, Fundacja Progress & Business, ul. Juliusza Lea 12B, Kraków; www.pbf.pl, www.foresight.pl
[4] Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach, Bałtycka 5, 44-100 Gliwice
[5] Katedra Ekonomii i Innowacji, Uniwersytet Jagieloński, ul. prof. Stanisława Łojasiewicza 4, 30-348 Kraków
[6] Wydział Matematyczno-Fizyczno-Techniczny, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, ul. Podchorążych 2, 30-001 Kraków

Trends and Scenarios of Selected Information Society Technologies 2025. Final Report of the Project SCETIST

Executive Summary

This summary presents the main points of the methodological background and results of a recent foresight project SCETIST. The project examined the future of selected artificial intelligence technologies such as intelligent decision support, computer vision, as well as neurocognitive and autonomous systems until the year 2025. The project also included a work package devoted to quantum and molecular computing.

Unlike the usual approaches to foresight exercises, technological trends and scenarios have been generated by combining an expert Delphi with a simulation of a complex dynamical system. Several tailored applications, including an ontological knowledge base, have been coupled to form a Foresight Support System (FSS) capable of modelling the Information Society (IS) and managing information on the evolution of social, economic and scientific factors relevant to the production and absorption of intelligent technologies. The model has been taken into account the impact of legislative, research and development (R&D) and science and technology (S&T) policies on each technological area under examination. We have also investigated the development of intelligent internet technologies, including e-health, digital creativity, global expert systems and recommenders.

The project provided useful solutions to the technology management problems presented by the companies involved in the foresight exercise, allowing them to apply the knowledge gained to set strategic technological priorities and formulate ICT and R&D investment strategies.

The Delphi survey technique has been used to elicit expert opinions on the probability and timing of specific future events, and the results obtained may be used to construct future trends and scenarios, rank key technologies and provide recommendations for decision makers. This information was used as the initial material for panel workshops, where it was discussed by experts and stakeholders. After collecting and analysing the Delphi results, the project team could develop more narrowly-focussed questionnaires, completed and discussed at panel workshops. The variants derived from the Delphi survey served to build future scenarios, together with the results of bibliometric, patentometric, webometric as well as ICT market analysis. Firstly, the variants were embedded in an anticipatory network that allowed us to identify non-rational decisions responsible for the occurrence of some variants and to filter them out. Then they were clustered to form usually 3 basic scenarios for each group of technologies. The online multi-round Delphi applied in SCETIST comprises a unique tool allowing us to permanently update foresight results and to build a model of the evolution of expert views. In addition, computer-assisted Delphi allowed us to manage the credibility of experts in a convenient way. The Delphi areas are: expert and decision support systems, future development of basic ICT, socio-economic trends, fundamental problems related to neurocognitive and vision systems as well as quantum and molecular computing. The comprehensive analysis of survey results is contained in Chapters 10,11,12 of this Report. The questionnaires are available at www.ict.foresight.pl.

The new methodology and innovative foresight approach applied in SCETIST made it possible to create more reliable estimates of future development trends and scenarios, as well as

visualise their dynamics. The scenarios could again be used to re-examine IS and IT evolution principles. This approach allowed us to characterise the technological and socio-economical evolution in quantitative terms and enabled us to rank and benchmark Poland and other countries under review in terms of IS development. have been applied More objective and quantifiable future characteristics have made it possible to define and recommend to decision makers appropriate policy goals and measures to be implemented. The recommendations have been derived with multicriteria outranking methods suitable for ICT ranking and management. The technological characteristics indicate future demand for ICT, which is of benefit to developers of Content Management Systems (CMS), recommenders and decision support systems (DSS). An affordable technological roadmapping methodology, tailored to the needs of the Polish ICT companies, has been elaborated by the Project's team to facilitate the implementation of the Project's results in enterprises. The outcomes of the project also inform R&D and educational institutions on the most likely in-demand directions of development as well as the demand for ICT professionals. To know more details of these findings, the reader is referred to further reports and publications at the Project's website www.ict.foresight.pl.

Table of Contents

Foreword: **The Scope of the SCETIST Project and an Outline of its Results** (*Andrzej M.J. Skulimowski*)..... 11
Chapter 1. **Modelling Methodology of the Information Society** (*Andrzej M.J. Skulimowski*) 17
Chapter. 2. **Knowledge Bases Supporting the Foresight of Information Society Technologies** (*Antoni Ligęza, Przemysław Pukocz, Andrzej M.J. Skulimowski)* 41
Chapter 3. **Applications of Anticipatory Networks to the Construction of Technological Evolution Scenarios** (*Andrzej M.J. Skulimowski)* 73
Chapter 4. **Development Trends of Decision Support Systems – A Bibliometric Analysis** (*Marek Czerni, Przemysław Pukocz, Andrzej M.J. Skulimowski*) 103
Chapter 5. **Development Prospects of Recommender Systems** (*Marek Czerni, Przemysław Pukocz, Andrzej M.J. Skulimowski, Ewa Szymlak)*..... 140
Chapter 6. **Development Prospects of ERP Systems in SMEs – Open-Source CMS-Based Implementations** (*Andrzej M.J. Skulimowski, Inez Badecka, Dawid Golonka, Magdalena Krzyszkowska-Pytel*) 163
Chapter 7. **Development Trends of Global Expert Systems: Credibility, Universal Intelligence and Digital Creativity** (*Andrzej M.J. Skulimowski)* 218
Chapter 8. **Technological Evolution Models of Neurocognitive and Vision Systems in Medicine. Prospects and Scenarios for the Development of Brain - Computer Interfaces (BCI) until 2025** (*Andrzej M.J. Skulimowski, Paweł Rotter, Ryszard Tadeusiewicz)* 234
Chapter 9. **Methodology of Delphi Surveys in the Foresight of Information Society Technologies** (*Andrzej M.J. Skulimowski , Dariusz Kluz)* 256

Chapter 10. **Basic Trends Influencing the Development of the Information Society** (*Marek Czerni, Dariusz Kluz, Ewa Okoń-Horodyńska, Andrzej M.J. Skulimowski, Ryszard Tadeusiewicz)* 280
Chapter 11. **Results of the Delphi Survey on Expert Systems, Decision Support Systems and Recommenders** (*Marek Czerni, Dariusz Kluz, Antoni Ligęza, Andrzej M.J. Skulimowski, Ewa Szymlak, Ryszard Tadeusiewicz)* 298
Chapter 12. **Analysis of the Delphi Survey Results on the Selected Issues Related to the Neurocognitive and Computer Vision Systems, E-Health, and Digital Creativity** (*Marek Czerni, Dariusz Kluz, Antoni Ligęza, Paweł Rotter, Andrzej M.J. Skulimowski, Ryszard Tadeusiewicz*)..... 377
Chapter 13. **Patent Protection of the Information Society technologies – a Comparative Analysis until 2025** (*Rafał Wisła)*..... 525
Chapter 14. **Technological Roadmapping as a Basis for the Real-Life Implementation of Foresight Outcomes** (*Andrzej M.J. Skulimowski, Przemysław Pukocz)*..... 542
Chapter 15. **Technological Scenarios and Development Indicators of the Information Society in Poland** (*Andrzej M.J. Skulimowski, Jerzy Klamka, Ewa Okoń-Horodyńska)*..... 560
Chapter 16. **Recommendations and Final Conclusions** (Andrzej M.J. Skulimowski, Jerzy Klamka, Ewa Okoń-Horodyńska)..... 580
List of Abbreviations..... 614
Affiliations of the Authors..... 617
Executive Summary and Table of Contents (English) 618

Wydawca:
Progress & Business Publishers
Kraków
http://www.pbf.pl
http://www.ict.foresight.pl

ISBN 83-912831-4-3

ISBN 978-83-912831-4-1

INNOWACYJNA GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

www.ict.foresight.pl

UNIA EUROPEJSKA