

**Metody w badaniach  
naukowych.  
Wybrane problemy  
i zastosowania**

Redakcja naukowa  
*Barbara Królikowska, Małgorzata Łatuszyńska*

**Metody w badaniach naukowych.  
Wybrane problemy i zastosowania**

Redakcja naukowa

Barbara Królikowska, Małgorzata Łatuszyńska

## **Autorzy**

*Tomasz Parys – ROZDZIAŁ 1*

*Agnieszka Szewczyk – ROZDZIAŁ 2*

*Zygmunt Mazur, Janusz Pec – ROZDZIAŁ 3*

*Łukasz Piasny – ROZDZIAŁ 4*

*Marek Kannchen – ROZDZIAŁ 5*

*Marek Ramczyk – ROZDZIAŁ 6*

*Mariusz Doszyń – ROZDZIAŁ 7*

## **Recenzenci**

*Witold Chmielarz, Jarosław Wątróbski, Anna Borawska*

## **Redakcja naukowa**

*Barbara Królikowska, Małgorzata Łatuszyńska*

Copyright by Polskie Towarzystwo Informatyczne,  
Warszawa 2016

**ISBN 978-83-65750-00-6**

Edycja: I. Nakład: 100 egz. Ark. wyd. 6,85. Ark. druku 8,56  
Wydawca: Polskie Towarzystwo Informatyczne  
Druk i oprawa: Westgraph Łukasz Piwowarski, Przecław Poland

II edycja konferencji „Informatyka w Zarządzaniu” – IwZ2016  
oraz  
II edycja konferencji „Metody Komputerowe w Ekonomii Eksperymentalnej”  
(Computational Methods in Experimental Economics) – CMEE 2016,

zostały dofinansowane

w ramach umowy 700/P-DUN/2016  
ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego  
przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.



**Dziękujemy!**

POLSKIE TOWARZYSTWO INFORMATYCZNE

**Metody w badaniach naukowych.  
Wybrane problemy i zastosowania**

Redakcja naukowa  
Barbara Królikowska, Małgorzata Łatuszyńska

Warszawa 2016

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	<b>9</b>
<b>Rozdział 1</b>	
<b>Bariery zastosowania technologii mobilnych oraz ich ważność w ocenie użytkowników indywidualnych</b> .....	<b>13</b>
1.1. Wprowadzenie .....	13
1.2. Charakterystyka rynku technologii mobilnych .....	14
1.3. Założenia badania oraz próba badawcza.....	15
1.4. Wyniki badań, dyskusja i wnioski .....	17
1.5. Podsumowanie .....	23
Literatura.....	25
<b>Rozdział 2</b>	
<b>Agencje interaktywne. Analiza z punktu widzenia przedsiębiorcy i indywidualnego użytkownika Internetu</b> .....	<b>27</b>
2.1. Wprowadzenie .....	27
2.2. Funkcjonowanie agencji interaktywnych .....	29
2.3. Badanie podatności użytkowników Internetu na działania e-marketingowe prowadzone przez agencje interaktywne .....	37
2.4. Interpretacja wyników .....	49
2.5. Podsumowanie .....	54
Literatura.....	56
<b>Rozdział 3</b>	
<b>Diagnoza informatyki statystycznej w aspekcie zarządzania bezpieczeństwem informacji</b> .....	<b>57</b>
3.1. Wprowadzenie .....	57
3.2. Model informacyjny statystyki publicznej.....	58
3.3. Wstępny harmonogram prac diagnostycznych .....	61

3.4. Propozycja ankiety oceniającej stan informatyzacji statystyki publicznej .....	67
3.5. Propozycja wskaźników pomiarowych.....	74
3.6. Podsumowanie .....	76
Literatura.....	77
<b>Rozdział 4</b>	
<b>Ekonomia obliczeniowa oparta na agentach we współczesnych procesach decyzyjnych .....</b>	<b>79</b>
4.1. Wprowadzenie .....	79
4.2. Problematyka procesów decyzyjnych.....	81
4.3. Charakterystyka systemów agentowych .....	83
4.4. Modelowanie i symulacje .....	87
4.5. Ekonomia obliczeniowa oparta na agentach.....	88
4.6. Podsumowanie .....	91
Literatura.....	92
<b>Rozdział 5</b>	
<b>Zastosowanie metody Promethee GDSS w analizie wariantów budżetu obywatelskiego .....</b>	<b>95</b>
5.1. Wprowadzenie .....	95
5.2. Metodologia grupowego wspomaganie decyzji wielokryterialnych Promethee GDSS.....	96
5.3. Procedura badawcza.....	101
5.4. Wyniki badań.....	105
5.5. Podsumowanie .....	106
Literatura.....	107
<b>Rozdział 6</b>	
<b>Modelowanie ekonometryczne jako narzędzie zarządzania gospodarską rybacką.....</b>	<b>111</b>

6.1. Wprowadzenie .....	111
6.2. Metoda badawcza .....	111
6.3. Wyniki i dyskusja .....	113
6.4. Podsumowanie .....	121
Literatura.....	122
<b>Rozdział 7</b>	
<b>Studium losowości zmiennej.....</b>	<b>123</b>
7.1. Wprowadzenie .....	123
7.2. Testy losowości .....	123
7.3. Test liczby serii dla sekwencji sprzedaży .....	125
7.4. Medianowy test serii.....	126
7.5. Kwartylowy test serii .....	127
7.6. Test oparty na liczbie serii czterech rodzajów elementów .....	128
7.7. Test $\chi^2$ oparty na zaobserwowanych i oczekiwanych długościach serii.....	129
7.8. Test oparty na długości serii .....	131
7.9. Test oparty na ogólnej liczbie serii znaków.....	131
7.10. Podsumowanie .....	133
Literatura.....	133
<b>Afiliacje .....</b>	<b>135</b>





## **Wstęp**

Nauka jest nieodzowną częścią historii, życia i rozwoju człowieka, służącą poznawaniu świata. Za pomocą różnych metod można naukę rozbudowywać, poszerzać jej zasięg, wprowadzać coraz to nowsze rozwiązania a także stawiać kolejne pytania. Każda dyscyplina naukowa posiada właściwe jej metody, techniki i narzędzia badawcze, których zadaniem jest opracowywanie problemów naukowych poprzez ustalanie i wyjaśnianie nowych faktów, zjawisk, procesów, związków i zależności zachodzących między nimi.

Dzięki ciągłemu postępowi, w tym przede wszystkim w zakresie technologii informacyjnych, tradycyjne metody badawcze, jak np. metody ankietowe, statystyczne czy eksperymentalne, zyskują nowe oblicze. Pojawiają się też nowe techniki, jak również narzędzia wspomagające badania naukowe w różnym zakresie. W konsekwencji warsztat współczesnego naukowca znacznie różni się od tego, jakim dysponowali badacze kilkanaście, czy kilkadziesiąt lat temu. Odmienne są również formułowane współcześnie problemy naukowe, bo wynikają z nowych zjawisk gospodarczych oraz społeczno-kulturowych zachodzących na skutek obserwowanego postępu technologicznego, w tym przede wszystkim niezwykle szybkiego rozwoju Internetu i informatyzacji różnych dziedzin życia człowieka. Właśnie te zagadnienia i obszary problemowe składają się na treść niniejszej monografii. W pierwszej jej części (rozdziały 1-3) skoncentrowano się na badaniach naukowych związanych z procesami i zjawiskami wynikającymi z rozwoju technologii informacyjnych, zaś kolejne rozdziały poświęcono na omówienie zastosowań wybranych metod naukowych w różnych obszarach.

W skład monografii wchodzi siedem rozdziałów. Zasadniczym celem pierwszego rozdziału jest prezentacja wyników badań w zakresie wykorzystania technologii mobilnych pod kątem barier oraz ich ważności w ocenie użytkowników indywidualnych. Zaprezentowano w nim krótką charakterystykę rynku technologii mobilnych oraz uczestników badania. Zasadniczą część rozdziału poświęcono barierom, na jakie napotyka zastosowanie tychże technologii w kontekście ich ważności dla użytkowników indywidualnych.

W drugim rozdziale zawarto rozważania dotyczące agencji interaktywnych, rozpatrywanych z punktu widzenia przedsiębiorcy i indywidualnego

użytkownika Internetu, w aspekcie ich podatności na działania marketingowe. Celem omówionych w rozdziale badań naukowych jest uzyskanie obrazu internauty i jego stosunku do działań interaktywnych oraz obrazu przedsiębiorcy.

W trzecim rozdziale poruszono problem diagnozy informatyki statystyki publicznej pod kątem zarządzania bezpieczeństwem informacji. Zaproponowano w nim wstępny plan prac badawczych oraz przedstawiono propozycję badania ankietowego, którego wyniki ułatwią ocenę stanu informatyzacji statystyki publicznej, ze szczególnym uwzględnieniem kwestii bezpieczeństwa informacji.

Rozdział czwarty przybliży możliwość zastosowania w badaniu złożonego i dynamicznego środowiska ekonomicznego narzędzia łączącego cechy systemów inteligentnych, podejścia behawioralnego oraz metod eksperymentalnych. Dokonano w nim próby charakterystyki współczesnych uwarunkowań procesu podejmowania decyzji oraz omówiono istotę ekonomii obliczeniowej opartej na agentach.

Rozdział piąty opisuje przypadek wykorzystania metody Promethee GDSS w rozwiązywaniu problemów decyzyjnych, w których wyboru spośród wielu wariantów decyzyjnych dokonuje grupa osób kierując się kilkoma kryteriami wyboru. Studium dotyczy projektów zgłoszonych w ramach budżetu obywatelskiego pewnego miasta.

W rozdziale szóstym odniesiono się do problemu analizy wpływu degradacji środowiska przyrodniczego na efekty gospodarowania. Przedstawiono w nim rezultaty badań wpływu zanieczyszczeń wód jeziornych na efekty gospodarki rybackiej. W badaniach wykorzystano uogólnione modele ekonomiczno-ekologiczne wyjaśniające zmiany efektów ekonomicznych rybołówstwa jeziornego w warunkach postępującego zanieczyszczenia wody na przykładzie wybranego studium przypadku.

W rozdziale siódmym zajęto się trudnym problemem weryfikacji hipotezy stwierdzającej losowość zmiennych przed próbą skonstruowania modeli ekonometrycznych lub dokonania prognozy. Opisane są w nim testy losowości funkcjonujące przede wszystkim w ramach teorii serii. W zaprezentowanym przykładzie empirycznym weryfikowano hipotezę o losowości tygodniowej sprzedaży pewnego produktu.

Omówione w monografii kwestie wskazują na występowanie wielu różnorodnych problemów związanych z przedstawioną tematyką. Monografia nie-

wątpliwie stanowi tylko pewien ich zarys, ale może być bazą do dalszych rozważań i dyskusji naukowych w zaprezentowanym zakresie.

*Barbara Królikowska  
Małgorzata Łatuszyńska*



## **Rozdział 1**

# **Bariery zastosowania technologii mobilnych oraz ich ważność w ocenie użytkowników indywidualnych**

### **1.1. Wprowadzenie**

Zasadniczym celem prezentowanych w niniejszym opracowaniu badań jest wykrycie barier na jakie napotykają technologie mobilne w codziennym zastosowaniu oraz poznanie ważności każdej z nich w ocenie użytkowników indywidualnych. Mobilność i oferowane przez nią możliwości jest zjawiskiem zupełnie odmiennym od tradycyjnej pracy na komputerze stacjonarnym. W wielu przypadkach mobilność umożliwia lepsze spędzenie czasu, czy też „zabicie nudy” np. w czasie podróży komunikacją miejską czy też w czasie oczekiwania w kolejce. Pozwala także na doświadczenie relaksu poprzez np. obejrzenie ulubionego filmu, czy też przeglądanie zdjęć od znajomych czy poczytanie ulubionego bloga, dodatkowo praktycznie o dowolnej porze w dowolnym miejscu będącym w zasięgu sieci komórkowej. Taką możliwość zapewniają z jednej strony urządzenia mobilne z drugiej zaś specjalistyczne aplikacje - występuje znany od początku informatyki duet: sprzęt i oprogramowanie. Rynek urządzeń mobilnych jak i aplikacji dla nich przeznaczonych od lat dynamicznie się rozwija i na podstawie licznych raportów oraz analiz można stwierdzić, że w najbliższym czasie niewiele się zmieni. Jak każda technologia tak i urządzenia mobilne oraz ich oprogramowanie napotykają na bariery, które ograniczają rozwój ich zastosowań. Tym właśnie barierom, a w szczególności ich ważności dla użytkowników poświęcone zostało niniejsze opracowanie. W chwili obecnej nie istnieje znane autorowi kompleksowe opracowanie dotyczące barier zastosowań technologii mobilnych, dlatego też podjęcie tej tematyki jest jak najbardziej uzasadnione.

## **1.2. Charakterystyka rynku technologii mobilnych**

Cały rynek smartfonów 2015 roku to 1432,9 mln. sprzedanych sztuk urządzeń rocznie - o 10,1 %. więcej niż w całym 2014 roku. Ostatni kwartał odpowiada za 399,5 mln. inteligentnych telefonów na rynku, czyli o 5,7 %. więcej, niż rok temu [12].

Firma Gartner podała, że w I kw. 2016 r. producenci na świecie sprzedali 349 mln smartfonów. Oznacza to wzrost o 3,9% w porównaniu do I kw. 2015 r. Smartfony stanowiły 78% całości sprzedaży telefonów komórkowych [8].

Światowy rynek smartfonów wciąż rośnie w stałym tempie, ze względu na coraz większe zapotrzebowanie w krajach rozwijających się. Szacuje się, że globalny rynek osiągnie około 2,1 mld sprzedanych urządzeń w 2021 r. [10].

W pierwszym kwartale tego roku, w Polsce sprzedano 1,88 mln smartfonów, co oznacza wzrost o 7 % rok do roku. W całym ubiegłym roku nabyto 7,5 mln tego typu urządzeń, co stanowiło 73 % wszystkich sprzedanych telefonów komórkowych. Nadal sporo brakuje nam do państw Europy Zachodniej, gdzie aż 88 % „komórek” to smartfony [11].

Globalne trendy pozwalają przewidywać także stały wzrost liczby użytkowników urządzeń mobilnych. W 2015 roku globalna liczba użytkowników smartfonów miała sięgnąć nieco ponad 1,91 miliarda, a w roku 2016 ma jeszcze wzrosnąć o 12,6%. i po raz pierwszy przekroczyć próg 2 miliardów. W roku 2018 ma to być już ponad 2,56 miliarda osób, czyli więcej niż 1/3 globalnej populacji. Wówczas odsetek użytkowników telefonów komórkowych posiadających smartfony ma, również po raz pierwszy, przekroczyć barierę 50%. (dokładnie 51,7 %) [13]. Do 2019 roku ich liczba ma przekroczyć 5,2 mld (w tej chwili jest ich około 2 mld). Jednocześnie będą oni korzystać z coraz większej liczby urządzeń podłączonych do Internetu [6].

Urządzenia mobilne są obecnie dla wielu ludzi na całym świecie najważniejszym urządzeniem, zapewniającymi dostęp do wielu informacji i rozrywki, nie tylko kiedykolwiek ale także, a przede wszystkim gdziekolwiek znajduje się użytkownik. Wykorzystanie Internetu mobilnego stale rośnie na całym świecie. W roku 2013 udział ruchu mobilnego w światowym ruchu internetowym wyniósł „jedynie” 17%. W roku 2014 było to już 28,9%. W roku 2015 udział ten wzrósł do 33,4% by na początku roku 2016 osiągnąć poziom 38,6% [7].

W 2016 roku liczba ściągnięć aplikacji mobilnych w skali świata ma przekroczyć 200 mld. Większość pobieranych aplikacji będzie darmowa.

W bieżącym roku płatne aplikacje mają stanowić zaledwie 9% wszystkich pobrań [9].

Pamiętać należy także, że rynek aplikacji mobilnych (wraz z rynkiem ich dystrybucji) jest nadal rynkiem nowym, bardzo dynamicznie się rozwijającym, którego ostateczny rozmiar i zakres wykorzystania jest wielką niewiadomą [2].

### **1.3. Założenia badania oraz próba badawcza**

Ze względu na nieliczne i wrywkowe badania dotyczące sfery rynku mobilnego zarówno w literaturze krajowej, jak i zagranicznej [1], oraz brak opracowań dotyczących barier zastosowania technologii mobilnych badania oparto o podejście składające się z poniższych etapów :

- analiza wybranej grupy użytkowników urządzeń mobilnych smartfonów na podstawie ankiety ilościowo-jakościowej: precyzującej rodzaj i markę urządzenia oraz usługi z jakich za jego pośrednictwem korzysta, forma płatności za usługi, operator sieci komórkowej, częstotliwość korzystania z Internetu oraz bariery zastosowania oraz ich ważność dla użytkowników,
- weryfikacja na podstawie wypowiedzi ankietowych barier rozwoju technologii mobilnych,
- identyfikacja ważności konkretnych barier dla użytkownika indywidualnego.

Procedura badawcza była następująca:

- wybór i uzasadnienie próby badawczej,
- skonstruowanie ankiety na temat użytkowania urządzeń mobilnych oraz barier oraz jej przeprowadzenie (badanie pilotażowe),
- opracowanie i dyskusja wyników - weryfikacja przygotowanej listy barier,
- sporządzenie oraz przeprowadzenie ankiety badającej poza samymi barierami także ważność poszczególnych przejawów dla użytkowników,
- analiza i dyskusja uzyskanych wyników – podsumowanie etapu badań.

Niniejsze opracowanie przedstawia wyniki ostatniego etapu. Prezentowane badanie własne autora przeprowadzone zostało w semestrze letnim (przełom



kwietnia i maja) roku akademickiego 2015/2016. Było ono przeprowadzone w oparciu o badanie pilotażowe (zrealizowane w semestrze letnim (początek czerwca) roku akademickiego 2014/2015). Wyniki badania pilotażowego z roku 2015 zostały zaprezentowane w poprzednich pracach autora [3] oraz [4]. Badanie niniejsze tak jak poprzednie przeprowadzone zostało w sposób tradycyjny w postaci papierowych formularzy z pytaniami zamkniętymi. Respondenci w części dotyczącej barier mieli również możliwość dopisania dodatkowych, nie uwzględnionych w treści, przejawów barier.

Wybór grupy badawczej był przypadkowo - celowy, należy do klasy wygodnych. Ankietowani byli studentami wybranych uczelni warszawskich (Uniwersytetu Warszawskiego oraz Akademii Finansów i Biznesu Vistula) podzieleni na grupy zajęciowe. W tym przypadku byli to studenci studiów stacjonarnych studiujący na I i II stopniu. Na stopniu I - licencjackim w badaniu wzięli udział studenci I i III roku, zaś na II stopniu - magisterskim studenci I roku.

Ankiety wypełniło 279 osób, w tym w postaci pełnej oraz prawidłowej 261 osób, co stanowi 94% otrzymanych ankiet. Wśród badanych większość stanowiły kobiety – 74% natomiast mężczyźni 26%. Struktura wiekowa badanych nie była zróżnicowana. Wszyscy ankietowani zmieścili się w przedziale wiekowym 20 - 24 lata. Według raportu POLSKA.JEST.MOBI w grupie wiekowej 20 - 29 lat odsetek osób posiadających smartfony wynosi 88 % [6]. Respondenci przedstawionego w niniejszym opracowaniu badania autorskiego należeli zatem do tej właśnie grupy wiekowej, co potwierdza prawidłowość doboru próby.

W badaniu respondenci zostali poproszeni o wskazanie urządzenia mobilnego z jakiego korzystają. Do wyboru mieli trzy opcje: telefon komórkowy, smartfon oraz tablet. W tym przypadku mogli wskazać więcej niż jedno urządzenie. Telefon komórkowy należało wybrać w przypadku korzystania z urządzenia „klasycznego”, tj. dowolnego aparatu wyposażonego w standardowe klawisze bez ekranu dotykowego. Używanie samego smartfona zadeklarowało 60%, smartfona razem z tabletem 32%, smartfona z telefonem 2% (w tej grupie, jako jedynej, były tylko kobiety), natomiast smartfona razem z telefonem i tabletem 1%. Pozostałe 6% badanych zadeklarowało, że korzysta jedynie z telefonu komórkowego z tabletem. A zatem smartfona wykorzystuje 94% respondentów. Nikt nie wskazał, że używa tylko telefonu komórkowego lub tylko tabletu.

W zakresie oferty z jakiej korzystają badani użytkownicy większość stanowią osoby korzystające z abonamentu (72%). Sytuacja taka miała miejsce we wszystkich powyżej opisanych grupach, poza użytkownikami deklarującymi używanie telefonu, smartfonu i tabletu, w której to grupie więcej osób korzystało z oferty na kartę niż abonamentu.

Uczestnicy badania poproszeni zostali także o określenie częstotliwości łączenia się z Internetem. Zdecydowana większość 98% wskazała częstotliwość korzystania jako „codziennie”. Pozostali wskazali, że korzystają „kilka razy w tygodniu”, wśród których 80% stanowili posiadacze tylko smartfona.

Ankieta zawierała także pytanie o operatora sieci komórkowej, z usług którego jej uczestnicy korzystają oraz formy płatności za usługi. W przypadku korzystania z usług operatorów wirtualnych (np. Heyah, NJU Mobile) użytkownicy proszeni byli o wskazanie operatora zarządzającego siecią (np. T-Mobile dla Heyah). Respondenci mogli wskazać jednego operatora, zaś w przypadku korzystania z usług więcej niż jednego proszeni byli o wskazanie tego, u którego mają kartę SIM z „głównym” numerem. Najwięcej klientów wśród badanych miał Orange (32%), najmniej Virgin (3%).

#### **1.4. Wyniki badań, dyskusja i wnioski**

W zakresie barier ankieta składała się z dwóch części. W pierwszej respondenci proszeni byli o określenie, który z przejawów barier występuje ich zdaniem jako ograniczenie dla zastosowania technologii mobilnych. Wyniki pierwszej części ankiety zostały zaprezentowane w innym opracowaniu autora [5]. Druga część dotyczyła oceny ważności tychże barier. Niniejszy rozdział prezentuje szczegółowo wyniki uzyskane właśnie w części drugiej.

Bariery zostały podzielone na pięć zasadniczych grup, w ramach których wskazano konkretne ich przejawy. Badani mogli wskazać kilka przejawów, jak również wybrać możliwość, że nie widzą żadnej bariery. W tym samym układzie respondenci dokonywali oceny ważności poszczególnych barier. Dodatkowo formularz ankiety dopuszczał uzupełnienie listy barier o dodatkowe, występujące zdaniem użytkownika bariery. Podkreślić należy, że żadna z badanych osób, podobnie jak w badaniu pilotażowym, nie skorzystała z żadnej z tych możliwości.

Lista barier zamieszczona i zweryfikowana w badaniu pilotażowym, została uzupełniona o jedną barierę tj. brak dedykowanych aplikacji mobilnych, która zaliczona została do grupy barier związanych z oprogramowaniem urządzeń oraz serwisów internetowych.

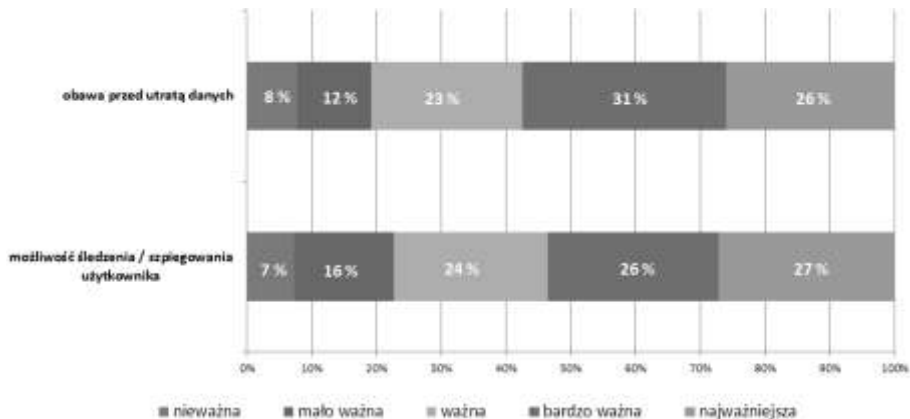
Pierwszą grupą barier były te, które dotyczą bezpieczeństwa i prywatności. Wyniki otrzymane w tym zakresie zostały przedstawione w tabeli nr 1.1.

Tabela 1.1. Wyniki ankiety w zakresie ważności przejawów barier związanych z bezpieczeństwem i prywatnością.

przejawy barier	ważność przejawu bariery				
	nieważna	mało ważna	ważna	bardzo ważna	najważniejsza
	osoby				
obawa przed utratą danych	20	30	61	82	68
możliwość śledzenia / szpiegowania użytkownika	19	40	62	69	71

Źródło: Opracowanie własne.

Rozkład procentowy odpowiedzi przedstawionych w tabeli 1.1 został zilustrowany na poniższym wykresie. Wartości wyrażone w procentach przedstawione na wykresach w niniejszym opracowaniu zostały zaokrąglone do wartości całkowitych.



Rysunek 1.1. Procentowy rozkład odpowiedzi w zakresie ważności przejawów barier związanych z bezpieczeństwem i prywatnością.

Źródło: Opracowanie własne.

Jak wynika z powyżej zaprezentowanych wyników użytkownicy dużą wagę przywiązują do kwestii związanych z bezpieczeństwem danych oraz prywatnością. W przypadku obu barier ponad połowa respondentów określiła ważność barier w tej grupie jako „bardzo ważna” oraz „najważniejsza”. Analizując zaś bariery w obrębie grupy wskazać można, że większe obawy użytkownicy wiążą z utratą danych niż z możliwością ich szpiegowania, choć różnica ta nie jest duża. Wynosi ona 4 % w zakresie wskazań „bardzo ważna” i „najważniejsza”.

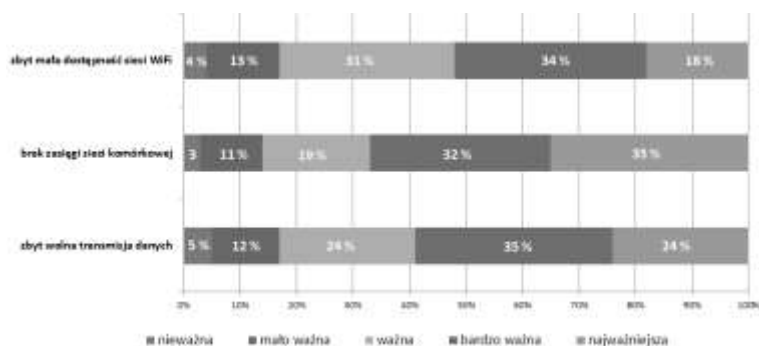
Drugą grupą barier uwzględnioną w badaniu były bariery związane z funkcjonowaniem i jakością infrastruktury komunikacyjnej. Uzyskane w tym zakresie wyniki zostały przedstawione poniżej.

Tabela 1.2. Wyniki ankiety w zakresie ważności przejawów barier związanych z infrastrukturą telekomunikacyjną.

przejawy barier	ważność przejawu bariery				
	nieważna	mało ważna	ważna	bardzo ważna	najważniejsza
	osoby				
zbyt mała dostępność sieci WiFi	11	34	81	88	47
brak zasięgu sieci komórkowej	9	30	50	83	89
zbyt wolna transmisja danych	13	31	63	90	64

Źródło: Opracowanie własne.

Rozkład procentowy odpowiedzi w tabeli 1.2. obrazuje poniższy wykres.



Rysunek 1.2. Procentowy rozkład odpowiedzi w zakresie ważności przejawów barier związanych z infrastrukturą telekomunikacyjną. Źródło: Opracowanie własne.

Omawiając uzyskane w powyższym zakresie wyniki stwierdzić można, iż użytkownicy dostrzegają problematykę związaną z infrastrukturą komunikacyjną i jej stanem. Najwięcej zwraca uwagę na zbyt wolną transmisję danych (59 % wskazań „bardzo ważna” i „najważniejsza”). Zauważyć należy, iż sumaryczne wskazania w tym zakresie dla wszystkich barier przekroczyły 50%, przy stosunkowo niedużej sumie wskazań w zakresie „nieważna” oraz „mało ważna” (sumaryczne wskazania nie przekroczyły 20%).

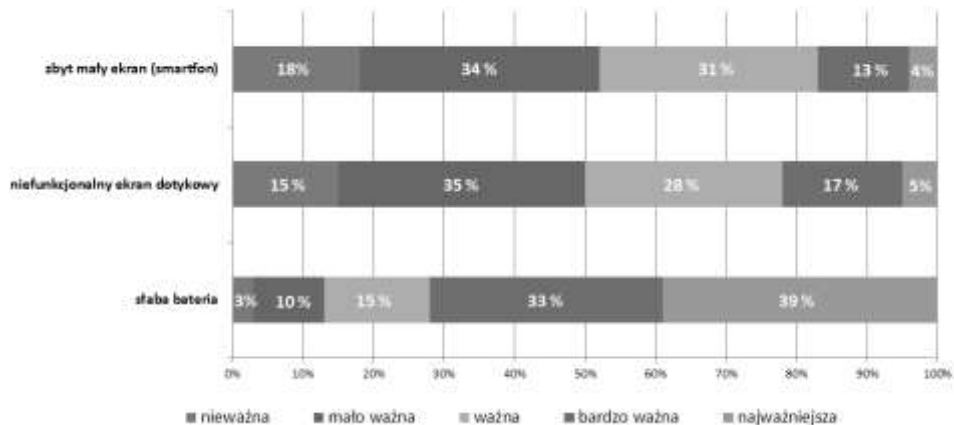
Kolejną grupą barier uwzględnioną w badaniu były te związane z aspektami technicznymi urządzeń mobilnych.

Tabela 1.3. Wyniki ankiety w zakresie ważności przejawów barier związanych z aspektami technicznymi urządzeń mobilnych

przejawy barier	ważność przejawu bariery				
	nieważna	mało ważna	ważna	bardzo ważna	najważniejsza
	osoby				
zbyt mały ekran (smartfon)	47	86	80	36	12
niefunkcyjny ekran dotykowy	39	90	73	45	14
słaba bateria	8	26	39	85	103

Źródło: Opracowanie własne.

Dane z tabeli nr 3 zostały w przedstawione na wykresie nr 1.3.



Rysunek 1.3. Procentowy rozkład odpowiedzi w zakresie ważności przejawów barier związanych z aspektami technicznymi urządzeń mobilnych.

Źródło: Opracowanie własne.

W powyższym zakresie występuje bariera, która uzyskała najwięcej wskazań w całym badaniu. Jest to słaba bateria, która dla 39% badanych jest najważniejsza, natomiast dla 33% bardzo ważna. Podkreślić należy, iż w zakresie dotyczącym barier, na słabą baterię wskazało aż 78% badanych [5]. Wśród tych, którzy wskazali słabą baterię jako barierę za bardzo ważną uznało ją 37%, natomiast za najważniejszą 46%. Można zatem stwierdzić, iż bateria ta jest najważniejsza dla użytkowników.

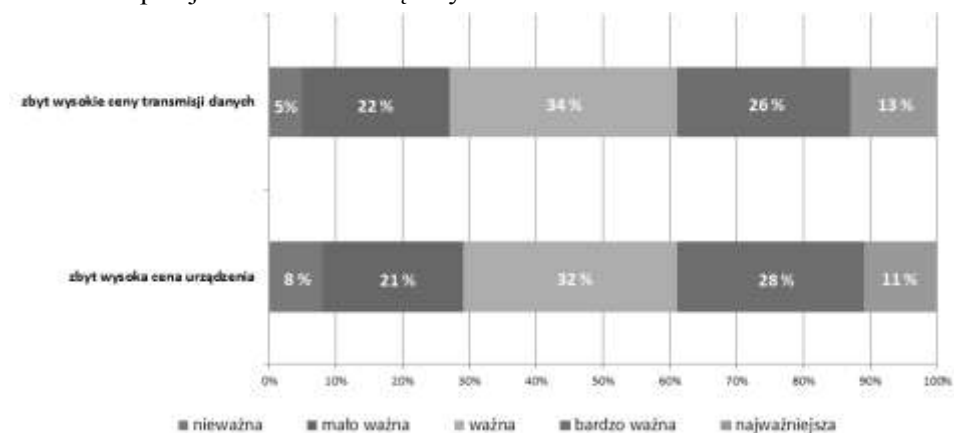
W przeprowadzonym badaniu uczestnicy ankiety zostali poproszeni także o ocenę stopnia ważności dwóch kolejnych barier, związanych tym razem z kosztami. Otrzymane wyniki zamieszczono w tabeli nr 1.4.

Tabela 1.4. Wyniki ankiety w zakresie ważności przejawów barier związanych z kosztami.

przejawy barier	ważność przejawu bariery				
	nieważna	mało ważna	ważna	bardzo ważna	najważniejsza
	osoby				
zbyt wysokie koszty transmisji danych	13	58	89	67	34
zbyt wysoka cena urządzenia	22	55	83	74	27

Źródło: Opracowanie własne.

Poniższy wykres ilustruje rozkład procentowy odpowiedzi udzielonych w zakresie przejawów barier związanych z kosztami.



Rysunek 1.4. Procentowy rozkład odpowiedzi w zakresie ważności przejawów barier związanych z kosztami. Źródło: Opracowanie własne.

Bariery związane z kosztami nie są, jak można zauważyć, postrzegane przez użytkowników technologii mobilnych jako zbyt uciążliwe. Oba wykazane w tym zakresie przejawy zostały przez respondentów określone jako bardzo ważne lub najważniejsze (w sumie 39% wskazań). Uzyskane wyniki wskazują, że akceptują oni ceny oferowane zarówno przez producentów jak i dostawców usług. Pokreślić należy, iż osoby które dla obu przejawów wskazały, że są bardzo ważne stanowiły 7%, natomiast te dla których są najważniejsze tylko 3% ogólnej liczby respondentów.

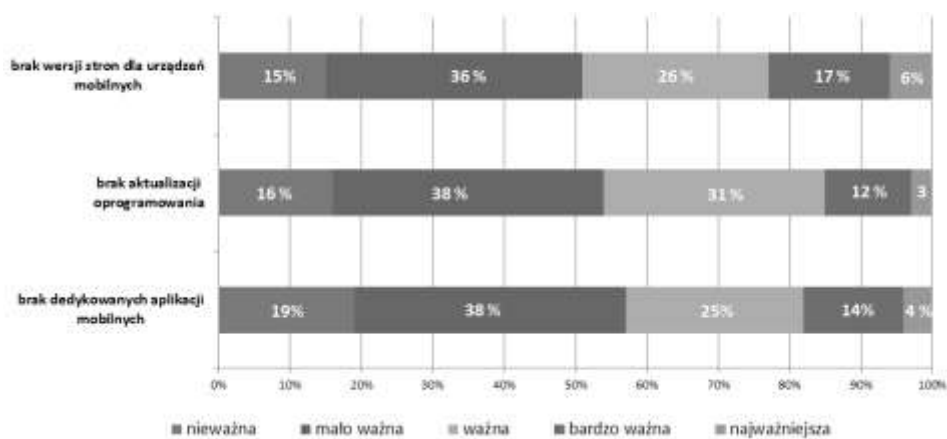
Ostatnią uwzględnioną w prezentowanym badaniu grupą barier, były te które można wspólnie określić jako związane z oprogramowaniem urządzeń mobilnych oraz przystosowaniem witryn internetowych do obsługi za ich pośrednictwem. Rozkład uzyskanych odpowiedzi przedstawiają tabela oraz rysunek nr 1.5. Jak już wcześniej zaznaczono, w tym zakresie lista przejawów barier, w odniesieniu do badania pilotażowego, została rozszerzona.

Tabela 1.5. Wyniki ankiety w zakresie ważności przejawów barier związanych z oprogramowaniem urządzeń oraz serwisów internetowych.

przejawy barier	ważność przejawu bariery				
	nieważna	mało ważna	ważna	bardzo ważna	najważniejsza
	osoby				
brak wersji stron dla urządzeń mobilnych	40	94	67	45	15
brak aktualizacji oprogramowania	41	98	83	32	7
brak dedykowanych aplikacji mobilnych	49	99	66	37	10

Źródło: Opracowanie własne.

Odsetek odpowiedzi udzielonych w zakresie barier związanych z oprogramowaniem urządzeń oraz serwisów internetowych został zilustrowany na rysunku nr 1.5.



Rysunek 1.5. Procentowy rozkład odpowiedzi w zakresie ważności przejawów barier związanych z oprogramowaniem urządzeń oraz serwisów internetowych.

Źródło: Opracowanie własne.

Otrzymane w tym zakresie odpowiedzi świadczą, iż aspekty związane z oprogramowaniem nie są postrzegane przez użytkowników jak zbyt istotne. Rozkład wskazań w tej grupie, dla poszczególnych przejawów barier był podobny. Bariery zaliczone do tej grupy uzyskały w całym badaniu najwięcej wskazań „nieważna” i najmniej wskazań „najważniejsza”. W tym zakresie znalazła się bariera, która w ocenie użytkowników była najmniej ważna ze wszystkich w całym badaniu. Był to brak dedykowanych aplikacji mobilnych, dla których odsetek wskazań „nieważna” i „mało ważna” wyniósł odpowiednio 19% (najwięcej w całym badaniu) i 38%.

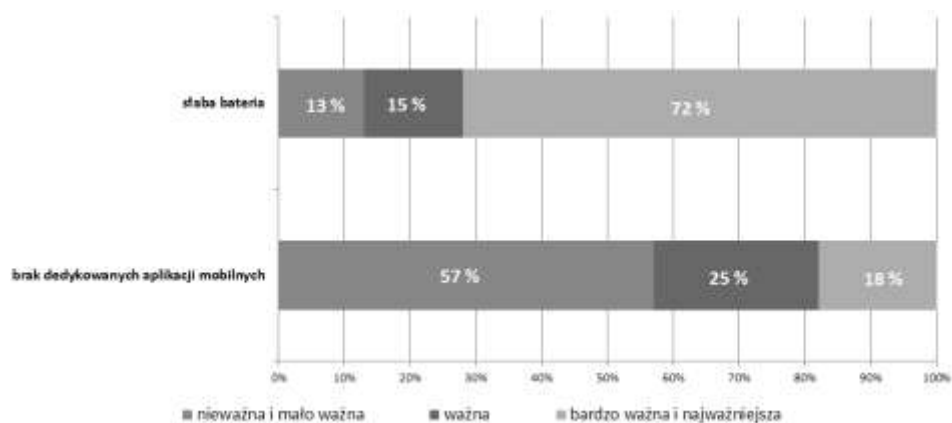
## 1.5.Podsumowanie

Wyniki uzyskane z przeprowadzonej ankiety pokazują, że użytkownicy indywidualni korzystają z usług Internetu za pośrednictwem urządzeń mobilnych codziennie (98%). Podstawowym natomiast urządzeniem mobilnym, z którego korzystają jest smartfon (94%). Tradycyjny telefon komórkowy ustąpił miejsca smartfonowi, podobnie jak kilka lat temu tradycyjny, bazujący na połączeniu kablowym, telefon stacjonarny został „wyparty” przez „mobilny” telefon komórkowy.



Grupą barier, na którą zwracają uwagę użytkownicy, są bariery związane z bezpieczeństwem oraz zapewnieniem prywatności. Choć kwestia zapewnienia bezpieczeństwa leży w interesie obu stron (tj. dostawców usług i oprogramowania z jednej oraz użytkowników z drugiej), to w tym zakresie wysiłki powinni koncentrować sami użytkownicy. Zaawansowanie dostępnych aplikacji, starania usługodawców, głównie banków internetowych oraz innych podmiotów świadczących usługi za pośrednictwem Internetu, polegające na edukowaniu użytkowników oraz ciągłym przypominaniu o zagrożeniach należy uznać za wystarczające.

Barierą, która w ocenie użytkowników jest najważniejsza, jest słaba bateria, (39% badanych), zaś najmniej ważna to brak dedykowanych aplikacji mobilnych, która wskazana została przez 19% użytkowników.



Rysunek 1.6. Najważniejsza i najmniej ważna bariera w ocenie użytkowników.

Źródło: Opracowanie własne.

Słaba bateria otrzymała 72% wskazań jako „najważniejsza” i „bardzo ważna” a tylko 13% jako nieważna i mało ważna. Na drugim biegunie był brak dedykowanych aplikacji mobilnych, który został wskazany jako nieważny i mało ważny przez 57%, zaś jako bardzo ważny i najważniejszy tylko przez 18% respondentów (por. rysunek 1.6). Producenci urządzeń mobilnych powinni uwzględnić ten fakt, a przy projektowaniu nowych modeli swoich produktów pamiętać o wyposażeniu ich w lepsze niż dotychczas baterie.

Także w zakresie barier związanych z infrastrukturą telekomunikacyjną ponad połowa badanych określiła wszystkie bariery jako „bardzo ważna” lub

„najważniejsza”. Formułują zatem natomiast wnioski w stosunku do operatorów sieci komórkowych oraz innych usługodawców można stwierdzić, iż w ocenie użytkowników korzystanie z technologii mobilnych byłoby bardziej powszechne i łatwiejsze gdyby zwiększono szybkość transmisji danych, obniżono jej koszty, a sieci WiFi były bardziej dostępne.

Badania zaprezentowane w niniejszym opracowaniu będą, w zamierzeniu autora, w kolejnych latach kontynuowane w celu monitorowania stanu zjawiska jakim są bariery zastosowań technologii mobilnych.

## Literatura

- [1] Chmielarz W. (2015a), *Badanie wykorzystania smartfonów z punktu widzenia klienta*, [w:] Studies&Proceedings of Polish Association for Knowledge Management, Nr 73, PSZW, Bydgoszcz 2015, s. 26 - 38.
- [2] Chmielarz W. (2015b), *Porównanie wykorzystania sklepów internetowych z aplikacjami mobilnymi w Polsce z punktu widzenia klienta indywidualnego*, [w:], Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015, Tom II, s. 234 - 245.
- [3] Parys T. (2016a), *Ograniczenia wykorzystania zjawiska mobilności dla użytkownika* - rozdział przygotowany do monografii Chmielarz W. (red.) *Mobilne aspekty technologii informacyjnych*, - złożony do druku ukaze się nakładem Wydawnictwa Naukowego Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego w 2016 r.
- [4] Parys T. (2016b), *Technologie mobilne - bariery zastosowania w ocenie użytkowników indywidualnych*- artykuł zgłoszony na konferencję pt. „*Twórczość - Innowacyjność - Przedsiębiorczość - Technologie Informacyjne w organizacjach*” - UE w Katowicach, listopad 2016.
- [5] Parys T. (2016c) *Technologie mobilne - bariery zastosowań w ocenie użytkowników indywidualnych* – wyniki badań 2016- artykuł zgłoszony na II edycję konferencji Informatyka w Zarządzaniu 2016 -IwZSzczecin 2016.

- [6] Raport (2015), Raport POLSKA..JEST.MOBI 2015 -  
[http://www.tnsglobal.pl/coslychac/files/2015/05/POLSKA\\_JEST\\_MOBI\\_2015.pdf](http://www.tnsglobal.pl/coslychac/files/2015/05/POLSKA_JEST_MOBI_2015.pdf),data dostępu:28.03.2016 r.
- [7] Raport (2016), Raport DIGITAL 2016 –  
<https://mobirank.pl/2016/01/27/mobile-digital-w-polsce-na-swiecie-2016/>, data dostępu:16.04.2016 r.
- [8] <http://gsmonline.pl/artykuly/gartner-smartfony-i-kwartal-2016>,data dostępu: 22.05.2016r.
- [9] <http://www.komputerswiat.pl/nowosci/aplikacje/2013/38/ilosc-pobranych-aplikacji-mobilnych-w-tym-roku-przekroczy-100-mld.aspx>,data dostępu:29.05.2016 r.
- [10] <https://mobirank.pl/2016/03/30/prognoza-sprzedazy-smartfonow-swiecie/>, data dostępu28.05.2016 r.
- [11] <http://pclab.pl/news69812.html>, data dostępu: 28.05.2016 r.
- [12] <http://www.spidersweb.pl/2016/01/rynek-smartfonow-2015-apple-samsung-chiny.html>,data dostępu: 30.05.2016 r.
- [13] <http://www.wirtualnemedi.pl/artykul/2-miliardy-uzytownikow-smartfonow-na-swiecie-w-2016-r-polska-w-top-25>,data dostępu:22.04.2016 r.

## **Rozdział 2**

### **Agencje interaktywne. Analiza z punktu widzenia przedsiębiorcy i indywidualnego użytkownika Internetu**

#### **2.1. Wprowadzenie**

Agencja interaktywna to stosunkowo nowy termin, używany głównie na określenie agencji reklamowych zajmujących się kompleksową obsługą działalności internetowej poszczególnych firm.

Dwudziesty pierwszy wiek jest etapem bardzo dynamicznego rozwoju technicznego i postępującej informatyzacji społeczeństwa. Świat stał się globalną wioską, w której istnieje globalna konkurencja. Sukces osiągają firmy szybko reagujące na potrzeby klientów, docierając ze swoją ofertą do jak największego grona odbiorców.

Praktycznie każdy pracodawca w każdej branży inwestuje w informatyzację, która pomaga zarządzać, pozyskiwać wiedzę, wyszukiwać dostawców oraz promować się i docierać do nieograniczonej rzeszy klientów. Internet daje możliwość szerokiego dostępu do odbiorców stosunkowo niewielkim kosztem.

Na świecie wyróżnia się wśród agencji reklamowych zajmujących się Internetem głównie Digital Agency, dawniej określaną jako Interactive agencies lub new media agencies. Ponadto wyróżnia się także Social media agencies która zajmuje się prowadzeniem kampanii reklamowych i kreowaniem wizerunku firmy w portalach społecznościowych. Także działania mające na celu zwiększenia pozycji w wyszukiwarce są kreowane przez Search engine agencies. Jednakże działania tych dwóch ostatnich agencji najczęściej wchodzi w kompetencję Digital Agency która zajmuje się kompleksową usługą internetowej reklamy firmy [1].

W Polsce mianem agencji interaktywnych określa się agencje reklamowe, których ofertą jest przygotowywanie oraz wdrażanie strategii budowy wizerunku firmy w Internecie. Jest to jednak termin bardzo nieformalny, z definiowaniem którego mają problem sami czołowi przedstawiciele polskich agencji: „Widać wyraźny problem ze zdefiniowaniem tożsamości agencji interaktywnej,

zarówno przez same agencje jak i klientów. Nieokreśloność pogłębia mnogość narzędzi i koncepcji na wykorzystanie Internetu i sposobów jego wykorzystania. Każda agencja „internetowa” zrobi „wszystko” w Internecie.” (<http://nowymarketing.pl>).

Wachlarz oferowanych usług jest bardzo szeroki i różni się w ofercie każdej agencji. Podstawowym działaniem można określić:

- projektowanie, budowa oraz wdrażanie serwisów www (stron informacyjnych, systemów CMS, e-sklepów itp.),
- promocja serwisów w wyszukiwarkach internetowych,
- promocja w mediach społecznościach,
- kompleksowe projektowanie i wdrażanie kampanii reklamowych,
- badanie skuteczności wdrażanych rozwiązań [7].

Oczywiście są to podstawy, które cechują agencje interaktywne, natomiast wiele z nich działa na o wiele większą skalę i w zależności od potrzeb klientów, zmieniają często swój plan działania, jak i zakres swoich kompetencji. Jest to rynek o bardzo szybkim tempie rozwoju, o czym świadczą stale zwiększające się proporcjonalnie wydatki na tę sferę promocji.

Oczywiście rola agencji interaktywnych nie kończy się w Internecie. Rola agencji jest wszędzie tam, gdzie zachodzi interakcja z klientem i jej znaczenie stale się zwiększa.

Agencje interaktywne będą skuteczniejsze w realizacji całościowej kampanii tam, gdzie jej sercem jest interakcja z odbiorcą. Jeżeli podstawą kampanii (zjadającą 90% budżetu) jest wypchnięcie do telewizorów spotu „X jest tani. Kup X”, to agencje ATL będą lepszym partnerem. Jeżeli jednak chcemy odbiorcę zaangażować w kampanię w różnych punktach styku i TV czy prasa to tylko brama wejściowa, a kluczowa część kampanii rozegra się w Internecie i wymaga użycia technologii, to agencje interaktywne sprawdzą się lepiej [14].

Pierwotnie założeniem działalności agencji interaktywnych była działalność w sieci. Jednakże dynamiczny rozwój tej dziedziny biznesu stworzył nowe warunki i zapotrzebowania. Obecnie głównym kierunkiem rozwoju takich firm jest pozyskiwanie nowych metod dotarcia do klienta, ponieważ zapotrzebowania każdego klienta zmuszają projektantów do stałego udoskonalania i tworzenia nowych koncepcji stron www i aplikacji.

Wielu specjalistów od internetowego marketingu uważa także, że agencje interaktywne wyznaczają nowe trendy w komunikacji.

## **2.2. Funkcjonowanie agencji interaktywnych**

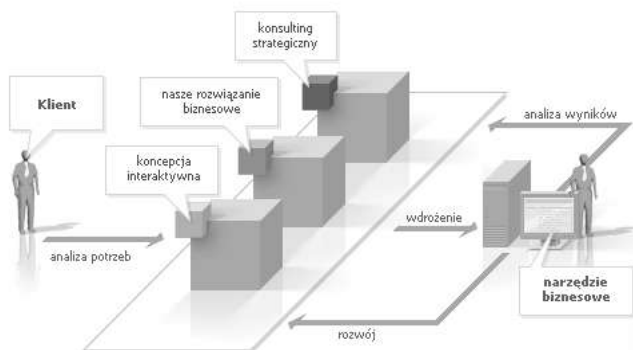
Początkowo wykorzystanie Internetu do celów marketingowych było bardzo ograniczone ze względów technicznych. Początkowo użytkownicy Internetu mieli ograniczony dostęp do wszelkich informacji, ponieważ nie było skutecznej metody wyszukiwania informacji. Internauci korzystali stosunkowo z niewielkiej liczby stron www, media społecznościowe jeszcze globalnie nie istniały więc wachlarz działań był bardzo mały. Mała szansa dotarcia z treścią do odpowiednich użytkowników sprawiała, że nieliczne firmy decydowały się na marketing w Internecie. Zmieniło się to na końcu lat 90, gdy pojawiły się pierwsze wyszukiwarki, które umożliwiły przeszukanie treści i znalezienie potrzebnych informacji. Dzięki temu czas spędzany w Internecie przez zwykłych użytkowników znacznie się wydłużył. Dużą rolę w biznesie zaczęło odgrywać miejsce w sieci, w którym klient mógł szczegółowo zapoznać się z ofertą firmy, a także dokonać zakupów [3]. Aby jednak mieć swoje miejsce w sieci, potrzeba do tego odpowiednich narzędzi. Podstawą jest strona www zawierająca kompleksowe informacje na temat firmy, a także coraz częściej sklep internetowy [12]. Aby jednak klient mógł trafić na tą stronę, musi najpierw o niej usłyszeć, kliknąć na innej stronie w postaci linku gdzie jest zamieszczona reklama firmy lub wyszukać stronę. Ta dwa sposoby stały się ze sobą połączone, dzięki przechwytywaniu przez Google historii wyszukiwania oraz przeglądania przez nas stron internetowych. Dzięki temu usługa Google AdWords wyświetla reklamy, które przypuszczalnie mogą pasować do naszych zainteresowań lub potrzeb. Swego czasu bardzo popularną metodą reklamy było wysyłanie wiadomości reklamowych na e-mail, jednak tego typu działania zostały zahamowane poprzez utworzenie bardzo skutecznych filtrów antyspamowych. Natomiast większość ludzi ma ogromną niechęć do reklam, więc jest to sposób, który nie jest wystarczająco skuteczny. Dodatkowo sytuację pogarszają liczne programy umożliwiające zablokowanie niechcianych treści. O wiele bardziej skuteczne jest wyszukiwanie firm w Internecie. Dodatkowo Google bada pozycję użytkownika, dzięki temu wyszukuje firmy, które są zlokalizowane jak najbliżej. Przykładowo, jeżeli użytkownik korzystający z Internetu w Szczecinie będzie chciał znaleźć dentystę, wpisując to słowo do wyszukiwarki – na pierwszych miejscach wyszuka strony dentystów w Szczecinie i okolicach. Warunkowi temu nie podlegają reklamy, które sprytnie wyświetlają się na pierwszym miejscu, niekoniecznie pasując do lokalizacji i potrzeb.

Kolejnym kluczowym etapem na drodze rozwoju marketingu internetowego to połowa pierwszego dziesięciolecia dwudziestego pierwszego wieku. Za sprawą bardzo dynamicznego rozwoju mediów społecznościowych, głównie Facebook wykreowano całkowicie nową dziedzinę informatyzacji społeczeństwa. Wcześniej relacje międzyludzkie odbywały się za pomocą poczty e-mail, komunikatorów czy chatów. Żadne z nich nie było idealne, ponieważ niosło za sobą pewne ograniczenia. Portale społecznościowe oferują szeroki wachlarz usług dzięki czemu użytkownicy wymieniają się na skalę globalną wszelkimi informacjami w postaci zdjęć, wiadomości, filmów, a także coraz częściej opiniami o danych produktach i firmach. Oczywiście świat biznesu nie przeoczył okazji, aby po raz kolejny zasypać użytkowników swoimi ofertami. Co więcej, można robić to jeszcze mniejszym kosztem ponieważ obsługa takiego portalu jest prosta, wystarczy wykazać się odrobiną cierpliwości oraz perswazji aby dotrzeć do klientów. Polega to głównie na stworzeniu strony profilowej firmy – a następnie dotarcie z nią do jak najszerszego grona klientów. W tym celu firmy organizują różne konkursy dzięki którym stwarzają większy ruch na swojej stronie, a następnie przekazują na niej informację tak aby dotarły do zainteresowanych osób. Mali przedsiębiorcy robią to bardzo często samodzielnie, niezadko z dobrym skutkiem.

Bardzo dobrze zorganizowana kampania reklamowa w Internecie może przynieść skutki o podobnym rozmachu do tej zorganizowanej w tradycyjny sposób w radiu, gazecie czy telewizji, przy czym jest o wiele tańsza. Jest to jednak działanie, które podobnie jak tradycyjna reklama potrzebuje zgrania bardzo wielu czynników które składają się na sukces. Nie są to czynności które są w zasięgu kompetencji przeciętnego człowieka. Agencje interaktywne zapewniają kompleksową obsługę wszystkich elementów składających się na sukces kampanii reklamowych w Internecie. Kreowanie wizerunku firmy jest to proces polegający na zbudowaniu odpowiedniej infrastruktury dla firmy, stworzenia dla niej miejsca w sieci oraz cyklicznie powtarzających się czynności które zapewnią odpowiedni ruch na stronach internetowych oraz aktualną ofertę firmy.

Schemat działania jest podobny do tego, jaki funkcjonuje w innych firmach zajmujących się usługami. Rolą agencji interaktywnej jest jak najszybsze dotarcie do największej ilości klientów, z jak najlepszym skutkiem. Niezastąpionym elementem pracy agencji interaktywnej jest bliska współpraca z klien-

tami oraz stała obserwacja zmieniającego otoczenia sieciowego. Etapy prac agencji interaktywnej można podzielić na kilka etapów, z czego wyróżnić można cztery główne [6]. Na poniższym rysunku, w sposób graficzny przedstawione zostały poszczególne etapy agencji interaktywnej.



Rysunek 2.1. Schemat działania agencji interaktywnej.

Źródło: <http://www.ideo.pl>.

Pierwszym etapem jest zdefiniowanie potrzeb na rzecz projektu. W tym celu przeprowadza się konsultacje z klientem oraz oferuje fachową pomoc. Dużą rolę odgrywa analiza możliwości i konkurencji, ponieważ każda branża rządzi się swoimi prawami

Drugim etapem jest przekazanie danych do zespołu projektowego, przedstawienie koncepcyjnych założeń projektu oraz konsultowanie go z klientem. Na tym etapie ustalane są główne założenia projektu, czyli jakie elementy będą potrzebne do skutecznej kampanii reklamowej.

W trzecim etapie pozostaje przystąpienie do realizacji projektu. Jest to proces, w którym np. buduje się lub modernizuje stronę www, tworzy system sprzedaży bezpośredniej, system B2B. Są to główne trzony projektu, które jednak bez odpowiedniej obsługi pozostawione same sobie, nie są skuteczne.

Czwarty etap to sfinalizowanie projektu i jego wdrażanie. Przekazywane są klientowi odpowiednie narzędzia wraz ze wskazówkami, jak z nich korzystać. Nie jest to etap, który kończy współpracę agencji z firmą, ponieważ samo stworzenie narzędzi nie gwarantuje sukcesu. Aby daną witrynę internetową ktoś przeglądał, trzeba ją wypromować. Dlatego też poważne agencje interaktywne oferują swoim odbiorcom stałą współpracę e-marketingową w postaci różnej reklamy.



Początkowo, jak i dziś, służyły do tego klasyczne formy reklamy internetowej czyli m.in. bannery, butony czyli ogólnie obrazki graniczne umieszczane na innych stronach www z odnośnikiem do danej strony. Oprócz tego stosuje się wyskakujące okienka, które pojawiają się po wejściu na jakąś stronę lub po kliknięciu na jakiś link. Tego typu reklamy są bardzo uciążliwe dla użytkowników, a co za tym idzie przez wielu z nich ignorowane. Ponadto takie wyświetlanie reklam trafia do przypadkowych ludzi więc jest małe prawdopodobieństwo że odniesie się korzyści z tego typu reklam. Obecnie istnieją bardzo skuteczne narzędzia jak np. AdBlock, które całkowicie blokują wyświetlanie tego typu treści [9].

O wiele bardziej skutecznymi metodami dotarcia do klienta jest reklama kontekstowa. Oznacza to że prym w tej dziedzinie wiedzy firma Google ze swoimi usługami AdWords oraz AdSense [5]. Wszystkie wyświetlane treści są zgodne z wcześniejszymi wyświetleniami treści. Jeżeli przykładowo użytkownik wyszukiwarki zacznie wyszukiwać informacje, w których słowami kluczowymi będą słowa związane z motoryzacją, oprócz stron zaindeksowanych pod tymi kluczami, wyświetlą się na pierwszych miejscach reklamy w których usługobiorca wpisał identycznie lub podobne klucze. Wadą tego systemu jest to, iż wyświetlają się podobnie jak zwykle reklamy internetowe, więc bardzo często są blokowane lub po prostu ignorowane. Jest to jednakże stosunkowo skuteczny sposób reklamy, ponieważ wielu użytkowników Internetu nie odróżnia wyświetlonych reklam od wyświetlonych wyników wyszukiwania.

Innym sposobem na pozyskanie klientów jest reklama e-mail. Jednakże duża ilość filtrów antyspamowych zmusza agencje interaktywne do zachęcania i zapisywania się dobrowolnie do subskrypcji aby nawiązać długotrwałą interakcję z klientami.

Jednym z najważniejszych etapów promocji jest optymalizacja w wyszukiwarkach internetowych. Większość użytkowników Internetu, poszukiwanie informacji i wiedzy zaczyna właśnie od wyszukiwarek internetowych. Optymalizacja, inaczej znana jako pozycjonowanie stron www polega na szeregu procesów mających na celu osiągnięcie przez serwis www jak najwyższej pozycji po wyszukaniu poszczególnych fraz. Jest to proces długotrwały, dający efekty w perspektywie tygodni czy nawet miesięcy [9].

Stosunkowo nowym i efektywnym elementem e-marketingu są media społecznościowe i idące za nimi nowe możliwości promocji. W tym celu stosuje

się tzw. reklamę wirusową. Polega ona na tym, że użytkownicy sami udostępniają wyeksponowany przez firmę produkt zachęteni kreatywnym podejściem specjalistów. Oprócz tego mogą komentować nasze produkty i udostępniać ich treść dla swoich znajomych. W tym celu stosuje się system forum i komentarzy w swoim sklepie internetowym lub w prostszy sposób firma może zachęcać swoich klientów do polubienia swojego profilu w mediach społecznościowych i wyrażania w nich opinii na temat kupionych usług lub produktów.

Podsumowując, działalność agencji interaktywnej sprowadza się do wykonywania wielu połączonych procesów, mających na celu opracowanie strategii reklamowej, stworzenie niezbędnych do tego narzędzi i następnie wdrożeniu ich z jak najlepszym efektem.

Funkcjonalna strona internetowa to dopiero połowa sukcesu zaistnienia w sieci. Sam fakt istnienia strony firmowej nie spowoduje że zostanie nagle zauważona i intensywnie przeglądana. Internauci muszą jakimś sposobem dowiedzieć się o niej. Najprostszym sposobem promocji jest oczywiście e-marketing, który daje dużo możliwości [11].

Głównym zadaniem agencji interaktywnej jest zwiększanie sprzedaży oraz budowanie świadomości marki. Środkiem do osiągnięcia celu jest między innymi generowanie ruchu na stronie. Bardzo dobrze posłuży do tego reklama w wyszukiwarkach typu Pay Per Click, która jest szybkim sposobem na dostarczenie użytkowników na stronę [10]. Polega to na tym, że płaci się za każde wejście na stronę, nie wiadomo jednak skąd pochodzą kliknięcia, więc bardzo możliwe że w ogólnym rozrachunku ruch ten nie przyniesie reklamodawcy spodziewanych efektów. Typowym przykładem tego typu reklamy jest Google AdWords. Metoda tej reklamy polega na tym, że szukając na przykład sklepu w wyszukiwarce Google, automatycznie system wyświetla na pierwszej stronie reklamy, w których słowa kluczowe było takie same lub podobne do wpisanych.

Na rysunku 2.2. wyświetlone zostały wyniki wyszukiwania sklepu wędkarskiego. Trzy pierwsze wyniki są lekko zamaskowanymi reklamami. Dzieje się tak dlatego, że zarówno Sklep Wędkarski – multifishinhg.pl jak i dwa pozostałe użyły jako jedno z wielu jako klucz, takie same słowa jakie zostały wpisane w wyszukiwarce. Serwis Google daje możliwość wykupienia przestrzeni reklamowej w postaci linka sponsorowanego. Polega to na tym, aby słowo lub słowa, przy którego wyszukaniu ma się wyświetlać reklama, a następnie należy

napisać treść reklamową. Innymi słowy trzeba ustalić, w przy jakich słowach kluczowych ma zostać wyświetlana reklama.



Rysunek. 2.2. Google AdWords.

Źródło: www.google.pl.

Reklamy mogą wyświetlać się na dwa sposoby, nad wynikami wyszukiwania lub obok nich. Na załączonym obrazku widać, że jedna reklama jest wyżej a druga niżej. Są dwa czynniki, od których zależy pozycja reklamy, a odpowiedź na to pytanie jest kluczowa dla skuteczności kampanii reklamowej. Najważniejszym czynnikiem jest stawka za jedno kliknięcie reklamy. Polega to na tym, że reklamodawcy licytują się o to, ile są w stanie zapłacić za wyższą pozycję. W zależności od ilości reklamodawców stawki za jedno kliknięcie zaczynają się od kilku groszy dla mniej popularnych słów, natomiast dla popularnych słów kluczowych można zapłacić nawet kilka złotych za jedno kliknięcie. Drugim czynnikiem wpływającym na pozycje reklamy jest jej treść. Czym trafniej napisana reklama tym taniej można wyprzedzić konkurencję.

Bardzo dobre efekty może przynieść SEO (Search Engine Optimization). Jest to pozycjonowanie w wynikach wyszukiwarek – które wymaga jednak dłuższego czasu, aby przynieść pożądane efekty. Działania te sprawić mają, aby w wynikach wyszukiwania być jak najwyżej. Bardzo ważne jest WSO (WebSite

Optimization), które polega na zastosowaniu zestawu działań bezpośrednio w kodzie strony www jak i w samej jej treści. Szereg czynności optymalizacji to:

- odpowiednie zredagowanie treści, które znajduje się na stronie www. Polega to na odpowiednim zagęszczeniu słów kluczowych (czyli takich których będą szukać internauci) w opisach produktów, wpisach, artykułach i tym podobnych,
- wyodrębnienie odpowiednich fraz które chcemy wypozycjonować, na przykład poprzez ich pogrubienie lub powiększenie,
- optymalne dobranie tagów czyli meta opisów oraz tytułów, w taki sposób aby były odpowiedniej długości, zawierały słowa kluczowe a zawarty w nich tekst ma być przyjazny dla użytkownika,
- ustawienie nagłówków H1, H2, H3, H4, H5, H6,
- dodanie atrybutu alt do zdjęć,
- linkowanie wewnętrzne oraz zewnętrzne,
- zastosowanie przyjaznych adresów URL (np. <http://www.nazwastrony.pl/nazwa-artykułu/>),
- rozwiązanie problemu powielonej treści,
- ustawienie przekierowań,
- poprawienie czasu ładowania strony,
- ujednolicenie strony do standardów WC3,
- optymalne utworzenie pliku robots.txt, mod\_rewrite oraz .htaccess,
- utworzenie mapy strony www, dzięki której roboty wyszukiwarek będą mogły odnaleźć się w konstrukcji serwisu,
- zredagowanie błędów kodu, przez które witryna jest wyświetlana nieprawidłowo.

Warto zaznaczyć, że w organicznych wynikach nie są ujawniane strony płatne, czyli tak zwane linki sponsorowane. Zwieńczeniem działań SEO jest zdobycie przez pozycjonowaną witrynę www jak najwyższych miejsc w wynikach wyszukiwania. Przez wiele lat swojej pracy eksperci z agencji interaktywnych zdołali poznać czynniki, które wpływają na pozycję witryny. Jest to rozłożone w czasie, ciągle zdobywanie listy odnośników prowadzących do strony WWW [2]. Ważne jest aby odróżnić, co robi SEO a co WSO. SEO odbywa się po za naszą witryną, a WSO wewnątrz niej.

Zupełnie innym sposobem reklamy jest e-mail marketing. Jest to forma reklamy bezpośredniej, wykorzystująca pocztę elektroniczną jako środek interakcji z użytkownikami. Właściwie zorganizowany e-mail marketing jest dobrym narzędziem reklamowym, które ułatwia tworzenie i utrzymywanie dobrych kontaktów z klientami, wpływanie na ich decyzje konsumenckie, tworzenie odpowiedniego prestiżu firmy, zainteresowanie klientów usługami i produktami. Reklama tego typu polega na wysyłaniu zbiorczej wiadomości, która zawiera treści handlowe. Jest to forma bardzo bezpośrednia, umożliwiająca personalizację oraz bardzo dokładnego wycelowania w klienta. Będąc w posiadaniu konkretnych informacji o użytkowniku, można używać powitania z jego imieniem oraz dopasować treść i formę przesyłki do profilu klienta. Email marketing opiera się na permission marketingu – wiadomości wysyłane są do bazy klientów, którzy wyrazili zgodę na otrzymywanie informacji handlowej, a więc zadeklarowali wyraźną chęć otrzymywania wiadomości – jest zatem duża szansa, że ją odczytają [10]. Jest możliwość dokładnej obserwacji wyników działań w raportach i dzięki tym obserwacjom decydować o ich zmianie lub podtrzymaniu. Na korzyść e-mail marketingu działa to że jest bardzo tani. We Fresh-Mailu można zacząć od darmowego konta, jeśli tylko liczba adresów w bazie nie przekracza 500 odbiorców.

Nowatorskim sposobem docierania do użytkowników Internetu jest marketing w mediach społecznościowych [13]. Media społecznościowe to rodzaj mediów, w których użytkownicy wchodzą w interakcję ze sobą. Stworzone zostały poprzez wykorzystanie dostępnych i skalowalnych technik. Media społecznościowe uzupełniają potrzebę interakcji społeczeństwa, wykorzystując technikę osadzoną w środowisku witryn internetowych do przekształcenia nadawanego w mediach monologu (jeden do wielu) w dialog (wielu do wielu). Zwiększa w ten sposób wiedzę społeczeństwa. Marketing w tak zwanych Social Media pozwala na bezpośrednią interakcję z użytkownikami, rozmowę oraz swobodne zaangażowanie użytkowników w rozwój rozpoznawalności marki. Działalność agencji interaktywnej w mediach społecznościowych powinna skupić się głównie na tworzeniu nowych treści, które przykują uwagę klientów, nakłonią ich do dialogu, zainteresują, sprawią że odwiedzą witrynę www lub po prostu polecą sprawdzony produkt.

### 2.3. Badanie podatności użytkowników Internetu na działania e-marketingowe prowadzone przez agencje interaktywne

Badanie ankietowe zostało przeprowadzone wyłącznie wśród osób deklarujących się jako użytkownicy Internetu. Ankietę przeprowadził Dariusz Urbaś – student Uniwersytetu Szczecińskiego.

Na pytanie o częstotliwość korzystania z sieci, 59% zadeklarowało że korzysta z niego codziennie. Kilka razy w tygodniu korzysta 31%, a co dziesiąty badany korzysta rzadziej niż raz w tygodniu. Można więc na podstawie tych danych przyjąć, że badana grupa (88 osób) korzysta z Internetu stale oraz regularnie.

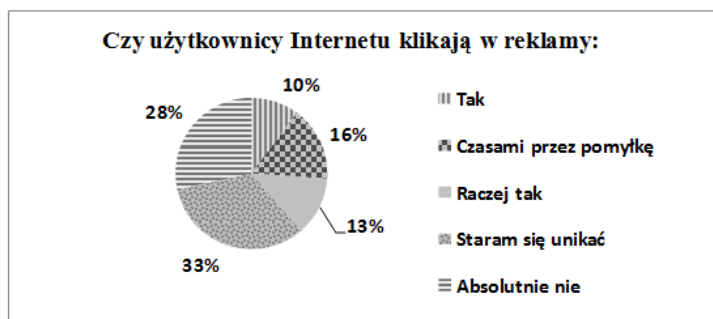
Ankieta została podzielona na trzy części:

- A – metryczka badanych,
- B – badanie preferencji użytkowników Internetu względem działań agencji interaktywnej,
- C – badanie korzyści działania agencji interaktywnej z punktu widzenia przedsiębiorstw.

36 osób zostało przebadanych za pomocą bezpośredniego wywiadu, a 52 osoby odpowiedziały na pytania poprzez ankietę elektroniczną. Poniżej przedstawiono wybrane wyniki badań ankietowych.

#### Część B - preferencje użytkowników Internetu względem działań agencji interaktywnej

Wykres 2.1. Stosunek internautów do reklam internetowych.



Źródło: Opracowanie własne.

W badaniu tylko co dziesiąty pytany odpowiedział twierdząco, że klika w reklamy. O 3% więcej zaznaczana była odpowiedź "raczej tak". Co ciekawe, 16% badanych omyłkowo klika w reklamy nie odróżniając ich od pozostałej treści. Najwięcej badanych określiło, że stara się unikać reklam – aż 33% badanych. Absolutną wstrzemięźliwość w klikaniu w reklamy wyraziło 28% badanych.

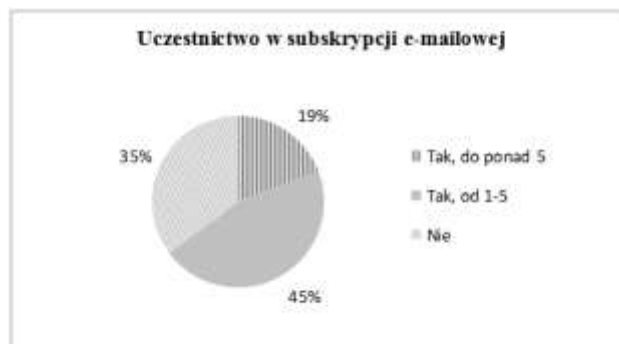
Wykres 2.2. Ocena przydatności profili firmowych w mediach społecznościowych.



Źródło: Opracowanie własne.

Z badań wynika że ponad połowa użytkowników Internetu pozytywnie postrzega konta firmowe w przestrzeni mediów społecznościowych. 22 % badanych określiło że są bardzo potrzebne, a 22% że bywają przydatne. Jednak najczęściej użytkowników odpowiedziało że neutralnie traktuje profile firmowe – 41%. Tylko 7% uznało je za niepotrzebne.

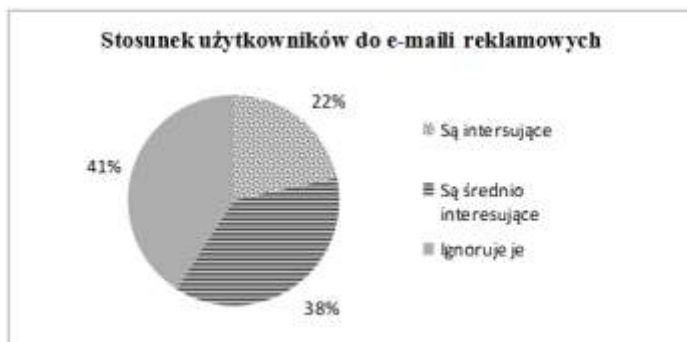
Wykres 2.3. Uczestnictwo w subskrypcji e-mailowej.



Źródło: Opracowanie własne.

Uczestnictwo w subskrypcji e-mailowej zadeklarowało 64% badanych. 35% badanych nie jest zapisanych nigdzie lub o tym nie wie.

Wykres 2.4. Stosunek użytkowników Internetu do e-maili reklamowych.



Źródło: Opracowanie własne.

E-maile reklamowe cieszą się nie małą popularnością. 38% badanych określiło, że ich treści są średnio interesujące, a 22% że interesujące. 41% odbiorców nie interesuje się nimi.

Wykres 2.5. Wpływ e-maili reklamowych na zakupy.



Źródło: Opracowanie własne.

Po przejrzaniu e-maili reklamowych 14% badanych osób kupuje kilka razy w tygodniu. Co trzeci badany kupuje raz w tygodniu lub rzadziej. Ponad połowa, 53% osób nie dokonuje w ten sposób zakupów lub dokonuje go sporadycznie.



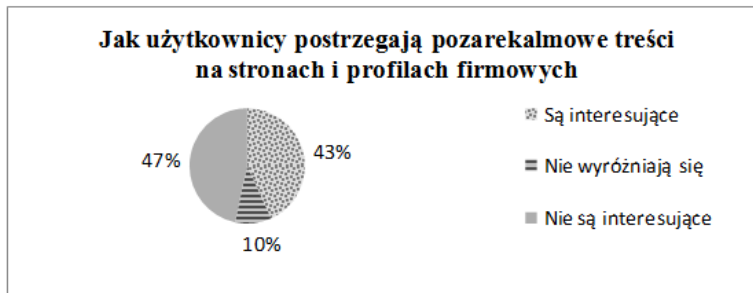
Wykres 2.6. Stosunek użytkowników do wydarzeń w mediach społecznościowych.



Źródło: Opracowanie własne.

Z przeprowadzonych badań wynika, że tylko co dziesiąty ankietowany wziął kiedykolwiek udział w wydarzeniu promowanym w mediach społecznościowych.

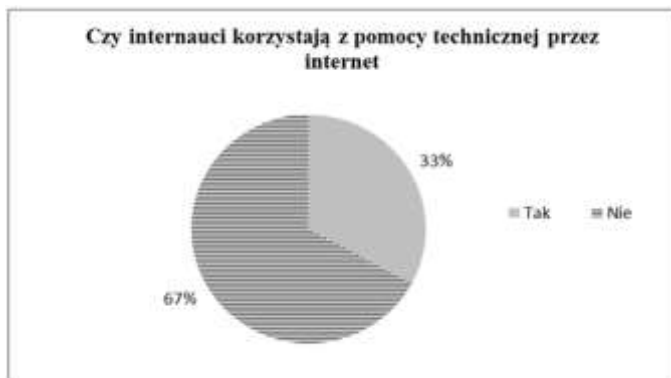
Wykres 2.7. Pozareklamowe treści w oczach internautów.



Źródło: Opracowanie własne.

Odpowiedzi na ten temat są mocno podzielone i rozkładają się prawie po połowie. Pozareklamowe treści na profilach i stronach www oceniane są jako interesujące przez 43% badanych. Co dziesiąty wyraził opinię, że nie wyróżniają się niczym szczególnym. 47% badanych uznało je za nieinteresujące.

Wykres 2.8. Pomoc techniczna przez Internet.



Źródło: Opracowanie własne.

Co trzeci badany oświadczył w ankiecie, że korzystał z pomocy technicznej przez Internet. 67% ankietowanych nie korzystało z takich usług.

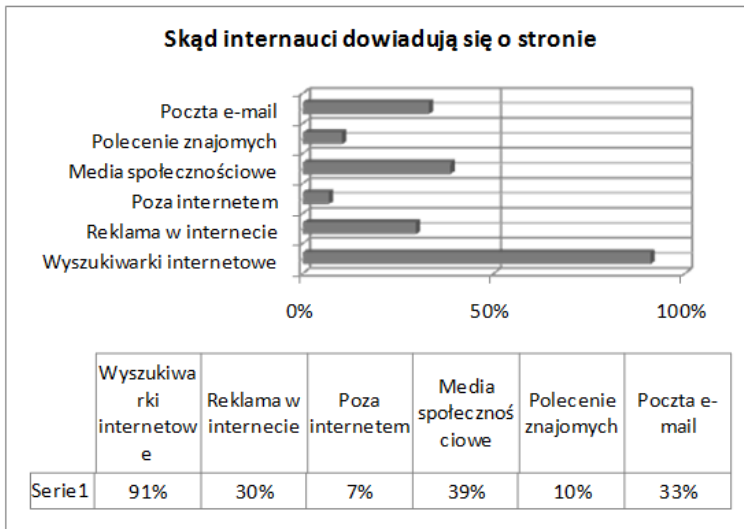
### **Część C – korzyści z działań agencji interaktywnej z punktu widzenia przedsiębiorstwa**

Odpowiedzi na pytania drugiej części ankiety mają określić, jakie korzyści może osiągnąć przedsiębiorstwo, korzystając z usług agencji interaktywnej. Oprócz bezpośrednich wyników ze standardowych pytań zawartych w ankiecie, uwzględnione zostały aspekty rodzajów przedsiębiorstw.

Najczęściej internauci dowiadują się o stronie z wyszukiwarek internetowych. W ten sposób na strony wchodzi 91% ankietowanych (wykres 2.9). Na średnim poziomie jest wynik trzech kolejnych źródeł: Media społecznościowe 39%, Poczta e-mail 33%, Reklama w internecie 30%. Marginalne znaczenie ma polecenie znajomych oraz reklama poza internetem – kolejno 10 i 7 %.

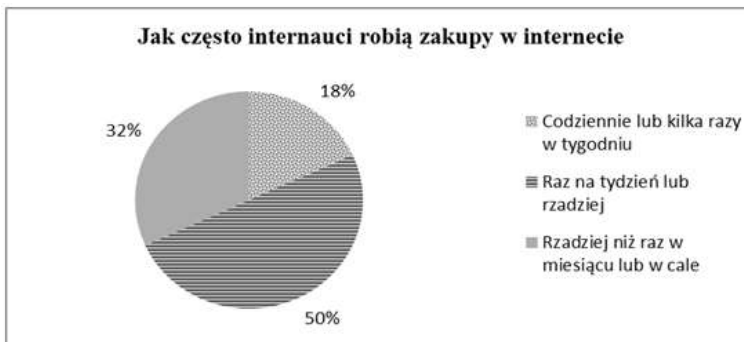
Bardzo często, to znaczy codziennie lub kilka razy w tygodniu zakupy robi 18% ankietowanych (wykres 2.10). Dokładnie połowa przebadanych osób robi zakupy raz na tydzień lub rzadziej. Co trzecia ankietowana osoba oświadczyła że zakupy robi sporadycznie lub wcale.

Wykres 2.9. Źródło wiedzy o istnieniu strony wśród internautów.



Źródło: Opracowanie własne.

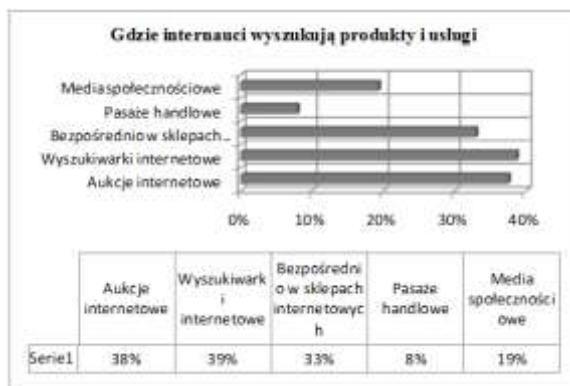
Wykres 2.10. Częstotliwość zakupów w Internecie.



Źródło: Opracowanie własne.

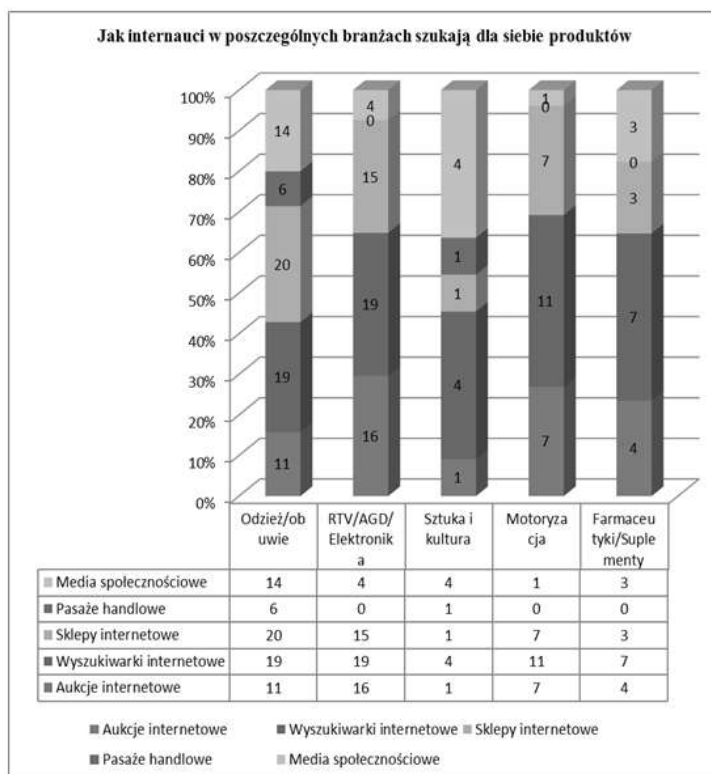
Najczęściej internauci szukają produktów i usług poprzez wyszukiwarki internetowe oraz na portalach aukcyjnych – deklaruje to kolejno 39 i 38% badanych (wykres 2.11). Co trzecia ankietowana osoba oświadczyła że szuka bezpośrednio w sklepach internetowych. Media społecznościowe są źródłem informacji dla 19% ankietowanych. Pasaże handlowe mają o ponad połowę mniejsze znaczenie z wynikiem 8% wśród przebadanych.

Wykres 2.11. Metoda wyszukiwania zakupów.



Źródło: Opracowanie własne.

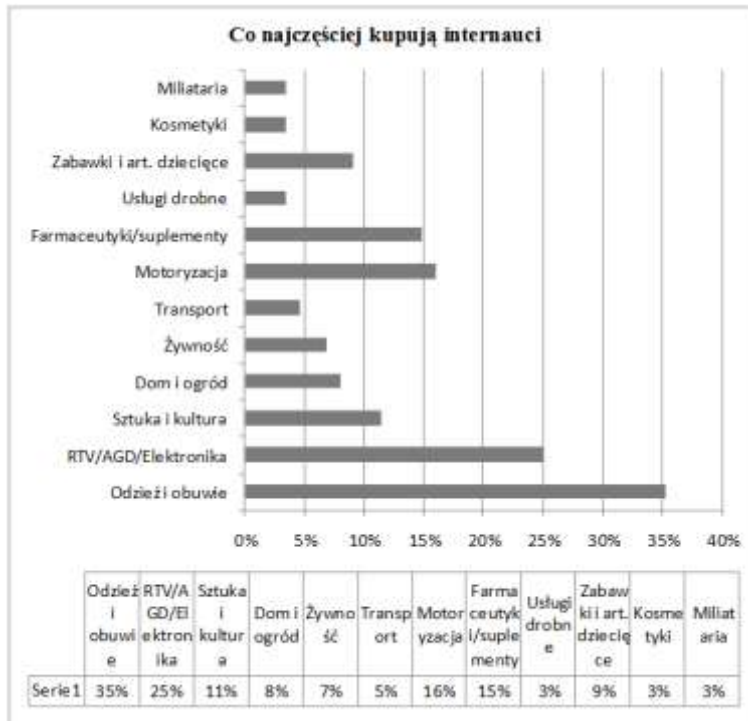
Wykres 2.12. Sposób wyszukiwania produktów w poszczególnych branżach.



Źródło: Opracowanie własne.

Wykres 2.12 przedstawia, w jaki sposób użytkownicy Internetu wyszukują dla siebie produkty z podziałem na branżę.

Wykres 2.13. Najczęstszy wybór konsumentów w Internecie.



Źródło: Opracowanie własne.

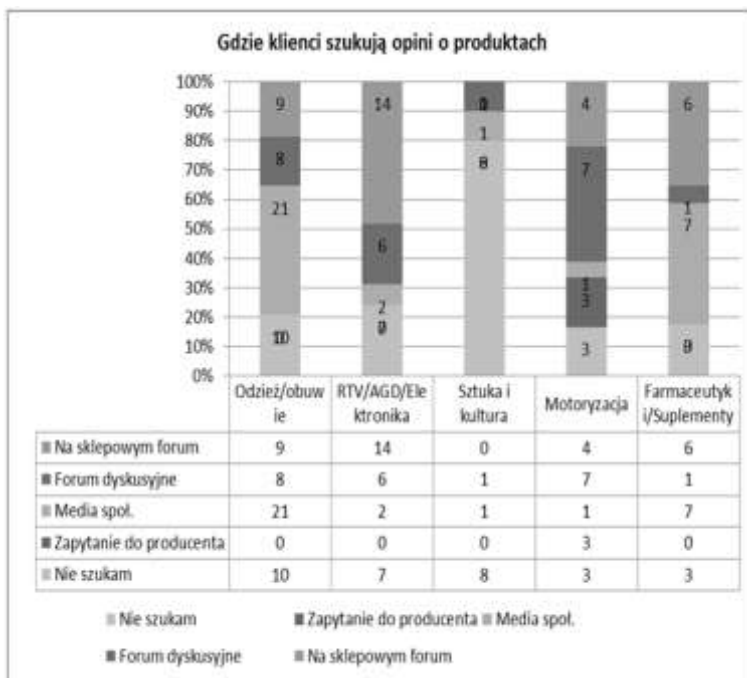
Wśród przebadanych osób, w ostatnim miesiącu najczęściej kupowanym produktem była odzież i obuwie – zadeklarowało jej kupno 35% badanych. Na drugim miejscu znalazły się urządzenia elektroniczne, co czwarty przebadany kupił w ostatnim miesiącu taką rzecz. Na kolejnych miejscach, z mniejszym wzięciem, są produkty związane z motoryzacją – 16%, farmaceutyki i suplementacja – 15%, Sztuką i kulturą – 11%. Zabawkami i artykułami dziecięcymi zainteresowało się 9% badanych. O jeden procent mniej artykułami do domu i ogrodu. Transport zainteresował 5% badanych. Najmniej – bo po 3% zakupiło militaria, kosmetyki oraz usługi drobne na przykład fryzjera.

Wykres 2.14. Źródło opinii o produktach w Internecie.



Źródło: Opracowanie własne.

Wykres 2.15. Źródło opinii o produktach w poszczególnych branżach.

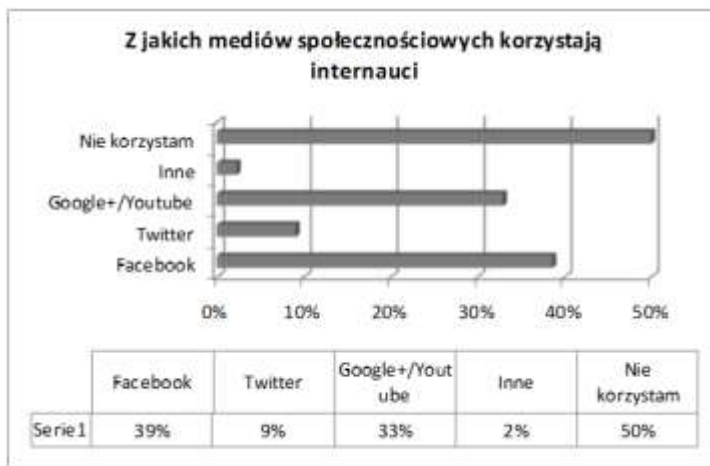


Źródło: Opracowanie własne.

Wśród przebadanych osób, najwięcej osób – 26% zadeklarowało, że szuka opinii na sklepowym forum lub systemie opinii (wykres 2.14). Niewiele mniej, bo 22% ankietowanych szuka opinii na niezależnych forach dyskusyjnych. W mediach społecznościowych 16% badanych, a zapytanie do producenta wysłała 3% ankietowanych. Najwięcej jednak było osób, które oświadczyły, że nie szukają opinii w Internecie.

Wykres 2.15 oraz tabela obrazuje w jaki sposób kupujący w poszczególnych branżach szukają opinii o kupowanych przez siebie produktach.

Wykres 2.16. Korzystanie z mediów społecznościowych.



Źródło: Opracowanie własne.

Najczęstszymi mediami używanymi przez ankietowanych były Facebook oraz Google+/Youtube – kolejno 39% oraz 33% badanych zadeklarowało ich użytkowanie (wykres 2.16). Dużo mniejszym zainteresowaniem cieszy się Twitter z 9% użytkowników wśród przebadanych. Połowa ankietowanych nie jest jednak związana z żadnym medium społecznościowym.

Wykres 2.17 oraz tabela obrazuje jak korzystają z mediów społecznościowych internauci kupujący produkty w poszczególnych branżach.

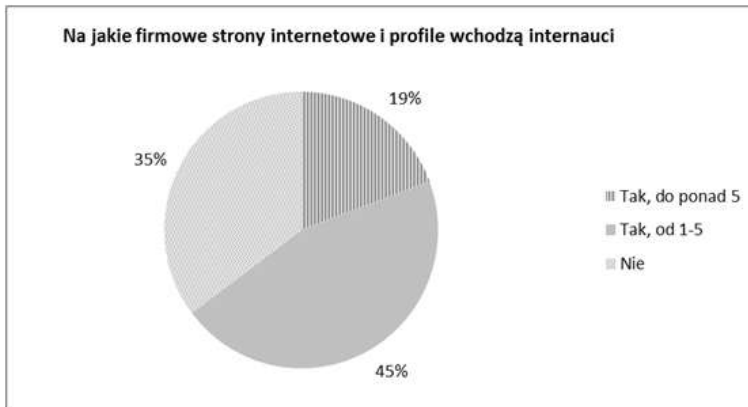
Strony i profile średnich i małych firm cieszą się największą popularnością, najczęściej odwiedzanymi deklaruje je aż 69% użytkowników. 31% ankietowanych deklaruje że odwiedza najczęściej strony mikroprzedsiębiorstw (wykres 2.18). Niespełna 16% badanych osób wchodzi najczęściej na strony dużych koncernów.

Wykres 2.17. Media społecznościowe a branże.



Źródło: Opracowanie własne.

Wykres 2.18. Odwiedzanie stron firmowych ze względu na wielkość przedsiębiorstwa.

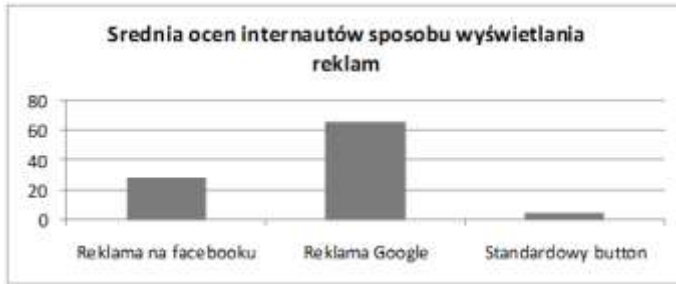


Źródło: Opracowanie własne.

Ankietowani najwyżej ocenili reklamę umieszczoną przy wyszukiwarce Google która pojawia się podczas wyszukiwania (wykres 2.19). O połowę gorszą ocenę ma reklama na Facebooku. Standardowy button umieszczany na zwykłych witrynach dobrze oceniany jest przez nielicznych.

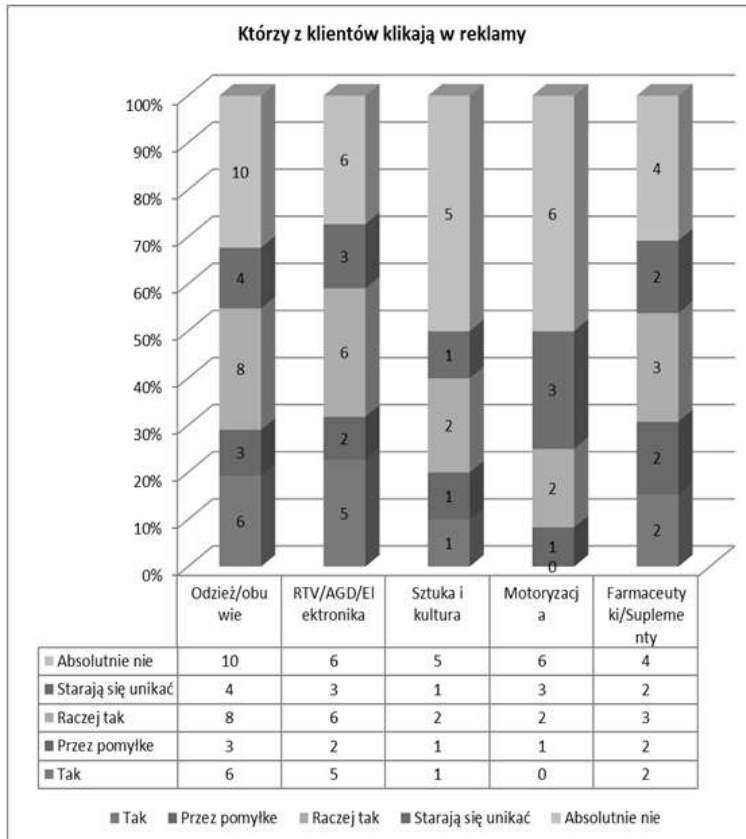


Wykres 2.19. Sposób i miejsce wyświetlania reklam, a ocena internautów.



Źródło: Opracowanie własne.

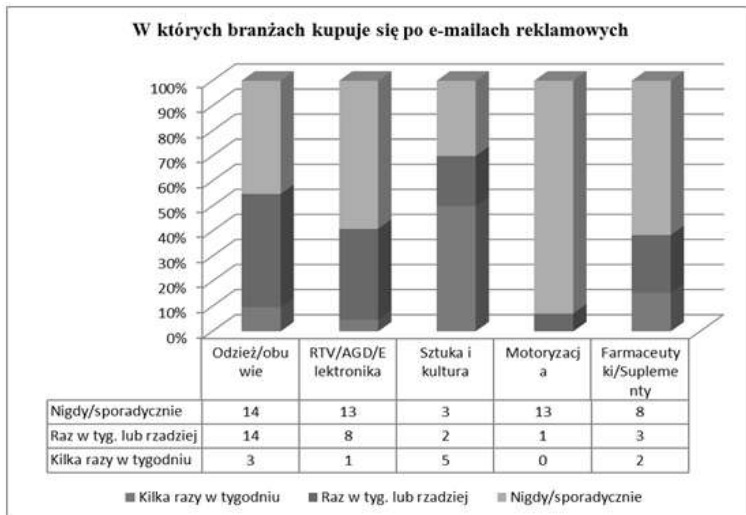
Wykres 2.20. Skuteczność reklam na stronach www a branże.



Źródło: Opracowanie własne.

Wykres 2.20 obrazuje, w jaki sposób traktują wyświetlane reklamy poszczególni klienci z rozdzieleniem na branże.

Wykres 2.21. Skuteczność e-maili reklamowych a branże.



Źródło: Opracowanie własne.

## 2.4. Interpretacja wyników

Z racji konstrukcji ankiety, oraz złożoności badanego problemu interpretacja wyników zostanie przeprowadzona w dwóch etapach. Pierwszy etap badania daje obraz internauty obracającego się w środowisku sieciowym oraz jego stosunek do działań interaktywnych. Interpretacja wyników w pierwszym etapie ma dać odpowiedź czy z punktu widzenia użytkowników internetu oferowane treści są odpowiednie.

Na podstawie wyników z pierwszych pytań, można określić że zaledwie dla jednej czwartej badanych reklamy są czymś interesującym. Jest to jednak w skali internetu ogromna liczba ludzi i nie można w żaden sposób lekceważyć tego typu reklamy z punktu widzenia prowadzenia działań marketingowych stosunkowo jest to jednak dla samych użytkowników internetu działalność utrudniająca ruch po sieci niż jakaś korzyść, pewna część osób klika w nie przez

przypadek. Z całą pewnością taki sposób wejścia na stronę nie zatrzyma na długi internauty.

O wiele lepiej postrzegane są konta firmowe w mediach społecznościowych. Ponad połowa badanych pozytywnie się do nich odniosła, a co piąty ankietowany uznał że są bardzo potrzebne. Bardzo dużo osób nie miało zdania w tym temacie, głównie dlatego że nie korzystają z mediów społecznościowych. Bardzo niski procent negatywnych odbiorców wskazuje że jest to pożądana forma promocji przez większość użytkowników internetu. Jeżeli chodzi o interakcje z klientami między profilem firmowym a klientem to badania zwiastują różnie. Uczestnictwo w wydarzeniach które są częścią interakcji zadeklarował co trzeci ankietowany. Jest to duża liczba osób, zwłaszcza że duża część użytkowników nie ma w zwyczaju się w cokolwiek angażować. Większą popularnością na firmowych stronach i profilach cieszą się treści pozbawione reklamy, jak na przykład instrukcje lub ciekawostki. Pozytywnie ocenia je prawie połowa badanych. Blisko co trzecia osoba korzysta z pomocy (na przykład technicznej) poprzez interakcje z przedsiębiorstwem. Niezbyt dobry wynik można tłumaczyć tym, iż szybciej można uzyskać pomoc poprzez publiczne fora tematyczne.

Kolejnym omawianym na tym etapie problemu są wyniki dotyczące reklamy poprzez e-mail. Uczestnictwo w subskrypcji e-mailowej zadeklarowało blisko dwie trzecie badanych osób. To ogromna baza klientów, a tak duży odsetek zapisanych świadczy o tym że klienci lubią tworzyć więź z przedsiębiorstwami. E-maile reklamowe budzą ciekawość wśród prawie 60% badanych. To o wiele lepiej niż w przypadku styczności użytkowników z kontami firmowymi w mediach społecznościowych i reklamach na zwykłych stronach www. Spora popularność przekłada się na dobrą sprzedaż. Dzięki informacjom z e-mailingu zakupy deklaruje prawie połowa ankietowanych. Dzieje się tak dlatego, że e-maile reklamowe trafiają głównie za pomocą subskrypcji, a więc klient musi najpierw wyrazić zgodę na wysyłanie treści reklamowej, a nie zrobi to na stronie która nie oferuje dla niego nic ciekawego. To powoduje że są one o wiele lepiej dopasowane do klientów, a co za tym idzie reklamy nie zasypują niepotrzebnie skrzynek e-mailowych.

Kolejny etap badania daje odpowiedź, jakie korzyści może osiągnąć przedsiębiorstwo korzystając z usług agencji interaktywnej, a także w jakich dziedzinach i w jaki sposób opłaca się promowanie firmy.

Pierwsze pytanie tej części ankiety daje odpowiedź, skąd internauci wiedzą o stronie internetowej. 90% badanych wskazało, że są to wyszukiwarki internetowe. Nic dziwnego, od kilku lat jest najwygodniejszy sposób serfowania po sieci. Na uwagę zasługują także media społecznościowe, poczta e-mail oraz reklama w Internecie. Polecenie od znajomych lub źródła poza Internetem nie przynoszą rezultatów.

W podobnym, aczkolwiek różniącym się pytaniu, dotyczącym tego, gdzie klienci szukają produktów, wyniki były zupełnie inne. Wyszukiwarki internetowe wskazały już tylko 39% ankietowanych, prawie tyle samo co aukcje internetowe. Użytkownicy Internetu wolą po prostu szybciej przeanalizować dostępne oferty względem jakości oceny w dużym zbiorze uporządkowanych towarów. Bezpośrednio w sklepach szuka co trzeci ankietowany. Z pasażów handlowych korzysta blisko co dziesiąty użytkownik, a co piąty z mediów społecznościowych. Media społecznościowe są o tyle ciekawym rozwiązaniem, że można tam spotkać konkretne oferty wraz z odpowiednimi recenzjami, pomysłami testami i tym podobne. Dokładniejszy obraz w tym aspekcie dają odpowiedzi – jak poszukiwanie produktów w poszczególnych branżach wpływa na sposób ich wyszukiwania. Jeżeli chodzi o wyszukiwarki internetowe, są one mniej więcej po równo używane w poszukiwaniu w każdej z branż. Jeżeli chodzi o pasaż handlowy, to właściwie używa się ich tylko do szukania ubrań i obuwia. Aukcje internetowe są nieodłącznym elementem dla potrzebujących artykułów motoryzacyjnych oraz w dziedzinie RTV/AGD/Elektronika. Oczywiście inne artykuły także są tam popularne. Głównymi szukającymi w mediach społecznościowych są odbiorcy sztuki i kultury. Sporo mniej ankietowanych szuka w ten sposób odzieży oraz suplementów i farmaceutyków.

Zanim jednak konkretni użytkownicy zechcą coś kupić, potrzebują opinii o danym produkcie. Potrzebę taką realizuje w Internecie 60 % badanych, najwięcej poprzez sklepowe forum (system opinii) oraz na niezależnym forum dyskusyjnym. Media społecznościowe odgrywają tu mniejszą, lecz znaczącą rolę. Źródło opinii różni się w zależności od tego, co klienci szukają. I tak na sklepowym forum najwięcej osób, bo prawie 50% badanych, szuka produktów związanych z szeroko pojętą elektroniką i sprzętem RTV/AGD. O połowę mniej próbuje się czegoś dowiedzieć w ten sposób na temat suplementów i farmaceutyków. W tej dziedzinie prym wiodą media społecznościowe – ok. 40% ankietowanych w tej branży szuka tam opinii, podobnie zresztą jak w przypad-

ku odzieży i obuwiu. Znacznie inaczej niż w pozostałych branżach, szukają opinii klienci sklepów motoryzacyjnych. Robią to głównie poprzez fora dyskusyjne, pewnie dlatego że jest to bardzo obszerne źródło informacji. Mniejszą rolę odgrywa tutaj sklepowe forum oraz zapytanie do producenta. Co warto zaznaczyć, zapytanie do producenta zostało wpisane tylko przez tę grupę kupujących. Bardzo możliwe, że byłoby takich odpowiedzi więcej, lecz tej odpowiedzi nie było w spisie i ankietarzy sami musieli ją wpisać na ankiecie przy odpowiedzi *Inne*. Szczególnym wynikiem, to znaczy brakiem zainteresowania szukania opinii w Internecie, wykazali się kupujący z dziedziny sztuki i kultury.

Kolejnym aspektem jest rola mediów społecznościowych. Połowa ankietowanych nie korzysta z nich w ogóle. Blisko 40 % korzysta z Facebooka. Nic dziwnego, odsetek ten stale rośnie i z każdym rokiem się powiększa. Niewiele mniej, bo co trzecia osoba korzysta z usług Google+ (czyli także bardzo popularny serwis Youtube). Twitter to medium tylko dla co dziesiątego badanego. Jego specyficzna forma i małe możliwości pisania artykułów nie zachęcają użytkowników do rejestracji. Jednak medium to jest używane stosunkowo często przez kupujących z dziedziny sztuki i kultury. Przez kupujących w innych branżach jest dużo mniej popularne. Facebook jest często używany przez kupujących odzież, obuwie, RTV/AGD, elektronikę oraz farmaceutyki i suplementy. Blisko co trzeci badany zadeklarował używanie tego medium. Najmniej używane jest przez klientów motoryzacji. Google+ i Youtube używany jest mniej więcej po równo, to znaczy przez ok 30% kupujących.

Ciekawym badaniem, okazało się pytanie o deklaracje, na jakie strony i profile firmowe internauci wchodzi najczęściej. Najmniej popularne są te, dużych koncernów jak na przykład Coca-Cola. Może to wynikać z faktu, że treści zamieszczane na takich stronach są w sposób schematyczny przenoszone przez agencje interaktywne (często takie same w wielu krajach), ponieważ duże firmy mają na to pieniądze. Automatycznie wśród internautów tego typu treści dają poczucie znużenia i nie są ciekawe. Dzieje się tak dlatego, że prawdopodobnie za większość wyświetlanych treści odpowiadają ludzie bezpośrednio związani z firmą, którzy są w jej otoczeniu i mogą publikować ciekawostki, konkretne dane i świeże informacje. Strony mikroprzedsiębiorstw nie są tak chętnie odwiedzane, bo tylko 17% ankietowanych zadeklarowało, że odwiedza je najczęściej. Mikroprzedsiębiorstwa mają tą cechę, że świadczą usługi i pro-

dukty dla najbliższego otoczenia. Użytkownicy Internetu nie mają więc celu, aby wchodzić na takie strony zbyt często.

W ankiecie badani zostali poproszeni o ocenę reklamy – jak wygląda, gdzie się znajduje, która ma największą wartość merytoryczną. Najlepszą ocenę 65 punktów na 100 dostała reklama wyświetlona przy wynikach wyszukiwania w Google. Reklama tego typu jest dobrze dostosowana treścią do tego, co oczekuje użytkownik. Nie jest ponadto za bardzo agresywna i wtapia się w pozostałą treść. Drugie miejsce zajęła reklama na Facebooku, osiągając o połowę gorszy wynik. Reklama nie jest zbyt nachalna, wtapia się w posty innych użytkowników jednak różni się od nich. Najgorzej, bo średnia ocena bliska zera została przypisana reklamie standardowej, jaką można spotkać na powszechnych stronach internetowych. Kiepska ocena jest wynikiem drażniącego konspektu i przerostu formy nad treścią w tej reklamie.

Ostatnim wynikiem do zinterpretowania jest struktura zakupów w Internecie wśród przebadanych internautów. Najczęściej kupowane są produkty z gamy: odzież i obuwie. Na ten fakt, składa się kilka zależności. Głównym powodem są ceny, gdyż w Internecie są one o 10-20% niższe a przecież tego typu produkty to jeden z większych wydatków w budżetach domowych. Stosunkowo niska waga i mały rozmiar sprzyjają zakupom, ponieważ nie są obciążone wysokimi kosztami przesyłki. Co czwarty badany kupuje RTV/AGD i Elektronikę. Mniejszym zainteresowaniem (to znaczy 16%), ale jednak stosunkowo sporym cieszą się produkty związane z motoryzacją. Głównym powodem, takiego stanu rzeczy jest wielotysięczna różnorodność części, więc znalezienie potrzebnej w stacjonarnym sklepie graniczy z cudem. Prawie tyle samo ludzi kupuje artykuły farmaceutyczne oraz suplementy. Reszta produktów, oprócz sprzedaż żywności rozkłada się podobnie jak w budżetach domowych. Jeżeli chodzi o żywność to stosunkowo niska popularność wiąże się głównie z ograniczeniami przechowania oraz wagi, co powoduje że koszty transportu niwelują sens zakupów.

Okazało się też, że szczególnie podatni na wyświetlane reklamy są internauci kupujący odzież, obuwie, elektronikę, farmaceutyki oraz suplementy. O prawie połowę mniej podatni są klienci z branży motoryzacyjnej oraz związani ze sztuką i kulturą.

## 2.5. Podsumowanie

- **Działania agencji interaktywnej niekoniecznie muszą być dla użytkowników Internetu tylko zbędną reklamą.** Świadczy o tym przede wszystkim ich stosunek do działalności w obszarze mediów społecznościowych i interakcji na tej płaszczyźnie, czy zainteresowanie ofertami przysyłanymi e-mailowo. Tego typu oferty trafiają najlepiej do klientów sztuki i kultury. Jest to wynik tego, że użytkownicy Internetu zapisują się na przykład do subskrypcji swoich ulubionych artystów lub producentów filmowych, którzy rozsyłają do nich pocztą elektroniczną informacje o tym, że jest możliwość kupna nowej płyty ich ulubionego artysty, albo bilet do kina w przypadku filmu;

- **Użytkownicy wykazują chęć interakcji przez media społecznościowe i inne źródła, a oferty często zachęcają ich do kupna produktów.** Mądra i umieszczana w odpowiednim miejscu reklama jest dobrą metodą promocji, na której skorzysta zarówno firma, jak i użytkownicy Internetu. Media społecznościowe są skutecznym narzędziem marketingu, które pozwala dotrzeć do większości klientów większości branż oprócz motoryzacyjnej, ponieważ w tym wypadku klienci tej branży stosunkowo mało korzystają z mediów społecznościowych;

- **Duża część reklam nie jest pożądana przez internautów.** Są to szczególnie duże butony na stronach www, które uniemożliwiają swobodne przeglądanie strony. Aby zachować równowagę, należy stosować reklamy w odpowiednim rozmiarze i podobnej tematyce co strona, szczególnie jeżeli chodzi o branże motoryzacyjną oraz sztukę i kulturę, ponieważ klienci tego typu są mało podatni na proste reklamy. W przypadku tych dwóch branż, nie ma praktycznie sensu umieszczanie przypadkowych reklam na przypadkowych stronach internetowych, jest małe prawdopodobieństwo, że odpowiedni użytkownicy w nie wejdą, a gorzej, jeżeli niewłaściwie umieszczona reklama źle wpłynie na opinię o firmie;

- **Jeżeli między działalnością agencji interaktywnej a użytkownikami Internetu zachodzi dobra więź, to na pewno jest to korzystne z punktu widzenia przedsiębiorstwa.** Podstawą szukania informacji w Internecie, jest dla internautów wyszukiwarka internetowa. Oznacza to, że w każdej praktycznie branży ważne jest, aby zadbać o wysoki wynik wyszukiwania swojej strony, oraz dodatkowo przydatne są reklamy AdSense, ponieważ ich treść trafia do odpowiednich osób dzięki wpisaniu odpowiednich słów kluczowych. Dzięki

odpowiednim narzędziom, lub usługom proponowanym przez Google pozycja strony w wynikach wyszukiwania może dużo wzrosnąć, a to podstawa do sukcesu w promocji.

- **Dużą rolę w kontekście wyszukiwania produktów oraz opinii o produktach odgrywają media społecznościowe.** Dobrze zorganizowana kampania reklamowa nie może przegapić tego etapu rozwoju, szczególnie w przypadku przedsiębiorstw z branży odzieżowej oraz suplementów. Ilość osób korzystająca z tych mediów stale się powiększa. Potrzebna jest większa interakcja z klientem. Jednak największą bazą opinii i informacji o produktach są fora dyskusyjne (zarówno te na stronach firm jak i niezależne). Tutaj dużo informacji szuka klientów z branży motoryzacyjnej oraz elektroniki. Wynika to z tego, że klienci w tych branżach potrzebują bardzo dużo fachowych informacji na temat danej części lub urządzenia, które bardzo trudno znaleźć w natłoku informacji przy innych sposobach wyszukiwania. Bardzo ważne jest więc, aby w tych branżach zapewnić na firmowych stronach internetowych miejsce do dyskusji na temat oferowanych produktów. Ciekawym rozwiązaniem byłoby oddelegowanie osoby na inne, niezależne forum branżowe w celu udzielania informacji dla szukających produktów w ten sposób;

- **Połowa użytkowników nie korzysta z żadnych mediów społecznościowych.** Nie można więc prowadzić skutecznej kampanii reklamowej w każdej z branż przy użyciu tylko mediów społecznościowych. Trzeba jednak wziąć pod uwagę, że dużo ankietowanych mogło nie zorientować się, że oglądając film na Youtube korzysta właśnie z mediów społecznościowych.

- **strony i profile dużych koncernów nie są stosunkowo często odwiedzane przez użytkowników Internetu.** Oznacza to, że ich treść nie bardzo interesuje internautów. Dla posiadacza samochodu nie jest istotne, gdzie i jak produkuje się paliwo, ale gdzie i za ile może je kupić;

- **Tylko dwa rodzaje produktów – odzież i RTV/AGD są kupowane masowo.** Nie ma więc sensu, aby inny rodzaj produktów promować w sposób masowy, to znaczy wyświetlając reklamy w przypadkowych miejscach czy ślepo rozsyłając maile reklamowe. Istotne jest to, aby dopasować treść do kontekstu, w którym będzie się znajdował;

- **Treść reklam musi być bardzo ściśle dopasowana do zainteresowań internautów;**

- **Forma reklam nie może przerastać jej treści;**



- **Oprócz reklam, agencje interaktywne muszą oferować inne ciekawe treści.**

Z przeanalizowanego materiału wynika, że agencje interaktywne są potrzebne w wielu branżach, nie są jednak niezbędne, szczególnie jeżeli w przedsiębiorstwie pracują osoby, które mają doświadczenie w działaniu internetowym.

## Literatura

- [1] Danowski, B. (2008). *Tworzenie stron www w praktyce*. Gliwice: Helion.
- [2] Danowski, B., Makaruk, M. (2009). *Pozycjonowanie i optymalizacja stron WWW. Jak to się robi*. Warszawa: Helion.
- [3] Sosnowski A. (red.). (2014). *Handel internetowy w Polsce w 2014*. Warszawa: PMR.
- [4] <http://nowymarketing.pl/a/813,agencje-interaktywne-jaka-jest-ich-rola-na-przelomie-2012-2013/3>.
- [5] <http://www.clouds.pl/oferta/kampanie-google-adwords/>.
- [6] <http://www.ideo.pl>.
- [7] <http://www.ideo.pl/emarketing/>.
- [8] [http://www.ideo.pl/firma/jak\\_dzialamy/](http://www.ideo.pl/firma/jak_dzialamy/).
- [9] <https://adblockplus.org/en/features>.
- [10] Królewski, J., Sala, P. (red.). (2014). *E-marketing*. Warszawa: PWN.
- [11] Kyciak, W., Przeliorz, K. (2012). *Jak założyć skuteczny i dochodowy sklep internetowy*. Warszawa: Helion.
- [12] Lis, M. (2011). *Tworzenie stron WWW. Praktyczny kurs*. Warszawa: Helion.
- [13] Sadowski, M. (2014). *Rewolucja social media*. Warszawa: Helion.
- [14] Seda, C. (2014). *Sprzedaż online. Jak wzmocnić swoją pozycję w Internecie*. Warszawa: Helion.
- [15] [www.google.pl](http://www.google.pl).
- [16] [www.zenitopenmedia.com](http://www.zenitopenmedia.com).

## **Rozdział 3**

# **Diagnoza informatyki statystycznej w aspekcie zarządzania bezpieczeństwem informacji**

### **3.1. Wprowadzenie**

Niniejszy rozdział dotyczy diagnozy stanu informatyki statystycznej<sup>1</sup> w aspekcie zarządzania bezpieczeństwem informacji, choć, w pewnym stopniu, porusza także zagadnienia związane z rolą diagnostyki np. w aspekcie ciągłości działania czy analizy ryzyka. Model informacyjny resortu statystyki powinien dostarczyć materiał (wytyczne) umożliwiający zbudowanie modelu bezpieczeństwa informacji w statystyce. Ponieważ problem dotyczy informatyki statystycznej, prace w praktyce sprowadzają się głównie do zapewnienia bezpieczeństwa teleinformatycznego danych statystycznych poprzez opracowanie zaleceń metodycznych, umożliwiających stworzenie polityki bezpieczeństwa teleinformatycznego systemów informatycznych funkcjonujących w statystyce publicznej [4]. Pomijamy tutaj zagadnienia dotyczące związków między modelem informacyjnym a informatyką statystyczną w szerszym kontekście, np. wpływu zmienności procesów na elastyczność procedur ich obsługi od strony informatyki statystycznej w resorcie statystyki w aspekcie organizacyjnym i projektowo-programowym. Problem budowy modelu informacyjnego resortu statystyki i jego relacji do informatyki statystycznej, jako głównego narzędzia do jego obsługi, to zadanie żmudne i pracochłonne, nawet mimo wspomagania prac przy pomocy narzędzi informatycznych. Budowa modelu informacyjnego resortu statystyki, częściowo realizowana przez projekty SISP (System Informacyjny Statystyki Publicznej), SISP-2i inne prace prowadzone w statystyce publicznej, wymaga wiedzy na temat metodologii jego tworzenia (zasad architektury korporacyjnej) oraz wiedzy merytorycznej m.in. o elementach takich jak:

- cele (misja) organizacji,

---

<sup>1</sup>Obszar zastosowań technologii informatycznych, który obejmuje zbieranie, gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie informacji statystycznych, ukazuje specyficzne cechy tego obszaru oraz wkład do informatyki ogólnej.

- strategia organizacji (m.in. kierunki rozwoju badań statystycznych, strategia finansowa i finansowanie badań, przyjęta strategia informatyzacji SISP),
- koszty budowy modelu – w tym wskaźnik zwrotu ROI lub inne stopy zwrotu specjalizowane dla technologii informacyjnej,
- zasady tworzenia programu badań statystycznych PBSSP (Program Badań Statystycznych Statystyki Publicznej) i POS (Plan Opracowań Statystycznych),
- uwarunkowania prawne i standaryzacyjne – krajowe i zagraniczne (głównie unijne określone przez EUROSTAT),
- plany rozwoju informatyki w instytucjach i organizacjach administracji centralnej m.in. Ministerstwie Cyfryzacji (MC), GIODO, Ministerstwie Spraw Wewnętrznych (MSW), KRMI,
- zamierzenia sformułowane w Programie Zintegrowanej Informatyzacji Państwa na lata 2014-2020, w tym określenie planowanych kierunków rozwoju bezpiecznych technologii informacyjnych[2],
- długofalowa stabilna polityka państwa w zakresie interoperacyjności rejestrów państwowych określona w dokumencie KRI (Krajowe Ramy Interoperacyjności),
- plany powiązań z systemami informacyjnymi administracji samorządowej,
- plany współpracy międzynarodowej z organizacjami, w których w obszarze zainteresowania jest statystyka.

### **3.2. Model informacyjny statystyki publicznej**

Model informacyjny resortu statystyki w GUS opiera się na strukturze wielowarstwowej, zawierającej m.in. następujące warstwy informacyjne:

1. opisu misji, celów i kierunków rozwoju organizacji,
2. prawna,
3. przyjętych norm i standardów,
4. kultury korporacyjnej (edukacja, zaangażowanie pracowników, elastyczność działania, spójność działania pracowników uwarunkowana prawidłowymi relacjami interpersonalnymi itd.),
5. struktury organizacji,

6. wybranego modelu architektury – wypracowana poprzez narzędzie architektury korporacyjnej,
7. metodologiczna (w tym specyfika statystyki i badania naukowe w tej dziedzinie),
8. zarządzania,
9. technologiczna (sprzęt i oprogramowanie),
10. opisu procesów informacyjnych (łącznie z topologią powiązań, klasyfikacją informacji i systemem prezentacji informacji i parainformacji<sup>2</sup> [3],
11. współpracy z systemami zewnętrznymi.

Wymienione wyżej warstwy modelu informacyjnego nie mają wyraźnych granic i mają części wspólne. Nie jest to do końca struktura hierarchiczna. Na przykład – warstwa przyjętych standardów i norm ma część wspólną z warstwą technologiczną. Ta część wspólna to, na przykład, znormalizowane specyfikacje sprzętu komputerowego i oprogramowania. Te dwie warstwy przecinają się z kolei z warstwą struktury organizacji. Część wspólna tych trzech warstw to np. zestandaryzowana procedura postępowania użytkownika w celu wykonania backupu systemu za pomocą profesjonalnych narzędzi, spójna z regulaminem organizacyjnym zgodna np. z normą jakościową lub z normą bezpieczeństwa. Z kolei warstwa metodologiczna przecina się z warstwą opisu procesów informacyjnych – częścią wspólną są np. metadane, które definiują schemat opisu procesów na poziomie syntaktyki i semantyki.

Informatyka statystyczna mając na względzie nieustanną potrzebę sprostanienia wymaganom nakładanym na nią przez statystykę (ze względu na usługową rolę jaką pełni w stosunku do statystyki) oraz ciągłe monitorowanie rozwoju technologicznego na świecie, a także biorąc pod uwagę ewolucję i rozwój modelu informacyjnego statystyki musi również stale doskonalić swój warsztat badawczy.

Wskazane byłoby utworzenie komórki naukowo-badawczej łączącej badania nad statystyką i informatyką np. w aspekcie bezpieczeństwa informacji statystycznej (ale nie tylko w tym obszarze). Nie ma bowiem nowoczesnej statystyki bez nowoczesnej informatyki, a ta z kolei nie może prawidłowo funk-

---

<sup>2</sup>Informacja subiektywna, treści wyzwalające u odbiorcy wcześniej zapamiętane informacje.

cjonować bez uwzględnienia zasad regulujących bezpieczeństwo teleinformatyczne.

Budowa modelu informacyjnego jest zadaniem złożonym i długofalowym i wymaga odpowiednich narzędzi informatycznych do jego budowy oraz znajomości zasad architektury korporacyjnej. Przy braku takiego modelu, a więc odpowiedniej mapy zidentyfikowanych i opisanych wszystkich procesów (nie tylko związanych z produkcją statystyczną), diagnozę informatyki statystycznej z konieczności sprowadza się w zasadzie do analizy szeroko rozumianych zasobów (właściwie grup zasobów) takich jak:

- kadra – struktura wykształcenia i kwalifikacji zawodowych,
- struktura organizacji,
- marka organizacji,
- wiedza indywidualna i zespołowa,
- program edukacji i szkoleń,
- istniejące zabezpieczenia prawne, finansowe i organizacyjne (np. regulaminy, zarządzenia wewnętrzne itp.),
- sprzęt,
- oprogramowanie,
- procedury eksploatacyjne,
- komunikacja wewnętrzna – obieg informacji wewnątrz korporacji,
- komunikacja zewnętrzna – dotycząca wymiany informacji z instytucjami krajowymi i zagranicznymi,
- kodeks dobrych praktyk – składnik kultury korporacyjnej,
- wsparcie środowiskowe – można rozważyć własne wsparcie medialne oraz zmobilizować w tym celu wysiłki zaprzyjaźnionych organizacji.

Zaproponowaną listę tak pogrupowanych zasobów można oczywiście rozwijać dodając nowe grupy zasobów. Należy podkreślić, że do pewnego stopnia można złagodzić skutki braku modelu informacyjnego poprzez identyfikację specyfiki statystyki publicznej – jej składowych. Te wszystkie zidentyfikowane grupy zasobów należy rozważyć w aspekcie:

- zarządzania bezpieczeństwem informacji – najlepiej w hierarchicznym 3-poziomowym modelu polityki bezpieczeństwa [5],
- jakości – spełnienia standardów i norm – technicznych, organizacyjnych i rachunkowości finansowej,
- wydajności,

- zgodności z prawem (krajowym i unijnym),
- stopnia wywiązania się z poszczególnych zadań postawionych przez statystykę krajową,
- stopnia uwzględnienia zaleceń uznanych międzynarodowych organizacji statystycznych takich jak: ISI (International Statistical Institute), EURO-STAT, Komisja ds. statystyki ONZ, rzutujących na działanie informatyki statystycznej,
- określenia stopnia wykorzystania mocy produkcyjnych informatyki statystycznej –niedobór, czy niewykorzystane moce mogące spełniać dodatkowe zadania np. zewnętrzne – spoza statystyki (komercyjne),
- stopnia innowacyjności informatyki statystycznej – rozwiązywanie zadań niestandardowych związanych z rozwojem statystyki i informatyki – rozwój(ewolucja) modelu informacyjnego resortu statystyki, w tym możliwość absorpcji nowoczesnych technologii informacyjnych oraz związanych z nimi technik zarządzania ICT,
- oceny potencjału rozwojowego informatyki statystycznej uwzględniającej wszystkie wymienione na tej liście aspekty.

### 3.3. Wstępny harmonogram prac diagnostycznych

Przygotowując wstępny plan prac nad diagnozą informatyki statystycznej przyjęto przybliżony okres realizacji postawionego zadania (przez kilkunastoosobowy zespół fachowców), rozkładając je na etapy i przyjmując szacunkowe czasy ich wykonania. Z oczywistych względów data startowa nie jest określana – jej określenie jest zadaniem dla interesariuszy.

Tabela 3.1. Harmonogram prac diagnostycznych.

Lp.	Nazwa etapu	Wymagane informacje do realizacji etapu	Orientacyjny czas realizacji	Uwagi i komentarze
1.	Formalne przypisani przez kierownictwo GUS pracowników do udziału w pracach zespołu	Informacja kadrowa o kwalifikacjach i przygotowaniu zawodowym pracowników	Bez zbędnej zwłoki	Do wykonywania prac konieczne jest nadanie pracownikom odpowiednich kompetencji i pełnomocnictw

Lp.	Nazwa etapu	Wymagane informacje do realizacji etapu	Orientacyjny czas realizacji	Uwagi i komentarze
2.	Inwentaryzacja zasobów (struktura organizacyjna, kadry, sprzętu i oprogramowania, edukacja informatyczna, zasilanie informacyjne z innych obszarów, którymi dysponuje informatyka statystyczna)	Informacja zawarta we wszystkich dostępnych dokumentach z różnych komórek organizacyjnych resortu	2-3 miesiące	Swobodny dostęp do informacji na każdym szczeblu organizacyjnym bez względu na komórkę organizacyjną
3.	Analiza informacji o ewentualnych audytach przeprowadzonych w CIS <sup>3</sup> i w resorcie w zakresie informatyki	Wyniki audytów	2 tygodnie	Analiza historii wyników audytów– wnioski
4.	Przegląd wykazu dokumentacji prowadzonych projektów informatycznych w skali resortu	Informacja z CIS, dodatkowa informacja z departamentu PK <sup>4</sup>	2-3 miesiące	Zakładamy, że CIS jest koordynatorem wszystkich przedsięwzięć informatycznych w resorcie statystyki. W innym przypadku potrzebna jest informacja z US (Urzędów Statystycznych)
5.	Pozyskanie informacji o stanie zaawansowania prowadzonych projektów	Konieczna informacja od kierowników projektów	1-2 miesiące	Zestawienie informacji pochodzących od kierowników projektów i od wyników audytów
6.	Analiza opisu zobowiązań zewnętrznych informatyki statystycznej	Informacja od dyrekcji CIS, departamentu PK, GB <sup>5</sup>	1 miesiąc	

<sup>3</sup>Centrum Informatyki Statystycznej.

<sup>4</sup>Departament Programowania i Koordynacji Badań.

<sup>5</sup>Gabinet Prezesa GUS.

Lp.	Nazwa etapu	Wymagane informacje do realizacji etapu	Orientacyjny czas realizacji	Uwagi i komentarze
7.	Zaproponowanie klasyfikacji informacji w resorcie w oparciu o zbudowany model informacyjny resortu	Informacja uzyskana z modelu informacyjnego	Bezpośrednio w przypadku bezpośredniego przyjęcia klasyfikacji informacji z istniejącego modelu informacyjnego. W przeciwnym przypadku może zająć to nawet kilka lat	Jeżeli nie został opracowany model informacyjny resortu, to należy zidentyfikować procesy względnie stabilne, które przynależą z natury do infrastruktury krytycznej. To zadanie jest czasochłonne i żmudne oraz wymaga wsparcia ze strony narzędzi informatycznych
8.	Ustalenie specyfikacji resortu dla wszelkich prac objętych zakresem działalności informatyki statystycznej	Informacja o badaniach statystycznych (PBSSP+ POS) z departamentu PK – od kierowników badań	6 miesięcy	Praca dla tzw. analityków branżowych
9.	Sporządzenie SIWZ <sup>6</sup> -ów dla audytu zewnętrznego informatyki statystycznej w aspekcie bezpieczeństwa teleinformatycznego	Informacja z punktu 8, oraz z komórki organizacyjnej zajmującej się przetargami publicznymi	1 miesiąc	
10.	Uporządkowanie spraw informatyki statystycznej na podstawie wniosków z raportu z audytu wewnętrznego poprzedzający audyt zewnętrzny	Informacja z raportu z audytu wewnętrznego	5-6 miesięcy	Całościowy audyt informatyki umożliwiający i wskazujący oczywiste nieprawidłowości występujące w funkcjonowaniu informatyki statystycznej np. brak niektórych procedur, brak powiązania procedur,

<sup>6</sup>Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia.



Lp.	Nazwa etapu	Wymagane informacje do realizacji etapu	Orientacyjny czas realizacji	Uwagi i komentarze
				niewłaściwe wykorzystanie sprzętu lub oprogramowania, brak odpowiednich szkoleń dla należytego wykonywania obsługi konkretnych programów itp.
11.	Niezależny audyt zewnętrzny	Metodologia audytu oraz informacje od użytkowników systemów informacyjnych	2-3 miesiące	Prace prowadzone przez firmę lub organizację posiadającą certyfikaty bezpieczeństwa przemysłowego i osobowego
12.	Opracowanie koncepcji Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji (SZBI) w resorcie statystyki publicznej	Oparta o strategię rozwoju statystyki publicznej, wybór architektury korporacyjnej modelu informacyjnego i metodyki zarządzania bezpieczeństwem informacji	3-4 miesiące	SZBI musi zostać zatwierdzony, ale będzie modyfikowany w ramach projektu KSZBI (Kompleksowy SZBI)
	Zatwierdzenie koncepcji Polityki Bezpieczeństwa Informacji (PBI) I poziomu		Bez zbędnej zwłoki	Zatwierdza Kierownictwo GUS
13.	Opracowanie dokumentu PBIa następnie na jego podstawie opracowanie wytycznych do polityki II poziomu – PBTI Polityka Bezpieczeństwa Teleinformatycznego)	Oparta o koncepcję SZBI i ogólną specyfikę resortu	2-3 miesiące	Opracowanie PBTI musi uwzględniać założenia i wytyczne PBI. Model PBI jest dokumentem ogólnym, precyzującym niższy poziom polityk (II poziom) z podziałem na dwie kategorie: <ul style="list-style-type: none"> <li>• systemów przetwarzania cyfrowego</li> <li>• innych systemów przetwarzania informacji (analogo-</li> </ul>

Lp.	Nazwa etapu	Wymagane informacje do realizacji etapu	Orientacyjny czas realizacji	Uwagi i komentarze
				we, elektromechaniczne lub tradycyjne papierowe)
14.	Zatwierdzenie polityki PBI – I poziom i wytycznych dla PBTI		Bez zbędnej zwłoki	Zatwierdza Kierownictwo GUS, w celu podjęcia decyzji można uwzględnić opinię niezależnych ekspertów
15.	Opracowanie polityki PBTI – II poziom	Oparta o wytyczne z PBI i listę specyfik organizacji jaką jest statystyka publiczna <sup>7</sup> jeżeli niedostępna jest z jakiś powodów mapa wszystkich procesów (topologia powiązań)	2-3 miesiące	Zatwierdza Kierownictwo GUS
16.	Zatwierdzenie koncepcji PBTI – II poziom		Bez zbędnej zwłoki	Zatwierdza Kierownictwo GUS

<sup>7</sup>Statystyka publiczna obejmuje zbieranie i gromadzenie danych statystycznych, badania statystyczne, prace klasyfikacyjne i nomenklaturowe. Dane statystyczne umożliwiające ocenę zjawisk ekonomicznych, demograficznych i społecznych są udostępniane władzy państwowej, administracji publicznej, podmiotom gospodarczym i obywatelom. Centralnym organem statystyki publicznej w Polsce jest Główny Urząd Statystyczny (GUS).

Lp.	Nazwa etapu	Wymagane informacje do realizacji etapu	Orientacyjny czas realizacji	Uwagi i komentarze
17.	<p>Opracowanie raportu zbiorczego (diagnoza + wnioski realizacyjne + określenie kierunków rozwoju informatyki statystycznej) opartego o model informacyjny resortu statystyki wynikający:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ze strategii rozwoju organizacji – strategia informatyzacji statystyki publicznej do roku 2020 [(Centrum Informatyki Statystycznej, 2016)]</li> <li>• z metodologii badań statystycznych</li> <li>• z wymagań unijnych i międzynarodowych dotyczących prawa i standaryzacji</li> <li>• z rozwoju technologii informacyjnych</li> <li>• z podejścia procesowego</li> <li>• z bezpiecznego zarządzania informacją</li> </ul>	Informacje wynikające z podpunktów z poprzedniej kolumny	1-2 miesiący	
18.	Akceptacja raportu przez Kierownictwo GIS	Informacja z raportu	Bez zbędnej zwłoki	Kończy etap analityczny przedsięwzięcia
19.	Inkorporacja zaleceń wynikających z PBTi dla informatyki statystycznej	Zalecenia PBTi	Kilka miesięcy lub kilka lat (w zależności od zakresu dokonywa-	Wdrożenie wszystkich zaleceń w praktyce funkcjonowania informatyki statystycznej to proces długoterminowy. Realizuje

Lp.	Nazwa etapu	Wymagane informacje do realizacji etapu	Orientacyjny czas realizacji	Uwagi i komentarze
			nych zmian)	się stopniowo i jest w dużym stopniu zależny od zaangażowania finansowego organizacji i sponsorów
20.	Wykonanie po wdrożeniu wysoko-poziomowej analizy ryzyka (np. metodą delficką) i powtórna ocena stanu informatyki statystycznej.	Informacja z analizy ryzyka	2-3 miesiące	Wnioski i ewentualny raport do Kierownictwa GUS w celu wdrożenia ulepszeń lub modyfikacji w systemie informatyki statystycznej.

### 3.4. Propozycja ankiety oceniającej stan informatyzacji statystyki publicznej

W celu zebrania pełnej informacji na temat stanu stosowania dobrych praktyk w obszarze ochrony informacji statystycznej w jednostkach resortu statystyki przedstawiamy propozycję badania ankietowego. Ankiety można wysłać do jednostek organizacyjnych statystyki publicznej, w których może zostać potraktowana jako forma audytu wstępnego (rozpoznawczego) pozwalającego określić stan przygotowania infrastruktury decydujący o bezpieczeństwie firmy jako całości oraz mającego wpływ na jej ciągłość działania.

#### Ankieta

##### Uwagi odnośnie sposobu wypełniania ankiety.

1. W pytaniach odnośnie istnienia faktu należy  
podać numer pozycji (np. 1.a) i jedną z odpowiedzi  
TAK | NIE | NIE DOTYCZY
2. W pytaniach odnośnie poziomu wykorzystania należy  
podać numer pozycji (np. 3.a) i jedną z odpowiedzi  
NISKI | ŚREDNI | WYSOKI  
lub  
NIGDY | RZADKO | CZĘSTO | STAŁE | NIE DOTYCZY
3. W pytaniach otwartych można wpisać dodatkowe istotne informacje.

W pytaniach o listing należy podać numer odpowiedzi np. 6.b i wymienić obiekty<sup>8</sup> oraz ich lokalizację<sup>9</sup> w postaci tabelki

L.p.	Nazwa obiektu	Lokalizacja

### Zestaw pytań ankietowych

#### 1) Obszar dotyczący otoczenia fizycznego zewnętrznego

- a) Czy istnieją środki zewnętrznej ochrony fizycznej jednostki? (*fakt*)
- b) Proszę wymienić środki zewnętrznej ochrony fizycznej jednostki, jeśli takie istnieją (*listing*)
- c) Jaki jest stopień wykorzystania środków zewnętrznej ochrony fizycznej jednostki? (*poziom*)
- d) Jak często zdarzały się awarie zewnętrznych systemów alarmowych? (*poziom*)
- e) Czy istnieją redundantne środki ochrony zewnętrznej jednostki? (*fakt*)
- f) Proszę dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania (*otwarte*).

#### 2) Obszar partnerów współpracujących (wewnątrz statystyki publicznej jaki i zewnętrznych - w tym zagranicznych) lub do których następuje raportowanie

- a) Czy jednostka współpracuje z innymi ośrodkami? (*fakt*)
- b) Czy może Pan/Pani je wymienić? (*listing*)
- c) Czy może Pan/Pani wymienić obszary wspólnego działania (wspólne systemy informacyjne, logistyczne, zarządzania itp.)? (*listing*)
- d) Które z wymienionych obszarów w odpowiedzi na poprzednie pytanie posiadają zabezpieczenia oferowane przez współpracującego partnera? (*listing*)

---

<sup>8</sup> Obiekt rozumiemy szeroko – może nim być system informacyjny, proces, rola, budynek, osoba, organizacja – dowolny zasób będący do dyspozycji.

<sup>9</sup> Przez lokalizację obiektu rozumiemy jego fizyczne miejsce posadowienia lub miejsce funkcjonowania w warstwie organizacyjnej – w tym otoczenia (współpracujące zewnętrzne organizacje), a także prawnej, kulturowej (kultura korporacyjna organizacji), informacyjnej lub technicznej zgodnie z istniejącą architekturą korporacyjną organizacji.

- e) Jaka jest zdaniem jednostki ich jakość? (*poziom*)
  - f) Czy zdarzały się przypadki awarii tych systemów ? (*fakt*)
  - g) Jak ocenia Pani/Pan straty z tego powodu? (*poziom*)
  - h) Czy może Pani/Pan je wymienić? (*listing*)
  - i) Kto jest gestorem tych systemów? (*listing*)
  - j) Kto jest odpowiedzialny za administrację tymi systemami? (*listing*)
  - k) Kto ponosi koszty utrzymania i rozwoju wspólnych systemów i w jakich proporcjach? (*listing*)
  - l) ... (w tym miejscu ewentualnie dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)
- 3) Obszar otoczenia prawnego dot. ustaw nakładających obowiązki i standardów (normy) w zakresie infrastruktury krytycznej, zarządzania kryzysowego i cyberprzestrzeni lub innych zobowiązań wynikających np. z umów zawartymi z firmami trzecimi**
- a) Czy jednostka posiada systemy należące do infrastruktury krytycznej?(*fakt*)
  - b) Czy może Pani/Pan je wymienić? (*listing*)
  - c) Które z wymienionych wspólnych obszarówwpkt.2 c) należą lub mogą należeć do zakresu zainteresowania infrastruktury krytycznej? (*listing*)
  - d) Czy jednostka zidentyfikowała opisała i sporządziła mapę procesów związanych z ciągłością działania? (*fakt*)
  - e) Czy jednostka uczestniczy w zarządzaniu kryzysowym? (*fakt*)
  - f) Czy może Pani/Pan wymienić zadania, za które jest odpowiedzialna jednostka w zarządzaniu kryzysowym?(*listing*)
  - g) Czy jednostka jest przygotowana do realizacji polityki cyberprzestrzeni? (*fakt*)
  - h) Czy jednostka ma odpowiednio przygotowane procedury prawne dot. transgraniczności cyberprzestępstw? (*fakt* – dotyczy tylko niektórych US-ów)
  - i) Czy jednostka posiada jakieś certyfikaty dot. bezpieczeństwa – w tym jakości systemów o których mowa w pkt.2 c)? (*fakt*)
  - j) Czy może Pani/Pan je wymienić?(*listing*)
  - k) ... (w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)

**4) Obszar dotyczący zasobów (kadry - ilość i jakość - kwalifikacje, dobre praktyki, istniejące zabezpieczenia prawno-organizacyjne, zabezpieczenia fizyczne, sprzęt, software, technologie – pozyskane bazy wiedzy):**

- a) Jak często przeprowadza się inwentaryzację zasobów? (*poziom*)
- b) Czy są wyznaczeni gestorzy/właściciele poszczególnych zasobów? (*fakt*)
- c) Czy są określone wartości zasobów dla jednostki? (*fakt*)
- d) Czy kwalifikacje kadry są dopasowane do obsługi, rozwoju i nadzoru nad danym zasobem?(*fakt*)
- e) Czy prowadzone są odpowiednie szkolenia dla osób biorących udział w przywracaniu ciągłości działania jednostki? (*fakt*)
- f) Jak często są prowadzone takie szkolenia? (*poziom*)
- g) Jak często jest modernizowana infrastruktura sprzętowa? (*poziom*)
- h) Czy istniejące rozwiązania są redundantne? (*fakt*)
- i) Czy są pozyskane odpowiednie bazy wiedzy dot. charakterystyki zasobu – zwłaszcza w aspekcie jego odporności (np. informacje o stopniu zaufania do produktu, wiedza na temat metodyk analiz ryzyka i zakresu ich stosowalności)? (*fakt*)
- j) ... (w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)

**5) Obszar dotyczący zagrożeń**

- a) Jak Pan/Pani ocenia stan zagrożeń dla jednostki? (*poziom*)
- b) Czy może Pan/Pani je wyspecyfikować? (*listing*)
- c) Czy któryś z partnerów współpracujących może być ofiarą ataku?(*fakt*)
- d) Jak ocenia Pan/Pani atrakcyjność systemów, o których mowa w pkt.2 c) (np. pod względem finansowym, nowych rozwiązań technologicznych? (*poziom*)
- e) Czy działalność jednostki budzi protesty określonych grup społecznych lub instytucji?(*fakt*)
- f) Czy jednostka posiada model statystyczny incydentów związanych z bezpieczeństwem systemów? (*fakt*)
- g) Czy jednostka potrafi wyfiltrować i wskazać na podstawie statystycznego modelu incydentów źródła zakłóceń i przewidzieć charakter zaburzeń (np. w przypadku systemów informacyjnych ataki typu APT) mający bezpośredni wpływ na ciągłość działania? (*fakt*)

- h) ... (proszę w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)

**6) Obszar dotyczący podatności**

- a) Czy sprawdzono i przetestowano zasady bezpieczeństwa oraz zidentyfikowane procesy w jednostce? (*fakt*)
- b) Czy przeprowadzono w jednostce test inżynierii społecznej? (*fakt*)
- c) Czy jednostka posiada świadomość, słabości w swoich systemach, o których mowa w pkt.1. b warstwa3? (*fakt*).
- d) Czy jednostka posiada procedury testowania jakości w tym bezpieczeństwa systemów, o których mowa w pkt.2 c)? (*fakt*).
- e) Czy w jednostce monitorowana jest literatura i listy dyskusyjne związane z incydentami bezpieczeństwa? (*fakt*)
- f) Czy systemy, o których mowa w pkt.2 c), mają przypisany stopień priorytetyzacji przy odtwarzaniu po katastrofie (kolejność odtwarzania)? (*fakt*)
- g) Jeżeli odpowiedź na poprzednie pytanie jest na „tak”, proszę je wymienić w kolejności zgodnej z posiadaną priorytetyzacją. (*listing*).
- h) Czy jednostka przeprowadziła działania sprawdzające niezawodność przełączania na systemy redundantne? (*fakt*)
- i) ... (w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)

**7) Obszar dotyczący stosowania tzw. dobrych praktyk:**

- a) Jak często jest uaktualniane i modyfikowane oprogramowanie do systemów, o których mowa w pkt.2 c) (*poziom*)
- b) Jak ocenia Pan/Pani poziom serwisowania sprzętu komputerowego? (*poziom*)
- c) Jak ocenia Pan/Pani poziom administrowania systemami informacyjnymi w tym utrzymaniem odpowiedniej konfiguracji sprzętu i oprogramowania? (*poziom*)
- d) Jak często następuje aktualizacja obowiązujących procedur organizacyjnych i technologicznych?(*poziom*)
- e) Czy wykonywane są analizy ryzyka dla systemów informacyjnych III poziomu? (*fakt*)



- f) Czy wykonywane są w jednostce audyty systemów o których mowa w pkt.2 c) ? *(fakt)*
  - g) Jak często są wykonywane te audyty?*(poziom)*
  - h) Czy powołane są odpowiednie role do nadzoru nad ich przebiegiem?*(fakt)*
  - i) Czy jest w jednostce powołana komórka badawczo-rozwojowa do implementacji nowych rozwiązań?*(fakt)*
  - j) ... (w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)
- 8) Obszar dotyczący organizacji jednostki – statutu, regulaminów itp.**
- a) Czy jednostka dokładnie rozumie swoją strukturę organizacyjną i związane z nią przepływy strumieni informacyjnych oraz ewentualne podatności w niej tkwiące – osłabiające ciągłość działania?*(fakt)*
  - b) W których systemach, o których mowa w pkt.2 c) występuje system zadaniowy płaski a w którym hierarchiczny? *(listing)*
  - c) Czy regulaminy(np. regulamin pracy) w jednostce uwzględniają zagadnienia związane z ciągłością działania? *(fakt)*
  - d) Czy podpisane i aktualizowane są umowy z firmami trzecimi zwłaszcza technologicznymi dotyczącymi serwisowania i wsparcia? *(fakt)*
  - e) Jaki Pani/Pan ocenia poziom SLA, jeśli odpowiedź na poprzednie pytanie jest pozytywna? *(poziom)*
  - f) Czy dokonywane są oceny działań (dot. komunikacji, narzędzi, personelu, procesów) będące podstawą do ulepszeń, które zwiększają odporność systemów i mają wpływ na ciągłość działania? *(fakt)*
  - g) Jak często zmieniane są regulaminy określające tok pracy jednostki? *(poziom)*
  - h) Czy profesjonalści od kontaktów z mediami (np. rzecznicy) wspierają działania personelu technicznego przywracającego stan po awarii? *(fakt)*
  - i) Czy istnieje wydzielony zespół lub komórka koordynująca działania związane z problemami ciągłości działania? *(fakt)*
  - j) ... (proszę w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)

- 9) **Obszar dotyczący zarządzania informacją (SEOD10, papier - w tym wszelkiego rodzaju dokumentacja istotna z punktu widzenia bezpieczeństwa – polityki, procedury, instrukcje)**
- a) Czy jednostka posiada pełną informację o istniejących w organizacji środkach zabezpieczeń? (*fakt*)
  - b) Czy jednostka posiada wiedzę o zastępowalności środków zabezpieczeń w przypadku awarii jednego z systemów? (*fakt*)
  - c) Czy jednostka posiada wiedzę o przenaszalności – mobilności środków z jednego systemu do drugiego? (*fakt*)
  - d) Czy jednostka posiada dokumentację związaną z zarządzaniem bezpieczeństwem (polityki bezpieczeństwa określonych poziomów procedury, instrukcje, wyniki przeprowadzonych analiz ryzyka, audytów)? (*fakt*)
  - e) Czy informacja z SEOD-u jest duplikowana w systemach papierowych? (*fakt*)
  - f) Czy istnieją w jednostce mechanizmy zbierające informacje o zrealizowanych i potencjalnych zagrożeniach z systemów o których mowa w pkt.2 c) , które umożliwiają jednocześnie ich analizę i predykcję, oraz szacowanie szkód? (*fakt*)
  - g) Czy istnieje w jednostce informacja o wyodrębnionych praktykach wspomagająca plany ciągłości działania? (*fakt*)
  - h) Czy jakkolwiek informacja związana z planami ciągłości działania jest utrwalona na nośniku danych- papier, nośniki danych cyfrowych ( dyski, USB, CD , taśmy itp.) lub nośniki danych analogowych ? (*fakt*)
  - i) Czy istnieje system informacji prawnej wspomagający i obsługujący rozwiązywanie problemów związanych z zakłóceniem ciągłości działania? (*fakt*)
  - j) Czy istnieją systemy dokumentacji incydentów, o których mowa w pkt.2 c)?(*fakt*)
  - k) Czy jednostka wykorzystuje systemy informacyjne wykorzystujące nowe technologie (wirtualizacja, chmura) zmniejszające ryzyko zakłóceń, a więc zwiększające poziom ciągłości działania? (*fakt*)
  - l) ... (w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki w tym obszarze z punktu widzenia ciągłości działania)

---

<sup>10</sup> System Elektronicznego Obiegu Dokumentów.

**10) Inne, ważne z punktu widzenia ciągłości działania informacje dotyczące Państwa jednostki, w tym:**

- a) Czy jednostka posiada Plan Ciągłości Działania (PCD)? (*fakt*)
- b) Jeśli jednostka posiada PCD, to proszę podać informacje dotyczące tego planu: nazwę dokumentu, datę zatwierdzenia, itd. (*listing*)
- c) Czy jednostka posiada DRP (*Data Recovery Plan*)? (*fakt*)
- d) Jeśli jednostka posiada DRP, to proszę podać informacje dotyczące tego planu: nazwę dokumentu, datę zatwierdzenia, itd. (*listing*)
- e) Czy jednostka posiada plany działania awaryjnego? (*fakt*)
- f) Jeśli jednostka posiada plany działania awaryjnego, to proszę podać informacje dotyczące tego planu: nazwę dokumentu, datę zatwierdzenia, itd. (*listing*)
- g) ..... (w tym miejscu ew. dopisać inne istotne informacje dotyczące Państwa jednostki z punktu widzenia ciągłości działania)

### **3.5. Propozycja wskaźników pomiarowych**

Dla każdego zidentyfikowanego zasobu można oznaczyć jego ważność (krytyczność) dla działania całej organizacji oraz określić aktualnie stosowane metody ochrony. Krytyczność może być przydatna na przykład w celu zawężenia dalszej analizy ryzyka i przeprowadzenia jej tylko dla systemów krytycznych.

Do każdego zasobu (zob. pkt. 4 ankiety) można przyporządkować szereg potencjalnych zagrożeń (pkt. 5) i w konsekwencji wyodrębnić realne problemy zagrażające bezpieczeństwu (tj. określić, czy wskazane zagrożenia mogą rzeczywiście zagrozić istniejącym zasobom uwzględniając przy tym ich podatności uwzględnione w pkt. 6 ankiety).

Istotną sprawą przy realizacji zadań w przedstawionym harmonogramie prac – zwłaszcza w jego ostatniej pozycji działań (poz.20 tabeli 1) jest określenie mierników, które informują o postępach wykonanych prac. Przykładowa propozycja listy mierników może dotyczyć następujących wskaźników:

1. Wskaźnik zarejestrowanych incydentów związanych z bezpieczeństwem informacji w systemach teleinformatycznych (np. w ciągu jednego tygodnia).

2. Wskaźnik awarii systemów wspomagania systemu informacyjnego (SI) zabezpieczających prawidłowe funkcjonowanie organizacji (systemy ppoż., systemy telewizji dozorowej, systemy alarmowe, klimatyzacyjne, zasilania energetycznego).
3. Wskaźnik awaryjności posiadanego sprzętu komputerowego.
4. Wskaźnik wadliwego funkcjonowania oprogramowania SI.
5. Wskaźnik ilości pracowników zatrudnionych w obszarze bezpieczeństwa do ogólnej ilości pracowników
6. Wskaźnik szkoleń z zakresu bezpieczeństwa informacji (liczba szkoleń przypadających na pracownika).
7. Wskaźnik prób (udanych i nieudanych) fizycznych włamań do stref chronionych.
8. Wskaźnik odporności na testy penetracyjne przygotowane podczas audytu.
9. Wskaźnik ilości przeprowadzonych audytów z bezpieczeństwa.
10. Wskaźnik ilości zidentyfikowanych i przeanalizowanych procesów produkcji statystycznej, zarządczych, systemowych, logistycznych.
11. Wskaźnik zmienności tych procesów w wybranej jednostce czasu.
12. Wskaźnik skomplikowania topologii procesów informacyjnych (grafy skupień, pokrycia klikowe, losowe grafy przecięć itp.)
13. Wskaźniki związane z katastrofami środowiskowymi pobranymi od instytucji odpowiedzialnych za ich monitorowanie (zagrożenia tąpnięć, trzęsienia ziemi, zagrożenia zalania dla danego obszaru).
14. Wskaźnik liczby posiadanych certyfikowanych systemów (certyfikaty z jakości i z bezpieczeństwa – polskie i międzynarodowe).
15. Wskaźniki zgodności kwalifikacji (odpowiednie wykształcenie i doświadczenie zawodowe) z wykonywanymi na danym stanowisku czynnościami – dotyczy to wszystkich pracowników, ale zwłaszcza pracujących w obszarze bezpieczeństwa.
16. Wskaźniki efektywności finansowej inwestycji w obszarze bezpieczeństwa informacji – współczynniki zwrotu znane i stosowane w analizie finansowej i controllingu.
17. Wskaźnik częstotliwości wykonywanych analiz ryzyka dla SI w oparciu o składowe ryzyka.
18. Wskaźnik średniego czasu przywracania zaatakowanego zasobu do stanu przed incydem.

19. Wskaźnik liczby podpisanych umów z profesjonalnymi instytucjami (agendami rządowymi lub firmami) zajmującymi się zagadnieniami bezpieczeństwa informacji.

Przedstawiona lista mierników nie jest zamknięta. Każdy miernik powinien być opisany parametrami, część jest opisana w literaturze branżowej (wskazana jest też inwencja własna).

### **3.6. Podsumowanie**

Celem analizy ryzyka jest podniesienie czy wręcz zbudowanie świadomości pracowników dotyczącej stanu bezpieczeństwa informatyki statystycznej, a w kolejnym kroku podjęcie pewnych działań zaradczych. Prowadząc ją cały czas trzeba mieć na uwadze główny cel organizacji (czyli najczęściej maksymalizację profitów/minimalizację strat). W wyniku realizacji analizy ryzyka informatyki statystycznej można określić zagrożenia dla bezpieczeństwa systemów oraz konsekwencje urzeczywistnienia zagrożeń. Konieczne jest podjęcie decyzji, co robić ze zidentyfikowanymi ryzykami. Jeśli dla potencjalnych ryzyk nie ma przygotowanych formalnych zasad postępowania, powinno się taki dokument opracować i określić w nim np. kiedy i które ryzyko jest akceptowalne, które i kiedy powinno być redukowane. Nie należy tego robić jednoosobowo i arbitralnie, ale z zespołem odpowiedzialnym za zarządzanie ryzykiem w resorcie statystyki, w tym z osobami, które odpowiadają za działanie całej organizacji, a nie tylko za obszar bezpieczeństwa.

Podejmowane prace mają na celu maksymalne ograniczenie potencjalnie wielu zagrożeń, ale bezpieczeństwo zarządzania informacją nigdy nie jest absolutnie pewne i zawsze może wystąpić jakieś zagrożenie. Zaproponowana ocena ryzyka jest procesem opartym na sformalizowanej strukturze, która umożliwia wyodrębnienie i wgląd w czynniki, mające pozytywny lub negatywny wpływ na ryzyko, które może być oceniane pod postacią określeń bezwzględnych lub określeń względnych.

## Literatura

- [1] Centrum Informatyki Statystycznej. (2016). *Centrum Informatyki Statystycznej*. Pobrano z lokalizacji Strategia Informatyzacji Statystyki Polskiej do roku 2020: [www.cis.stat.gov.pl](http://www.cis.stat.gov.pl)
- [2] Mazur Z., Mazur H. (2015). *Problemy informatyzacji w sektorze publicznym*. Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy. nr 44 (4/2015) cz. 1.
- [3] Oleński, J. (2006). *Infrastruktura informacyjna państwa w globalnej gospodarce*. Warszawa, Nowy Dziennik sp. z o.o i Uniwersytet Warszawski, Wydział Nauk Ekonomicznych.
- [4] Pec, J. (2007). *Zalecenia metodyczne umożliwiające stworzenie polityki bezpieczeństwa teleinformatycznego systemów informatycznych funkcjonujących w statystyce publicznej*. Warszawa, Centralny Ośrodek Informatyki Statystycznej.
- [5] Pec, J. (2008). *Trzy poziomy polityki bezpieczeństwa*. Wspólnota, dodatek e-Urząd, pismo samorządu terytorialnego, str. 29



## **Rozdział 4**

# **Ekonomia obliczeniowa oparta na agentach we współczesnych procesach decyzyjnych**

### **4.1. Wprowadzenie**

Jak głosi jedna z definicji ekonomii, jest ona „nauką społeczną zajmującą się badaniem sposobu, w jaki ludzie gospodarujący podejmują decyzje w otoczeniu rynkowym” [13]. Pomimo że różne szkoły ekonomii w rozmaity sposób postrzegają procesy gospodarcze, to jednak już od szkoły ekonomii klasycznej Adama Smitha, poprzez szkołę ekonomii neoklasycznej, aż po behawioralną, skupiającą różne podejścia jak ekonomię psychologiczną, ekonomię ewolucyjną czy ekonomię eksperymentalną, ich wspólny mianownik stanowiła decyzja i implikacje ekonomiczne, do których doprowadzi.

Współczesna ekonomia i to zarówno w skali mikro jak i makro, charakteryzuje się coraz większą złożonością procesów w niej zachodzących, dużą dynamiką zmian (spowodowanych między innymi galopującym rozwojem techniczno-informatycznym), a także coraz trudniejszym dostępem do użytecznych danych, informacji i w konsekwencji wiedzy niezbędnej do podejmowania trafnych decyzji. Z powyższych powodów stosowane dotychczas statyczne modele ekonomiczne, mające odzwierciedlać fragment rzeczywistości, na podstawie której podejmowane są decyzje, coraz częściej nie są wystarczająco skuteczne. Ich modyfikowanie oraz rozbudowywanie przy pomocy tradycyjnie stosowanych metod również nie wydaje się dobrym rozwiązaniem z co najmniej dwóch przyczyn. Po pierwsze, złożoność obliczeniowa zbyt rozbudowanego modelu w znacznym stopniu wzrasta, wymagając od osoby chcącej się nim posługiwać znajomości zaawansowanego aparatu matematycznego lub dużej mocy obliczeniowej komputerów. Po drugie, ich modyfikowanie wymaga od twórców przeprowadzenia czasochłonnych dodatkowych badań, co może w konsekwencji zdewaluować jakość tych modeli w kontekście przydatności w danym okresie oraz użyteczności ad hoc.

Krytyka dotychczas obowiązujących modeli i założeń ekonomicznych, która pociągnęła za sobą szereg badań mających na celu wyjaśnienie motywów



podejmowania decyzji spowodowała, że „współczesna ekonomia coraz częściej odchodzi od mechanistycznej wizji gospodarki na korzyść podejścia biologicznego, w którym gospodarka traktowana jest jako system złożony i dynamiczny” [15]. Czerpanie inspiracji ze środowiska biologicznego, wpływ nowych nurtów ekonomicznych, a także odkrycia z dziedziny informatyki, zwłaszcza z obszaru sztucznej inteligencji i sztucznego życia, przyczyniły się do zrewidowania dotychczas stosowanych technik wspomagania procesów decyzyjnych. Szczególny udział w ewolucji metod mogących sprostać współczesnym realiom podejmowania decyzji miały badania von Neumanna (twórcy między innymi teorii gier i teorii automatów komórkowych), a także Vernona Smitha i Daniela Kahnemanna, których wkład niebagatelnie przyczynił się w rozwój ekonomii eksperymentalnej. Ich praca pozwoliła w konsekwencji na stworzenie jednej z nowych gałęzi ekonomii [20], [17], która dzięki wykorzystywaniu modelowania i symulacji komputerowych, daje duże możliwości analizowania, a także obserwowania skutków podjętych decyzji przed ich wprowadzeniem w życie. Ta nowa gałąź została określona jako ekonomia obliczeniowa oparta na agentach (*ACE – agent-based computational economics*).

Mając na uwadze istotę zagadnień związanych z ekonomicznymi procesami decyzyjnymi oraz problemy, z którymi współcześni decydenci muszą się zmagać, celem rozdziału jest przybliżenie możliwości wykorzystania podejścia agentowego w modelowaniu i symulacjach ekonomicznych, wspomagających podejmowanie decyzji.

W związku z poruszaną problematyką, w części pierwszej zostaną przybliżone wyzwania stojące przed współczesnymi decydentami, które wymusiły poszukiwanie nowych metod wspomagania decyzji. Następnie dla lepszego zrozumienia idei ekonomii obliczeniowej, scharakteryzowane będą pojęcia agenta oraz systemów agentowych, które stanowią podstawę ACE. W kolejnej sekcji pokrótce zostaną przybliżone zagadnienia związane z modelowaniem i symulacją, stanowiące drugi istotny element ACE. W części końcowej będzie omówione sam termin ACE oraz możliwości zastosowania tej metody. Całość zostanie następnie pokrótce podsumowana.

## **4.2. Problematyka procesów decyzyjnych**

Dokonywanie wyborów przez człowieka od zawsze fascynowało przedstawicieli różnych nauk jak filozofia, socjologia, kognitywistyka, matematyka czy psychologia, ale szczególnego znaczenia nabrały one zwłaszcza w szeroko pojętej ekonomii. Ponieważ podejmowanie decyzji stanowi istotny element niniejszej pracy, w związku z tym warto zdefiniować, że możemy przez nie rozumieć „grupę logicznie powiązanych ze sobą operacji myślowych i/lub obliczeniowych, prowadzących do rozwiązania problemu decyzyjnego poprzez wybranie jednego z możliwych wariantów działania (decyzji)” [23]. Klasycznie przyjmuje się, że proces decyzyjny można podzielić na kilka etapów, wśród których wyróżnia się [30]:

- identyfikację sytuacji decyzyjnej poprzez analizę problemu,
- sformułowanie zadania decyzyjnego (opis słowny problemu),
- zbudowanie modelu, odwzorowującego zadanie decyzyjne,
- wyznaczenie zbioru decyzji,
- podjęcie ostatecznej decyzji.

Jakkolwiek każdy z wyróżnionych punktów istotnie wpływa na efektywność podjętej decyzji, to jednak nie sposób nie wspomnieć o jeszcze jednym istotnym elemencie, jakim jest ewaluacja. Jej istota sprowadza się do oceny uzyskanych efektów, które były następstwem działań będących skutkiem decyzji i dostarczenie tym samym informacji mogących w konsekwencji usprawnić procesy decyzyjne.

Chociaż większość decyzji ekonomicznych sprowadza się (lub da się zredukować) najczęściej do binarnych opcji wyboru, gdzie można przykładowo zainwestować lub nie, zatrudnić pracownika lub nie, dokonać zakupu lub też nie, to jednak przesłanki podjętych decyzji najczęściej mają postać wektorową [8]. Wektory te (co znacznie utrudnia dokonanie trafnych wyborów) złożone są przeważnie nie tylko z wartości zmiennych mierzalnych jak np. koszt, płaca, cena, ale również niemierzalnych i subiektywnych, do których zaliczyć można poziom stresu, satysfakcja, awersji do ryzyka itp. Warto ponadto nadmienić, że zmienne te ulegają również ciągłym fluktuacjom. Powoduje to, że tworzenie efektywnych ekonomicznie modeli decyzyjnych często jest zadaniem bardzo skomplikowanym, a rezultaty nie zawsze są zadowalające. Stanowi to problem o tyle istotny, że decyzje podejmowane na podstawie tych modeli (nie tylko w skali makroekonomicznej, ale również przez przedsiębiorstwa, jak i indywi-

dualnych konsumentów), implikują w postaci zjawisk gospodarczych takich jak poziom importu i eksportu, stopa bezrobocia, dochód narodowy itp.

Mając wobec tego na uwadze odpowiedzialność decydentów w kontekście ewentualnych skutków podjętych decyzji, można zaryzykować stwierdzenie, że neoklasyczna koncepcja człowieka racjonalnego, czyli *homo oeconomicus*, powinna mieć jak najbardziej rację bytu we współczesnych procesach decyzyjnych. Jak wynika jednak z badań „Global Data and Analytics Survey 2016: Big Decisions” przeprowadzonych przez PwC, aż 36% (w skali globalnej) strategicznych decyzji podjętych przez decydentów było opartych na doświadczeniu i intuicji, a jedynie 38% na analizie danych [22]. Pozostałą część stanowiły decyzje podjęte w oparciu o porady zewnętrzne (np. doradców). Wyniki tych badań podają w wątpliwość koncepcję człowieka racjonalnego i skłaniają w większym stopniu do przyjmowania raczej założeń ekonomii behawioralnej. W takim podejściu większą rolę przy podejmowaniu decyzji odgrywają czynniki psychologiczne, a więc metody stricte heurystyczne, niż twarda analiza danych i modele matematyczne. Należy podkreślić, że tak subiektywne podejmowanie decyzji nie wynika bynajmniej ze zmiany podejścia współczesnych decydentów, a jedynie z większej wiedzy, jakiej odnośnie do tego zagadnienia dostarczają odkrycia naukowe. Już w 1978 roku, badacz między innymi teorii decyzji i sztucznej inteligencji Herbert Simon w swojej koncepcji „ograniczonej racjonalności” stwierdził, że „ludzie podczas podejmowania decyzji, stosują własne, bardzo subiektywne metody, które pozwalają im racjonalizować wybór przed samymi sobą” [16]. Niemniejszy wkład w zrozumienie przyczyn decyzji podejmowanych przez zarówno zwykłych konsumentów, ekonomistów, inwestorów, menedżerów czy nawet polityków, mieli Kahneman i Tversky. Stworzyli oni szereg koncepcji, w których stwierdzali, że na decyzje mają wpływ nie tyle twarde dane, ile indywidualny stan decydenta, więc np. jego samopoczucie, poziom stresu, awersja do ryzyka, odczuwana waga decyzji czy chociażby podatność na syndrom grupowego myślenia. Takie podejście do dokonywania wyborów sprawia, że nie tylko trudno przewidzieć jakie będą skutki podjętych decyzji, ale również ciężko wyznaczyć ich modele, które mogłyby wspomagać procesy decyzyjne w przyszłości. Zasadnym wydaje się wobec tego pytanie, jakie są przyczyny stosunkowo częstego podejmowania decyzji w oparciu o subiektywne odczucia, a nie o dane i modele ekonomiczne?

W dzisiejszym świecie, gdzie postęp teleinformatyczny spowodował zacieśnianie się więzów społecznych i gospodarczych, a także umożliwił nowe metody analizy i dostępu do danych, zdobywanie niezbędnych w procesach decyzyjnych informacji i w konsekwencji wiedzy, wydawać by się mogło zadaniem trywialnym. Jednakże wraz ze wzrostem ich dostępności pojawiły się również negatywne efekty w postaci tak zwanego przeładowania i szumu informacyjnego. Powodują one, że eksploracja i eksploatacja dostępnej przestrzeni informacyjnej jest znacznie utrudniona, a nierzadko, bez zaawansowanych narzędzi informatycznych, wręcz niemożliwa. Inny problem w tej dziedzinie stanowi również ich dynamiczna zmiana w krótkim przedziale czasu. Powoduje to, że uzyskana informacja szybko traci na aktualności, co obniża jej wartość decyzyjną. Ponieważ posiadanie informacji wydaje się kluczowe dla podejmowania decyzji, stosunkowo duże koszty jej uzyskania, a także krótki okres wykorzystania mogą stanowić jedną z przyczyn, dla których decyzje są często podejmowane tylko w oparciu o intuicję i doświadczenie, niż na podstawie kosztownej i czasochłonnej analizy.

Bez względu jednak na przyczyny, które determinują kształt współczesnych procesów decyzyjnych, tworzenie skutecznych modeli decyzyjnych wydaje się niezwykle trudne. Spowodowane jest to dużą złożonością rynków oraz skomplikowaną siecią powiązań między jego uczestnikami. Ponadto wpływ na to mają również permanentne i niezwykle dynamiczne zmiany, które rzutują na indywidualne preferencje decydentów. Jednym z rozwiązań wskazanych problemów może okazać się zmiana dotychczasowego podejścia, rezygnując z wykorzystywania statycznych modeli i symulacji, które na ich podstawie są przeprowadzane, na korzyść podejścia dynamicznego. Przydatne w takim wypadku mogą okazać się inspiracje biologiczne, gdzie zauważono pozytywny wpływ inteligencji kolektywnej w rozwiązywaniu skomplikowanych problemów.

### **4.3. Charakterystyka systemów agentowych**

Inspiracje biologiczne od zawsze stanowiły istotny element rozwoju technologii informatycznych, zwłaszcza w domenie sztucznej inteligencji. Ich efektem było powstanie rozmaitych technik jak sztuczne sieci neuronowe, algorytmy ewolucyjne czy automaty komórkowe Johna von Neumanna, które miały

odzwierciedlać koncepcję samoreprodukcji<sup>11</sup>. Już na przełomie lat 70-tych i 80-tych zauważono, że techniki te z powodzeniem mogą być wykorzystywane w skomplikowanych zadaniach ekonomicznych, tym samym przy podejmowaniu decyzji. Szczególnie zintensyfikowany rozwój teleinformatyczny lat 90, którego efektem były istotne zmiany realiów ekonomicznych (wynikające między innymi ze wzrostu ilości dostępnych i przetwarzanych danych oraz zacieśnianiu się powiązań gospodarczych i społecznych), stanowił silny bodziec do poszukiwania nowych, jak i modyfikacji istniejących technik wspomagania decyzji. Potencjalnym rozwiązaniem okazało się rozwinięcie koncepcji automatów komórkowych w systemy agentowe, a następnie wieloagentowe.

W celu zobrazowania, w jaki sposób technologia ta może wspomagać ekonomiczne procesy decyzyjne, przed jej zdefiniowaniem warto przyjrzeć się genezie. Podwaliny tej technologii stanowiły obserwacje bakterii, owadów (takich jak mrówki i pszczoły) oraz zwierząt, które dzięki współpracy są w stanie osiągać relatywnie złożone cele, nieosiągalne dla pojedynczego osobnika. Mogą więc w swoich działaniach uzyskać efekt synergii. Taka forma współpracy (a czasem rywalizacji), która ponadto przejawia zachowania inteligentne, została określona jako inteligencja kolektywna [26]. Związane z nią pojęcia jak zachowanie kolektywne, inteligencja roju, inteligencja rozproszona oraz kooperacja społeczna, doprowadziły w końcu do uwypuklenia się nowego nurtu w badaniach nad sztuczną inteligencją, który opierał się „na próbie definicji architektury systemu na podstawie przyjętego modelu zdolności umysłowo-poznawczych” [9]. Tak powstała architektura kognitywna stała się generycznym wzorcem, który przy ewolucji algorytmicznego podejścia do programowania, począwszy od procedur przez procesy i obiekty, doprowadziła do stworzenia agentów.

Chociaż wskazanie jednoznacznych przyczyn powstania agentów może okazać się zadaniem trudnym, to jednak „widać w tej koncepcji behawiorystyczną ideę wyjaśniania zachowania się organizmów w kategoriach bodziec-reakcja” [9]. Ponadto ze względu na przeniesienie i realizację wielu współczesnych procesów gospodarczych na płaszczyznę cyfrową, stanowią oni odpowiedź na konieczność stworzenia nowych bytów „które w tej przestrzeni mogą przebywać i działać” [5], stanowiąc „metaforę ludzkich agentów” [14] lub in-

---

<sup>11</sup> Koncepcja ta zakładała samoreplikację, czyli powielanie się jednostek (obiektów). Jej istotę stanowi współpraca tych obiektów w pozyskiwaniu surowców i energii, które są wykorzystywane w procesie powielania, co stanowi niejako alegorię życia.

nych elementów systemu ekonomicznego. Agentów w takim rozumieniu można zatem utożsamiać zarówno ze sprzedawcami, kupcami, gospodarstwami domowymi, przedsiębiorstwami, bankami, jak i innymi podmiotami ekonomicznymi.

Pomimo że technologia agentowa nie stanowi obecnie nowości, a ponadto powstało na jej temat wiele opracowań i artykułów naukowych, to nadal trudno jest podać jej definicję sensu stricto, czego przyczyną jest wieloaspektowość podejścia do tematu zarówno od strony użytkowej, jak i konstrukcyjnej. Niemniej jedna z prób zdefiniowania pojęcia, zaproponowana przez Ashok Jashapara określa agentów jako „program komputerowy do samodzielnego działania w określonym otoczeniu i osiągnięcia wytyczonych celów” [12]. Posiłkując się tą definicją oraz ich genezą, można więc określić agenta jako pewien byt, który egzystując w określonym, często złożonym środowisku, oddziałuje z nim, pobierając bodźce za pomocą sensorów i wpływając na nie za pomocą efektorów, a tym samym realizując określone zadania zmierzające do rozwiązywania problemów. Takie podejście do agendowości można określić mianem systemów agentowych. Ponieważ jak zostało już wspomniane, definicja agenta niebył precyzyjnie określa, czym jest agent, przyjęło się ich definiować poprzez podanie cech, którymi powinni się charakteryzować. Do najważniejszych zaliczyć należy [14], [10], [6]:

- autonomia działania – każdy agent działania w sposób niezależny i autonomiczny, a ingerencja człowieka jest ograniczona najwyżej do wyznaczania celów i nadzorowania ich realizacji,
- reaktywność – agenci są w stanie modyfikować i odpowiednio dostosowywać swoje zachowanie w zależności od stanu środowiska, w którym funkcjonują,
- pro-aktywność – agenci nie tylko oddziałują na zmiany zachodzące w swoim otoczeniu, ale również przejmując inicjatywę, samemu wpływając na jego kształt,
- umiejętności społeczne – agenci mają możliwość porozumiewać się z innymi agentami<sup>12</sup> w ramach wspólnych ontologii i przy wykorzystaniu języków komunikacyjnych jak np. ACL (*ang. agent communication language*),

---

<sup>12</sup> Agentami mogą być zarówno inni agenci programowi, ale również maszyny i ludzie, którzy z danym systemem wchodzi w interakcję.

- samoanaliza – agenci, wykorzystując różne mechanizmy w tym metaprogramowanie, mają możliwość analizowania swojego stanu, co umożliwia im korygowanie własnego zachowania i eliminowanie błędów.
- uczenie i adaptacja – jest jedną z najważniejszych cech, pozwalającą agentowi pozyskiwać wiedzę, która daje możliwość dostosowywanie się do dynamicznie zmieniającego się środowiska.

Należy w tym momencie zaznaczyć, że nie każdy agent musi posiadać wszystkie z wymienionych właściwości [18], a w tym aspekcie wiele zależy od zadań, jakie ma realizować. Bez względu jednak, czy dany system agentowy posiada agentów bardziej lub mniej złożonych, przeważnie dzięki wykorzystaniu dodatkowo innych metod sztucznej inteligencji, są oni w stanie realizować nawet najbardziej wymagające zadania, działając częstokroć w złożonych, dynamicznie się zmieniających i heterogenicznych środowiskach.

Choć mówiąc o technologiach agentowych, często wykorzystuje się pojęcie systemów agentowych, to jednak w przeważającej liczbie tworzone są tak zwane systemy wieloagentowe MAS (*ang. multi-agent system*), będące środowiskiem, w którym egzystuje i współpracuje wielu różnych agentów tworzących sieć powiązań. Odwołując się do przytoczonych wcześniej inspiracji biologicznych, analogicznie systemy wieloagentowe są w stanie rozwiązywać nie tylko złożone, ale również rozproszone obliczeniowo problemy, uzyskując w tym efekt synergii. Dzięki szerokim możliwościom wykorzystania systemów wieloagentowych, znalazły one zastosowanie w różnych dziedzinach związanych z ekonomią jak [3]:

- zarządzaniu marketingiem czasu rzeczywistego,
- e-biznesie,
- zarządzaniu łańcuchem dostaw i alokacją zasobów,
- wyszukiwaniu i filtrowaniu danych i informacji,
- planowaniu i kontroli,
- symulacjach,
- wspomaganie i podejmowaniu decyzji,
- innych obszarach, w których szczególnie istotne jest funkcjonowanie w dynamicznie zmieniającym się środowisku.

W ostatnim czasie technologie agentowe nabrały szczególnego znaczenia zwłaszcza w kontekście wspomaganie podejmowania decyzji, w tym decyzji ekonomicznych. Przejawia się to w różnych aspektach jak wyszukiwanie, gro-

madzenie i przetwarzanie danych do postaci, w której te będą mogły być wykorzystywane, ale również w symulacjach na modelach skomplikowanych środowisk ekonomicznych.

#### **4.4. Modelowanie i symulacje**

Jak zostało już nakreślone, współczesne procesy decyzyjne charakteryzują się dużym skomplikowaniem, co wynika nie tylko ze złożoności poszczególnych elementów systemów ekonomicznych wpływających na decyzję, ale również z dużej dynamiki zmian na rynkach i skomplikowanej sieci powiązań pomiędzy wspomnianymi elementami. Wymusiło to konieczność stosowania eksperymentów symulacyjnych (często komputerowych), które przy stosunkowo niewielkich kosztach i krótkim czasie realizacji, dają możliwość przygotowania decyzji i sprawdzenia jakie skutki ekonomiczne będą z nimi związane [29]. Przeprowadzenie takiego eksperymentu w pierwszej kolejności pociąga jednak za sobą przygotowanie odpowiedniego modelu.

Za model ekonomiczny można uznać „zbiór założeń tworzących uproszony, schematyczny obraz pewnego fragmentu lub całości gospodarki, w którym można badać istotne zależności, abstrahując od zjawisk przypadkowych lub uznanych za mniej ważne dla wyjaśnienia danego aspektu rzeczywistości gospodarczej” [13]. Modele są więc wykorzystywane do odwzorowania wycinka rzeczywistości [27], który ma być poddany analizie, a gdzie z przyczyn kosztowych, prawnych, etycznych, technologicznych czy też organizacyjnych, przeprowadzenie bezpośrednich badań i eksperymentów jest niemożliwe. Dotychczas, najczęściej wykorzystywanymi były modele matematyczne. Stosowanie takich modeli przysparza jednak pewnych trudności. Z jednej strony zbudowanie zaawansowanych modeli o wielu zmiennych, które odzwierciedlałyby w stopniu zadowalających rzeczywistość, jest trudne do osiągnięcia, a ponadto spora złożoność obliczeniowa stwarza ryzyko, że znalezienie rozwiązań stanie się niemożliwe. Z drugiej strony natomiast, zbyt uproszony model może nie odzwierciedlać rzeczywistości w stopniu wymaganym do uzyskania prawidłowych odpowiedzi.

Samo zbudowanie modelu nie daje jednak rozwiązania problemu, które określiłoby wpływ różnych czynników na badany obiekt lub korelacji między nimi. Aby je uzyskać, na modelu przeprowadzany jest eksperyment symulacyj-



ny, mogący polegać np. na prowadzeniu obliczeń matematycznych (najczęściej przy wykorzystaniu specjalistycznego oprogramowania). Symulacja komputerowa jest więc działaniem, „w trakcie którego inicjowany jest wirtualny model analizowanego lub projektowanego systemu” [2]. Eksperyment przeprowadzany na takim modelu realizowany jest analogicznie, jak hipotetyczny eksperyment, który mógłby być przeprowadzony w rzeczywistym środowisku. Powinien więc w jak najlepszym stopniu odzwierciedlać realną sytuację, dając wyniki przybliżone do tych, które byłyby osiągnięte w rzeczywistości. W przypadku wykorzystywania do symulacji metod komputerowych, istotnym okazuje się również dobranie odpowiednich metod symulacyjnych i związanego z tym oprogramowania.

Mając wobec tego na uwadze wyzwania, przed którymi stoją współcześni decydenci, korzyści jakie płyną z wykorzystania eksperymentów symulacyjnych oraz możliwości, których dostarczają systemy agentowe, nie powinien dziwić fakt, że coraz częściej to właśnie hybrydyzacja tych dwóch technik wspomagania procesów decyzyjnych przyciąga uwagę badaczy, jak również praktyków związanych z biznesem i ogólnie pojętą ekonomią.

#### **4.5. Ekonomia obliczeniowa oparta na agentach**

Jak zauważają Bojor, Rostek i Knopik, „każde zjawisko, proces lub stan występujący w rzeczywistości da się przedstawić w postaci pewnego zbioru wzajemnie ze sobą powiązanych komponentów, których łączne funkcjonowanie zmierza do ściśle określonego celu” [2]. Ponieważ takie ujęcie świata stanowi niejako definicję modelu, można w związku z tym zauważyć, że systemy agentowe, w których poszczególni agenci są w stanie reprezentować rzeczywiste byty ekonomiczne z ich wzajemnymi interakcjami, doskonale nadają się do modelowania i późniejszej symulacji różnych zjawisk gospodarczych.

W zastosowaniach ekonomicznych, modelowanie agentowe przyjęło się określać jako ekonomia obliczeniowa oparta na agentach (*ACE - Agent-based computational economics*). Idea ACE stanowi połączenie wielu elementów, do których zaliczyć można ekonomię głównego nurtu, ekonomię behawioralną, ekonomię obliczeniową, psychologię kognitywną (poznawczą) oraz sztuczną inteligencję (zwłaszcza działy związane z obliczeniami inteligentnymi i systemami agentowymi), co prezentuje poniższy schemat.



Rysunek 4.1. Elementy składowe ACE [24].

ACE stanowi więc kompilację wiedzy z różnych dziedzin i sprowadza się do wykorzystywania specjalistycznego oprogramowania, które daje możliwości modelowania, a następnie przeprowadzania ekonomicznych symulacji agentowych. Heterogeniczni agenci w takiej symulacji reprezentując różne byty ekonomiczne, wchodzi w interakcję z innymi agentami programowymi, jak również ludzkimi, a także ze środowiskiem, w którym funkcjonują. Mogą ponadto pobierać dane zewnętrzne (np. przez Internet), starając się przy tym odzwierciedlać zachowania i decyzje podejmowane przez swoich odpowiedników w świecie rzeczywistym. Taki eksperyment przy większej lub mniejszej ingerencji w środowisko osoby badającej daje możliwość obserwacji dynamicznych zależności i ich konsekwencji, związków przyczynowo-skutkowych, a także zachowań jednostek na skutek podjętych decyzji i określonych stanów środowiska.

Od strony formalnej, ACE można zdefiniować jako listę trzech argumentów [7], [4]: zbiór agentów  $A$ , złożony z wielu pojedynczych agentów  $a$  ( $a \in A$ ), którzy tworzą system wieloagentowy i charakteryzują się odmiennymi rolami, celami, strategiami działania oraz atrybutami [29], [25]. Zbiór paramentów (zmiennych) inicjalizujących symulację  $I$ , a także zbiór specyfikacji symulacji  $R$ , opisujący środowisko symulacji. Tak więc  $ACE = (A, I, R)$ .

Sam proces przeprowadzenia eksperymentu składa się z kilku etapów, do których zaliczyć należy [7]:

1. Analizę rzeczywistego systemu ekonomicznego, pod kątem badanego problemu.

2. Zdefiniowanie obiektu badań i precyzyjnych zadań, które mają być realizowane przez model.

3. Budowanie modelu koncepcyjnego, co sprowadza się do zdefiniowania argumentów składających się na ACE, w tym opracowaniu wirtualnego środowiska, w którym inteligentni agenci będą funkcjonować [19].

4. Sprawdzanie zbudowanego modelu pod względem integralności argumentów i odpowiedniego odwzorowania modelowanej rzeczywistości. W przypadku stwierdzenia błędów model taki zostaje zmodyfikowany.

5. Przekształcenie przygotowanego modelu do postaci zrozumiałej przez oprogramowanie wykorzystywane do symulacji. Przykładem takiego oprogramowania może być NetLogo, Multi-Agent Simulator (MASON), Multi-Agent Social Simulation (Moduleco), Swarm Simulation System, SimBioSys i wiele innych<sup>13</sup>.

6. Przeprowadzenie symulacji na przygotowanym modelu. Może być ona oparta na zestawie danych wprowadzonych na początku symulacji lub mogą być one aktualizowane w trakcie jej trwania. Dzięki takiemu podejściu oraz przy wykorzystaniu kognitywnych umiejętności agentów i zdolności komunikacyjnych, powinno to w większym stopniu odzwierciedlić zachowania emergentne oraz dynamikę i złożoność zmian w środowisku ekonomicznym (uwzględniając zmienną ludzką naturę oraz nie zawsze racjonalne postępowanie). Symulacja taka może być powtarzana przy różnych wartościach zmiennych inicjalizujących, aż do momentu osiągnięcia pożądaných lub akceptowalnych wyników.

7. Przeanalizowanie wyników eksperymentu symulacyjnego i zinterpretowanie ich z ekonomicznego punktu widzenia.

Patrząc szerzej w kontekście procesów decyzyjnych, a opierając się o wyniki przeprowadzonej symulacji, wybierana jest następnie odpowiednia decyzja z potencjalnego zbioru decyzyjnego.

Biorąc zatem pod uwagę możliwości, jakie daje wykorzystywanie systemów agentowych w symulacjach ekonomicznych, mogą się one przykładowo przysłużyć do badania [11]:

- wpływu społeczeństwa na formułowanie opinii,

---

<sup>13</sup> Spis oprogramowania można znaleźć pod adresem: <http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/acecode.htm>.

- sieci społecznych,
  - przyczyn współpracy i konfliktów międzyludzkich,
  - rynków finansowych,
  - konkurencji i kooperacji między przedsiębiorstwami,
  - mikro i makro-ekonomicznych modeli,
  - skutków podjętych przez managerów decyzji,
  - skutków rozbudowy infrastruktury,
- i wielu innych problemów, które charakteryzują się dużą złożonością i dynamiką zmian w czasie i przestrzeni, oraz innych zjawisk dających się estymować.

#### **4.6. Podsumowanie**

Jak podają badania PwC, 41% decydentów uznało, że strategiczne decyzje będą wymagały analizy wykorzystującej algorytmy komputerowe [21]. Świadczy to o słuszności i konieczności prowadzenia badań, których celem będzie doskonalenie komputerowych metod wspomagania procesów decyzyjnych zarówno w skali mikro, jak i makroekonomicznej. Analiza dostępnej literatury pozwala stwierdzić, że systemy agentowe bardzo dobrze wpisują się w tę tendencję i odpowiadają współczesnym wymogom stawianym klasie systemów doradczych. Szczególnie dzięki wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji oraz dorobku psychologii kognitywnej, poprzez modelowanie i symulacje środowisk ekonomicznych mogą wspomagać procesy decyzyjne, gdy:

- problem decyzyjny dotyczy złożonych sytuacji o czasowych i przestrzennych zależnościach (lokalnych lub globalnych),
- problem charakteryzuje się dużą zmiennością (dynamiką) zjawisk, co wymaga wykorzystania umiejętności adaptacyjnych,
- problem dotyczy relacji społecznych i wiążących się z tym cech natury ludzkiej, takich jak świadomość, moralność, instynktywność, kreatywność itd.

Przyszłe badania autora skoncentrują się na praktycznych aspektach wykorzystania systemów agentowych w ekonomicznych procesach decyzyjnych, co z założenia powinno przyczynić się do rozwoju i popularyzacji tej obiecującej gałęzi ekonomii, jaką jest ekonomia obliczeniowa oparta na systemach agentowych.

## Literatura

- [1] Ashraf Q., Gershman B., Howitt P., *How Inflation Affects Macroeconomic Performance: An Agent-Based Computational Investigation*, „Macroeconomic Dynamics”, 2016, vol. 20, no. 2, s. 558-581.
- [2] Bojar W., Rostek K., Knopik L., *Systemy wspomagania decyzji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2014.
- [3] Bures V., Tucnik P., *Complex Agent Based Models Application Of A Constructivism In The Economic Research*, „Economics & Management”, 2014, 17(3), s. 152-168.
- [4] Cetnarowicz K., *Pojęcie M-agenta i koncepcja systemów wieloagentowych*, w: *Rozwój informatycznych systemów wieloagentowych w środowiskach społeczno-gospodarczych*, red. Stanek S., Sroka H., Paprzycki M., Ganzha M., Wydawnictwo Placet, Warszawa 2008, s. 51-70.
- [5] Cetnarowicz K., *Paradygmat agentowy w informatyce. Koncepcje, podstawy i zastosowania*. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2012.
- [6] Chen S., *Varieties of agents in agent-based computational economics: A historical and an interdisciplinary perspective*, „Journal of Economic Dynamics and Control”, 2012, vol. 36, no. 1, s. 1-25.
- [7] Damaceanu R. C., *An Agent-based Computational Study of Wealth-Distribution in Function of Technological Progress Using Netlogo*, „American Journal of Economics”, 2011, vol. 1, no. 1, s. 15-20.
- [8] Forlicz S., Jasiński M., *Mikroekonomia*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 2000.
- [9] Flasiński M., *Wstęp do sztucznej inteligencji*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- [10] Gräbner C., *Agent-based computational models – a formal heuristic for institutional pattern modelling?*, „Journal of Institutional Economics”, 2016, vol 12, no. 1, s. 241-261.
- [11] Helbing D., Baliotti S., *Agent-Based Modeling*, w: *Social Self-Organization*, red. Helbing D., Springer, Berlin 2012, s. 25-71.
- [12] Jashapara A., *Zarządzanie wiedzą*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2006.

- [13] Klimczak B., *Mikroekonomia*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1998.
- [14] Kiełtyka L., Niedbał R., *Technologie agentowe w organizacjach gospodarczych – wybrane obszary zastosowań*, w: *Technologie agentowe w organizacjach opartych na wiedzy*, red. Żytniewski M., Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice 2015, s. 13-31.
- [15] Kopczewski T., *Ekonomia złożoności. Zastosowanie modelowania Agent-based Computational Economics w nauczaniu zdalnym*, w: *E-learning - narzędzia i praktyka*, red. M. Dąbrowski, M. Zając, Fundacja Promocji i Akredytacji Kierunków Ekonomicznych, Warszawa 2012, s. 22-30.
- [16] Kozielski R., *Nieracjonalne decyzje firm, czyli nastroje i humory wolnego rynku*, 2015,  
<http://biznes.pl/magazyny/marketing/nieracjonalne-decyzje-firm-czyli-nastroje-i-humory-wolnego-rynku/hpkggh> (13.08.2016).
- [17] Luna F. Stefansson B., *Economic Simulations in Swarm: Agent-based modelling and object oriented programming*, Springer Science & Business Media, New York 2000.
- [18] Łatuszyńska A., *Symulacja wieloagentowa w zastosowaniach biznesowych*, „Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą”, 2010, t. 28, s. 160-170.
- [19] Macal C. M., North M. J., *Tutorial on agent-based modelling and simulation*, „Journal of Simulation”, 2010, vol 4, s. 151-162.
- [20] Owczarek T., *Wieloagentowa symulacja rynku pracy z uwzględnieniem sieci osobistych powiązań między pracownikami*, „Zeszyty Naukowe „Organizacja i Zarządzanie” Politechniki Śląskiej”, 2009, nr 49, s. 235-254.
- [21] *PwC Releases 2016 “Big Decisions” Global Data and Analytics Survey*, 2016, [www.pwc.com/us/en/press-releases/2016/big-decisions-survey.html](http://www.pwc.com/us/en/press-releases/2016/big-decisions-survey.html) (10.08.2016).
- [22] *PwC's Global Data and Analytics Survey 2016: Big Decisions 2.0*, 2016, [www.pwc.de/de/business-analytics/assets/big-decisions-survey-2016.pdf](http://www.pwc.de/de/business-analytics/assets/big-decisions-survey-2016.pdf), (31.07.2016).

- [23] Rebizant W., *Metody Podejmowania Decyzji*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2012.
- [24] Reid S. T., *Agent-based Computational Economic Models*, 2014 [www.turingfinance.com/agent-based-computational-economic-models](http://www.turingfinance.com/agent-based-computational-economic-models) (13.08.2016).
- [25] Richiardi M. G., *Agent-based computational economics: a short introduction*, „The Knowledge Engineering Review”, 2012, vol. 27, no 2, s. 137-149.
- [26] Skrzyński P., *Zastosowanie teorii kolektywnej inteligencji do opisu paradygmatu niewidzialnej ręki rynku*, praca doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków 2010.
- [27] Stanek S., Żytniewski M., *Symulacja z wykorzystaniem modeli hybrydowych*, „Prace Naukowe / Akademia Ekonomiczna w Katowicach”, 2005, s. 126-133.
- [28] Wawrzyniak A., *Modelowanie wieloagentowe jako narzędzie do badania zachowania konsumentów*, „Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Polityki Europejskie, Finanse i Marketing”, 2015, nr. 14, s. 134-146.
- [29] Wawrzyniak A., *Modelowanie zachowania agentów w wieloagentowych systemach symulacyjnych stosowanych w zarządzaniu*, „Studia Informatica”, 2015, nr. 36, s. 19-37.
- [30] Woźniak A., *Badania operacyjne w logistyce i zarządzaniu produkcją cz. I*, wyd. PWSZ, Nowy Sącz 2011.

## **Rozdział 5**

### **Zastosowanie metody Promethee GDSS w analizie wariantów budżetu obywatelskiego**

#### **5.1. Wprowadzenie**

Budżet partycypacyjny – w Polsce często nazywany „obywatelskim” – wiąże się z procesem decyzyjnym, w ramach którego mieszkańcy współtworzą budżet danego miasta, tym samym współdecydując o dystrybucji określonej puli środków publicznych [10]. Środki publiczne wydawane są więc na projekty uwzględniające potrzeby mieszkańców danej dzielnicy, osiedla czy też ulicy. Przy realizacji miejskich inwestycji należy jednak pamiętać, że zarządzanie współczesnym miastem wymaga konieczności uwzględnienia licznych współzależności występujących między czynnikami warunkującymi efekty podejmowanych decyzji [14]. Zarządzający miastem powinni mieć na uwadze jego zrównoważony rozwój i kierować się przy tym wieloma czynnikami, takimi między innymi, jak otoczenie gospodarcze, społeczne i środowiskowe. Potrzebna do tego jest więc wiedza z licznych dziedzin obejmujących zagadnienia z urbanistyki, gospodarki przestrzennej, ekonomiki miasta, techniki, ekologii, socjologii, psychologii społecznej, itp.

Aby realizowane w ramach budżetu obywatelskiego projekty uwzględniały zrównoważony rozwój miasta, należałoby wyróżnić wśród projektów zgłaszanych przez mieszkańców te mające największy, według ekspertów, wpływ na rozwój ich miasta, dzielnicy, osiedla czy też ulicy. Na tej podstawie mieszkańcy, mając szerszą wiedzę co jest korzystniejsze, mogliby dokonać wyboru projektów do realizacji.

Dokonując wyboru tych najlepszych projektów należy uwzględnić wiedzę z wielu dziedzin. Do rozwiązania powstałego problemu decyzyjnego należałoby więc powołać grupę ekspertów, a klasyfikacji wariantów dokonać na podstawie ich ocen uwzględniając różne kryteria za pomocą wykorzystywanych do tego metodologii wielokryterialnego wspomaganie decyzji grupowych. Jedną z takich metod wspomaganie decyzji grupowych z uwzględnieniem ocen dokonywanych za pomocą wielu kryteriów jest Promethee GDSS i związana z



nią analiza GAIA. Przykłady wykorzystania tej metody w podejmowaniu grupowych decyzji wielokryterialnych zawarte są w takich pozycjach jak: [19] i [18], gdzie wykorzystano ją do utworzenia rankingu internetowych serwisów informacyjnych, czy też [16] gdzie szukano najlepszego rozwiązania przy planowaniu rurociągu ropy naftowej i gazu w basenie Morza Kaspijskiego.

Celem niniejszego rozdziału jest próba wykorzystania procedury Promethee GDSS w wyborze projektu zgłaszanego w ramach budżetu obywatelskiego, gdzie zadaniem decydentów jest klasyfikacja wariantów na podstawie wielu kryteriów, a decydenci nie posiadają danych ilościowych. W dokonywaniu oceny muszą więc kierować się przede wszystkim posiadaną wiedzą dziedzinową, doświadczeniem oraz własnymi preferencjami.

## 5.2. Metodologia grupowego wspomaganie decyzji wielokryterialnych Promethee GDSS

Metoda Promethee (pełna angielska nazwa brzmi: *Preference Ranking Organization METHod for Enriched Evaluation* co można przetłumaczyć jako *metodę budowy rankingu dla wzbogacenia oceny*) należy do metod tzw. szkoły europejskiej i została opracowana w 1982 roku przez Bransa [2]. Służy do rangowania wariantów decyzji poprzez zastosowanie stopnia preferencji (ang. *preferencedegree*). Procedura metody Promethee składa się z 3 etapów: (1) określenie stopnia preferencji z uwagi na poszczególne kryteria oceny dla każdej z uporządkowanych par wariantów, (2) obliczenia jednokryterialnych przepływów preferencji (ang. *Unicriterionpreferencelflows*), (3) wyznaczenie ogólnego przepływu (ang. *Globalpreferencelflow*) [8].

Metoda Promethee GDSS powstała w trakcie rozwoju metody Promethee na potrzeby związane z grupowym wspomaganie decyzji (ang. *GroupDecisionMaking*– GDM), bezpośrednio na bazie procedury wykorzystanej w jednym z wariantów tej metody– Promethee II [B84]. Promethee II wykorzystuje porównania parami i relację przewyższania w celu wybrania najlepszej alternatywy decyzyjnej. Wykorzystywane są w niej pozytywne i negatywne przepływy preferencji określające jak bardzo dany wariant przewyższa inne i jak bardzo jest przewyższany przez inne warianty ([15], [18]). Procedura Promethee II składa się z pięciu etapów:

- 1) porównania parami wariantów decyzyjnych względem kolejnych kryteriów decyzyjnych,
- 2) zastosowanie wybranej dla każdego kryterium funkcji preferencji,
- 3) wyznaczenie indeksu preferencji wariantów zgodnie z przyjętymi wagami kryteriów,
- 4) wyznaczenie pozytywnych i negatywnych przepływów preferencji dla wariantów,
- 5) wyznaczenie przepływów preferencji netto ([1], [19]).

W metodzie Promethee II decydent może wybrać jedną z sześciu funkcji preferencji [6], [7]:

1) Zwykle kryterium – silna preferencja (dla takich samych ocen 0), brak parametrów do określenia. Typ podstawowy funkcji preferencji odpowiada sytuacji, w której dla danego kryterium  $i$  wariant  $a$  i wariant  $b$  są równoważne wtedy i tylko wtedy, gdy  $g_i(a)=g_i(b)$ . W przeciwnym razie występuje silna preferencja jednego wariantu względem drugiego (Rysunek 5.1.a).

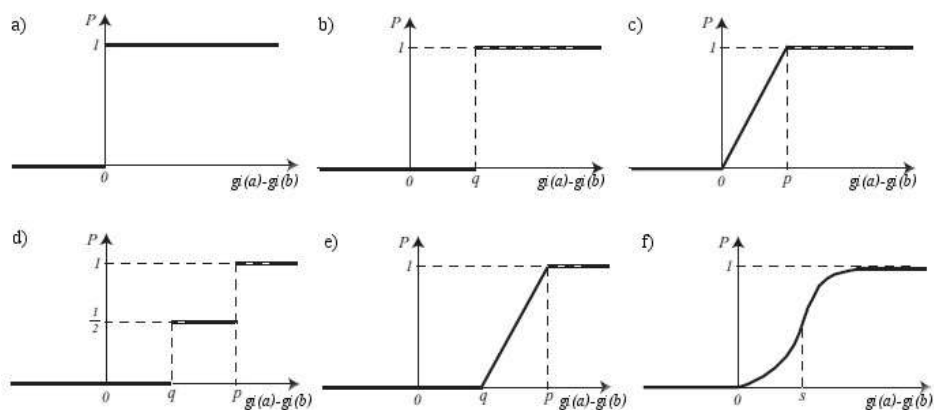
2) Quasi kryterium z progiem równoważności – w której musi być określony próg nierozróżnialności. Kształt funkcji preferencji oznacza, że dla danego kryterium  $i$  wariant  $a$  i wariant  $b$  są równoważne wtedy i tylko wtedy, gdy różnica  $g_i(a)-g_i(b)$  nie przekracza progu nierozróżnialności  $q_i$ . W przeciwnym razie istnieje silna preferencja jednego wariantu względem drugiego (Rysunek 5.1.b).

3) Kryterium z liniową preferencją i progiem preferencji – w której musi być określony próg preferencji. W tej relacji preferencja wzrasta od wartości 0 do progu preferencji. Kształt funkcji  $V$  opisuje sytuację, w której dla danego kryterium  $i$  oraz dla wartości  $g_i(a)-g_i(b)$  wariantu  $a$  i wariantu  $b$ , mniejszej niż wartość progu preferencji  $p_i$ , preferencje decydenta wzrastają liniowo, natomiast jeżeli wartość  $g_i(a)-g_i(b)$  jest większa niż próg  $p_i$ , występuje silna preferencja jednego wariantu względem drugiego (Rysunek 5.1.c).

4) Kryterium poziomu z progiem równoważności i preferencji – w której musi być określona wartość średnia pomiędzy progami nierozróżnialności i preferencji. Ten typ relacji wymaga określenia progów równoważności  $q_i$  oraz preferencji  $p_i$  dla każdego kryterium  $i$ . Jeżeli różnica  $g_i(a)-g_i(b)$  jest większa niż  $q_i$ , ale nie przekracza wartości  $p_i$ , to występuje słaba preferencja jednego wariantu względem drugiego, a wartość preferencji równa się 0,5 (Rysunek 5.1.d).

5) Kryterium z liniową preferencją i obszarem obojętności – w której również muszą być określone progi równoważności  $q_i$  oraz preferencji  $p_i$  dla każdego kryterium  $i$ , jednak wartość preferencji rośnie liniowo. Odpowiada to sytuacji, w której preferencja zmienia się od 0 do 1 w przypadku, kiedy różnica  $g_i(a)-g_i(b)$  mieści się w przedziale pomiędzy progiem równoważności  $q_i$ , i progiem preferencji  $p_i$  (Rysunek 5.1.e).

6) Kryterium Gaussa – w której preferencja rośnie zgodnie z rozkładem normalnym Gaussa. W tym przypadku preferencje decydenta w stosunku do kryterium  $i$  wyrażają się wg rozkładu normalnego. W związku z tym konieczne jest określenie wartości odchylenia standardowego  $\sigma_i$  zakładając, że wartość średnia  $\mu_i=0$  (Rysunek 5.1.f).



Rysunek 5.1. Funkcje preferencji w procedurze Promethee II: a) zwykłe kryterium; b) Quasi kryterium z progiem równoważności; c) kryterium z liniową preferencją i progiem preferencji; d) kryterium poziomu z progiem równoważności i preferencji; e) kryterium z liniową preferencją i obszarem obojętności; f) kryterium Gaussa.

Do wyznaczenia indeksu preferencji wariantów stosuje się wzór [19]:

$$\pi(a_i, b_j) = \frac{\sum_{k=1}^n w_k * \varphi_k(a_i, b_j)}{\sum_{k=1}^n w_k}, \tag{1}$$

gdzie  $\varphi_k$  oznacza wskaźnik zgodności dla pary wariantów porównywanych względem kryterium  $k$  zgodnie z przyjętą funkcją preferencji. Do obliczenia pozytywnych i negatywnych przepływów preferencji korzysta się z wzorów (2) i (3):

$$\phi^+(a_i) = \sum_{j=1}^n \pi(a_i, b_j), \quad (2)$$

$$\phi^-(a_i) = \sum_{j=1}^n \pi(b_j, a_i). \quad (3)$$

Końcowy etap realizacji procedury Promethee II polega na wyznaczeniu całkowitego porządku wariantów zgodnie z przepływem preferencji netto według wzoru (4):

$$\phi^+(a_i) = \phi^+(a_i) - \phi^-(a_i). \quad (4)$$

Metodę tą cechują relacje równoważności i preferencji w szerokim sensie:

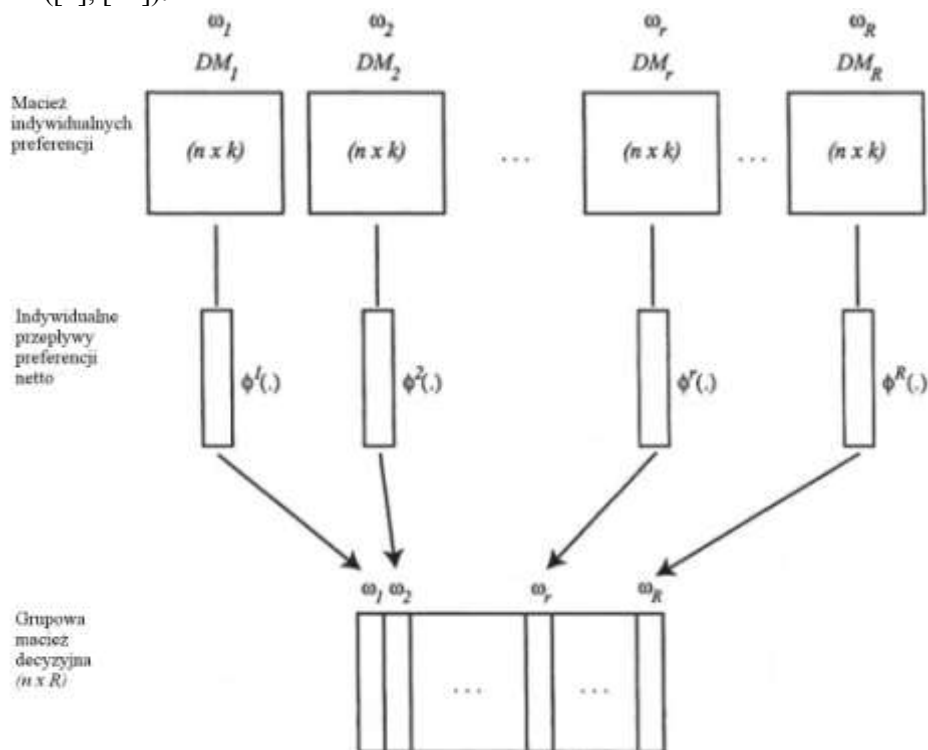
- wariant  $a_i$  przewyższa wariant  $b_j$  ( $a_i L b_j$ ), gdy  $\phi^+(a_i) > \phi^+(b_j)$ , gdzie  $L$  oznacza przewyższanie,
- wariant  $a_i$  jest równoważny wariantowi  $b_j$  ( $a_i I b_j$ ), gdy  $\phi^+(a_i) = \phi^+(b_j)$ , gdzie  $I$  oznacza równoważność [17].

Przy grupowym podejmowaniu decyzji zastosowanie ma procedura Promethee GDSS będąca rozszerzeniem funkcjonalności Promethee II. Można w niej skorzystać z każdej z szeregu metod Promethee, natomiast końcowej agregacji ocen poszczególnych decydentów dokonuje się za pomocą metody Promethee II [3]. Procedura Promethee GDSS wykonywana jest w trzech etapach:

- 1) wyznaczenie alternatyw decyzyjnych i kryteriów,
- 2) indywidualna ocena wariantów przez każdego decydenta,
- 3) globalna ocena wariantów przez grupę [9].

W pierwszym kroku decydenci powinni wspólnie ustalić rozpatrywane warianty decyzyjne i kryteria, według których alternatywy będą rozpatrywane [13]. Niemniej jednak każdy z decydentów może ustalić kryteria oceny indywidualnie nie ustalając ich z innymi decydentami. Efektem tego będzie przyjęcie w dalszych etapach procedury założenia, że pozostali decydenci przyznali określonemu kryterium wagę równą zero [12]. W drugim etapie oceny grupowej, każdy z decydentów indywidualnie ocenia wszystkie warianty zgodnie z wybraną procedurą Promethee, np. Promethee II. W efekcie każdy z decydentów powinien otrzymać przepływy preferencji netto dla każdego wariantu decyzyjnego. W trzecim kroku procedury GDSS przepływy preferencji uzyskane przez każdego decydenta są rozpatrywane zgodnie z metodą Promethee II, przy czym kryteria oceny w macierzy decyzyjnej są zastępowane przez decydentów

[13]. Zaleca się tutaj użycie liniowej funkcji preferencji z progiem preferencji  $p=2$  ([4], [11]).



Rysunek 5.2. Przebieg procedury Promethee GDSS.

Poza obliczeniem grupowego rankingu Promethee II, w metodzie Promethee GDSS wykonywana jest także analiza GAIA. W metodzie GAIA informacje dotyczące  $k$ -kryterialnego problemu decyzyjnego przedstawione w  $k$ -wymiarowej przestrzeni rzutowane są na płaszczyznę, wobec czego część informacji jest tracona. Na płaszczyźnie prezentowany jest m.in. wektor  $\pi$  wskazujący kompromisowy kierunek wynikający z wag przypisanych poszczególnym decydom (w ogólnym przypadku - kryteriom) [5]. Alternatywy są reprezentowane przez punkty, a preferencje decydentów symbolizowane są przez wektory. Jeżeli decydenci mają podobne preferencje, wektory zwrócone są w tym samym kierunku, natomiast sprzeczne preferencje skutkują przeciwnymi zwrotami wektorów. W sytuacji, gdy z analizy GAIA wynika, że preferencje decydentów są między sobą w konflikcie, zalecane są kolejno: zmiana wag przypisanych decydom, zmiana indywidualnych ocen, zmiana kryte-

riów, zmiana alternatyw, dodanie kolejnego decydenta. Kolejne czynności są konieczne, jeżeli wcześniejsze nie dają oczekiwanych rezultatów w postaci eliminacji konfliktów ([4], [11]). Przebieg procedury Promethee GDSS został przedstawiony na rysunku 5.2.

### **5.3. Procedura badawcza**

Celem niniejszego badania jest klasyfikacja projektów zgłoszonych w procedurze przyjmowania wniosków do budżetu obywatelskiego oraz wskazanie najlepszego z nich. Badanie uwzględnia preferencje pięciu decydentów, którzy dokonali oceny poszczególnych projektów uwzględniając osiem kryteriów. W związku z liczbą decydentów i kryteriów posłużono się w badaniu metodologią Promethee GDSS, która obok AHP jest jedną z metod wykorzystywanych przy podejmowaniu wielokryterialnych decyzji grupowych.

Badanie dotyczyło następujących wariantów decyzyjnych: w1 – rozbudowa skateparku w Parku Kopernika, w2 – budowa nad Wartą grodu Gorzów – Centrum Kultury Słowiańskiej, w3 – wyznaczenie siedmiu wzgórz na terenie Gorzowa Wielkopolskiego z trwałym ich oznakowaniem, w4 – rewitalizacja parku Siemiradzkiego, w5 – zagospodarowanie terenu zielonego oraz schodów od ul. Orłąt Lwowskich, w6 – remont ścieżki ze schodami od ul. Walczaka do MCK z odbudową toru saneczkowego przy ul. Zacisze, w7 – remont „Schodów Donikąd”.

Każdy z wymienionych wariantów został oceniony przez decydentów według następujących kryteriów: k1 – ład przestrzenny i gospodarka nieruchomościami, k2 – modernizacja, k3 – rewitalizacja, k4 – zdrowie, k5 – sport, k6 – turystyka i rekreacja, k7 – kultura, k8 – ochrona środowiska i przyrody.

Wagi dla poszczególnych kryteriów zostały określone przez decydentów za pomocą metody AHP z wykorzystaniem macierzy porównań parami. Uzyskane wartości wag przez każdego z decydentów dla wyżej wymienionych kryteriów przedstawione zostały w tabeli 5.1.

Każdy z wariantów został oceniony przez wszystkich decydentów według poszczególnych kryteriów za pomocą pięciostopniowej skali gdzie 1 – ocena najniższa, a 5 – ocena najwyższa jaką mógł uzyskać dany wariant. Wyniki oceny przedstawione zostały w tabeli 5.2.

Tabela 5.1. Wartości wag dla decydentów w poszczególnych kryteriach.

Nr kryterium	Decydent 1	Decydent 2	Decydent 3	Decydent 4	Decydent 5
k1	0,41395	0,04654	0,01127	0,00694	0,03732
k2	0,18198	0,01321	0,06723	0,01609	0,13977
k3	0,04746	0,15598	0,02765	0,06027	0,01609
k4	0,04116	0,04171	0,02351	0,03015	0,02194
k5	0,01943	0,08298	0,14951	0,09624	0,00474
k6	0,00899	0,14946	0,07589	0,40352	0,04648
k7	0,0042	0,4489	0,01159	0,19361	0,01015
k8	0,28284	0,06122	0,63335	0,19319	0,72351

Tabela 5.2. Oceny wariantów każdego z decydentów w poszczególnych kryteriach.

Decydent 1								
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8
w1	1	3	1	5	5	2	1	3
w2	2	1	2	2	4	4	5	2
w3	2	1	2	3	3	5	4	4
w4	4	4	5	2	2	3	3	4
w5	3	2	3	1	2	2	3	5
w6	4	5	3	4	5	4	4	2
w7	5	4	4	1	1	1	2	1
Decydent 2								
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8
w1	1	4	2	4	4	4	2	1
w2	2	1	1	1	3	3	4	1
w3	5	1	2	3	4	5	5	5
w4	3	3	3	1	3	3	1	4
w5	4	2	5	2	3	1	1	4
w6	3	3	2	5	5	5	4	2
w7	1	5	4	2	2	2	3	3

<b>Decydent 3</b>								
	<b>k1</b>	<b>k2</b>	<b>k3</b>	<b>k4</b>	<b>k5</b>	<b>k6</b>	<b>k7</b>	<b>k8</b>
w1	3	1	4	5	4	3	2	4
w2	4	2	3	3	3	5	5	2
w3	4	2	3	4	2	4	5	5
w4	5	4	1	3	1	2	4	5
w5	2	3	2	2	1	3	4	3
w6	2	4	2	4	5	5	3	3
w7	1	5	5	2	2	1	1	1
<b>Decydent 4</b>								
	<b>k1</b>	<b>k2</b>	<b>k3</b>	<b>k4</b>	<b>k5</b>	<b>k6</b>	<b>k7</b>	<b>k8</b>
w1	5	4	2	1	5	1	2	1
w2	2	1	3	2	4	5	4	4
w3	2	1	3	3	2	5	5	3
w4	1	3	5	2	3	4	2	3
w5	3	2	4	4	3	2	2	5
w6	1	5	4	5	5	4	4	2
w7	5	3	1	1	1	1	3	1
<b>Decydent 5</b>								
	<b>k1</b>	<b>k2</b>	<b>k3</b>	<b>k4</b>	<b>k5</b>	<b>k6</b>	<b>k7</b>	<b>k8</b>
w1	1	3	1	5	5	5	1	3
w2	3	2	2	3	4	2	5	2
w3	3	2	2	3	3	3	4	3
w4	2	5	4	2	2	2	2	4
w5	2	1	3	1	2	1	2	5
w6	4	5	4	4	5	4	4	1
w7	5	4	5	2	1	1	3	1

Badanie zostało przeprowadzone za pomocą oprogramowania Visual Promethee, w którym przeprowadzono procedurę Promethee II z V-kształtną funkcją preferencji i progiem preferencji  $P$  równym 2 dla każdego z decydentów uzyskując przepływy preferencji netto. Otrzymane dla każdego z wariantów przepływy preferencji netto przez poszczególnych decydentów przedstawiono w tabeli 5.3.



Tabela 5.3. Przepływy preferencji netto każdego z decydentów.

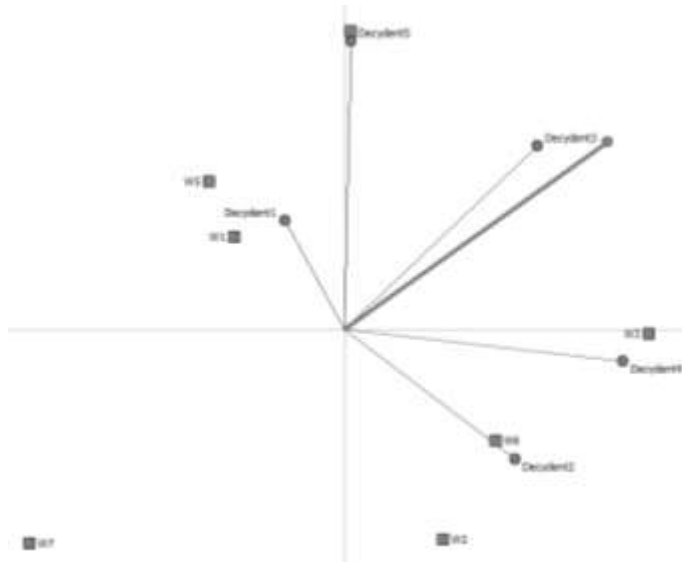
Wariant	Decydent 1	Decydent 2	Decydent 3	Decydent 4	Decydent 5
W1	-0,3254	-0,2069	0,2701	-0,5284	0,1222
W2	-0,4989	-0,0373	-0,297	0,4842	-0,3153
W3	-0,2039	0,556	0,4548	0,3951	0,0639
W4	0,4625	-0,3436	0,35	0,0785	0,4912
W5	0,1218	-0,3085	-0,2478	-0,1126	0,4745
W6	0,2694	0,3764	0,1118	0,302	-0,3556
W7	0,1744	-0,0361	-0,6418	-0,6188	-0,4808

W kolejnym kroku zgodnie z procedurą Promethee GDSS po otrzymaniu przepływów preferencji netto oddzielnie dla każdego decydenta za pomocą metody Promethee II uzyskane przepływy preferencji porównuje się ponownie z wykorzystaniem procedury Promethee II przypisując każdemu z decydentów takie same wagi. W efekcie wykonanego porównania otrzymujemy ranking wariantów, który przedstawiono na rysunku 5.3.

Rank	alternatywa	Phi
1	W3	0,2532
2	W4	0,2077
3	W6	0,1408
4	W5	-0,0145
5	W2	-0,1329
6	W1	-0,1337
7	W7	-0,3206

Rysunek 5.3. Ranking wariantów otrzymany dla decyzji grupowej metodą Promethee GDSS.

Następnym etapem wynikającym z procedury Promethee GDSS jest wykonanie analizy GAIA. Analizę taką dla przeprowadzonego badania przedstawia rysunek 5.4.

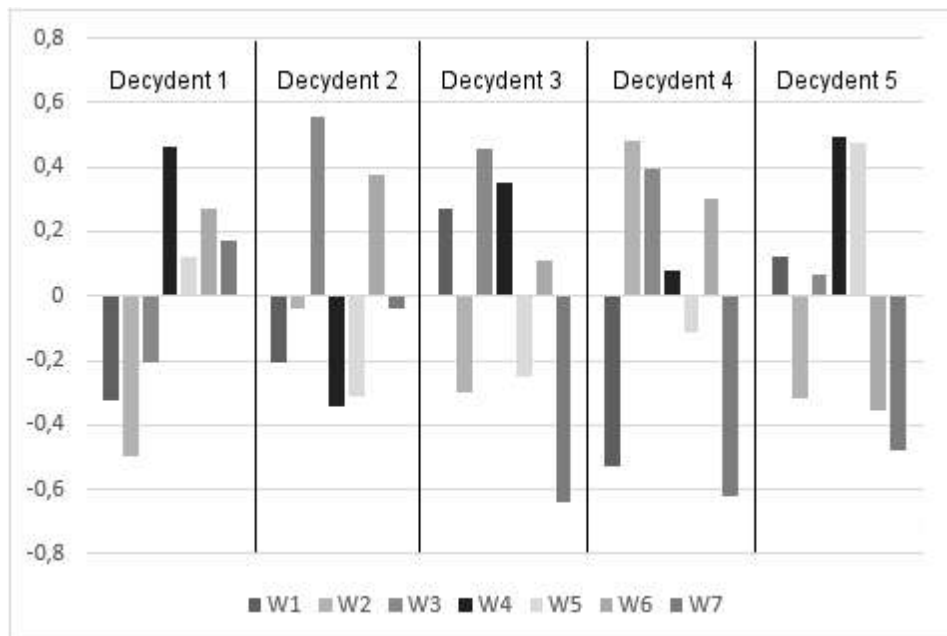


Rysunek 5.4. Analiza GAIA otrzymana dla procedury Promethee GDSS.

## 5.4. Wyniki badań

W wyniku dokonanych w niniejszym rozdziale badań, których celem była klasyfikacja metodą wielokryterialnego grupowego wspomaganie decyzji Promethee GDSS projektów zgłoszonych do realizacji w ramach budżetu obywatelskiego i wskazanie projektu najlepszego (najbardziej korzystnego pod kątem zrównoważonego rozwoju miasta) przy uwzględnieniu preferencji poszczególnych decydentów, wyliczono, iż najlepszym zgłoszonym w ramach BO projektem jest projekt w3 (wyznaczenie siedmiu wzgórz na terenie Gorzowa Wielkopolskiego z trwałym ich oznakowaniem). Miejsca poszczególnych projektów w klasyfikacji przedstawione zostały na rysunku 5.3.

O przewadze wariantu w3 nad pozostałymi wariantami zdecydował wynik, jaki ten projekt uzyskał podczas badania preferencji indywidualnych u trzech spośród pięciu decydentów. Decydenci 2 i 3 podczas badania oceni, iż jest on najlepszy spośród zgłoszonych projektów, natomiast według decydenta 4 projekt ten został sklasyfikowany na drugim miejscu. Preferencje poszczególnych decydentów odzwierciedla przedstawiona na rysunku 4.4 analiza GAIA oraz wykres na rysunku 5.5.



Rysunek 5.5. Preferencje poszczególnych decydentów.

Na drugim miejscu został sklasyfikowany projekt w4 (rewitalizacja parku Siemiradzkiego). Trzecie miejsce zajął natomiast projekt w6 (remont ścieżki ze schodami od ul. Walczaka do MCK z odbudową toru saneczkowego przy ul. Zacisze).

Natomiast za najslabsze projekty spośród projektów zgłoszonych w ramach budżetu obywatelskiego, a co z tym związane, mające najmniejszy wpływ na zrównoważony rozwój miasta, decydenci uznali projekty w1 (rozbudowa skateparku w Parku Kopernika) oraz w7 (remont „Schodów Donikąd”).

## 5.5. Podsumowanie

W niniejszym rozdziale omówiono zastosowanie metody Promethee GDSS do grupowej klasyfikacji z wykorzystaniem wielu kryteriów. Przedstawiono w nim tok postępowania podczas podejmowania decyzji grupowych z wykorzystaniem wielu kryteriów. Ponadto użyto tej metody do klasyfikacji projektów zgłoszonych w ramach budżetu obywatelskiego, co pozwoliło na

określenie, które ze zgłoszonych projektów będą miały zdaniem decydentów najkorzystniejszy wpływ na zrównoważony rozwój miasta.

Z powyższych badań wynika, że procedura Promethee GDSS sprawdza się w zastosowaniach do grupowego podejmowania decyzji. W przypadku, gdy przy klasyfikacji ocenianych wariantów mamy do czynienia z wieloma kryteriami oceny, a decydenci nie dysponują jawnymi danymi ilościowymi – oceniają warianty według każdego z kryteriów na podstawie indywidualnych preferencji.

Indywidualne preferencje i opinie poszczególnych decydentów nie zawsze są obiektywne. Warto zatem skorzystać z grupy ekspertów, a ich indywidualne preferencje zamienić na decyzję grupową wykorzystując metodę Promethee GDSS. Metody tego typu na zobiektywizowanie oceny końcowej rozpatrywanego problemu decyzyjnego. Grupa decydentów ma przewagę nad pojedynczym decydem, gdyż globalnie posiada większą wiedzę i doświadczenie.

Z przedstawionego badania wynika, że najlepszym z grupy projektów zgłoszonych w ramach budżetu obywatelskiego, a zarazem mającym największy wpływ na zrównoważony rozwój miasta, jest projekt w3 obejmujący wyznaczenie siedmiu wzgórz na terenie Gorzowa Wielkopolskiego z trwałym ich oznakowaniem. Wysoko ocenione zostały też projekty w4 (rewitalizacja parku Siemiradzkiego) i w6 (remont ścieżki ze schodami od ul. Walczaka do MCK z odbudową toru saneczkowego przy ul. Zacisze). Wydaje się wskazane, aby mieszkańcy poznali klasyfikację projektów dokonaną przez ekspertów, gdyż pozwoliliby im to na bardziej świadomy wybór projektu do realizacji w ramach budżetu obywatelskiego.

## **Literatura**

- [1] Behzadian M., Kazemzadeh R.B., Albadvi A., Aghdasi M. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, No. 200, 198-215, Styczeń 2010.
- [2] Brans J.P., L'ingenierie de la decision; Elaboration d'instruments d'aide a decision. La method PROMETHEE, *Colloq. d'aide a la decision*, 1982.

- [3] Brans J.P., Macharis C., Kunsch P.L., Chevalier A., Schwaninger M., Combining multicriteria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic process. An iterative real-time procedure. *European Journal of Operational Research*, No. 109, 428-441, Wrzesień 1998.
- [4] Brans J.P., Mareschal B., Promethee Methods. [w:] *Multiple Criteria-Decision Analysis State of the Art. Surveys*, Greco S. (red.), Springer, 163-195, 2005.
- [5] Brans J.P., Mareschal B., *How to Decide with PROMETHEE*. [online] <http://www.visualdecision.com> [dostęp: grudzień 2010].
- [6] Brans J.P., Mareschal B., Vincke Ph., Promethee: A New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis. *Operational Research*, 1984.
- [7] Brans J.P., Vincke Ph., A Preference Ranking Organisation Method: the PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making, *Management Science*, 1984, Vol 31. 647-656, Czerwiec 1984.
- [8] Dytczak M., Ginda G., Wybrane wielokryterialne metody wartościowania uwzględniające trudno mierzalność cech zabytków [w:] *Systemy wartościowania dziedzictwa. Stan badań i problemy*. Szmygin B. (red.), Politechnika Lubelska 2015.
- [9] Escobar-Toledo C.E., López-García, B., The Use of Multicriteria Decision Aid System in the Information Technology (It) Allocation Problem. *Operational Research: An International Journal*, Vol. 5, No. 2, 223-240, 2005.
- [10] Kęłowski W., *Budżet partycypacyjny – krótka instrukcja obsługi*. Instytut Obywatelski, Warszawa 2013.
- [11] Kodikara P. N, Perera B. J. C, Kularathna M. D. U. P., Optimal Operation of Urban Water Supply Systems: A Multi-Objective Approach using the PROMETHEE Method. [w:] *Proceedings of the International Urban Water Conference, Heverlee, Belgium, 15-19 September, 2008*, 411-418. 2008.
- [12] Leyva-López J.C., Fernández-González E., A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology. *European Journal of Operational Research*, Vol. 148, 14-27, Lipiec 2003.

- [13] Costa MoraisD., Teixeira de AlmeidaA., Group decision-making for leakage management strategy of water network. *Resources, Conservation & Recycling, No. 52*, 441-459, Wrzesień 2007.
- [14] Pęski W.. Zarządzanie zrównoważonym rozwojem miasta. Arkady 1999.
- [15] PengY., WangG, WangH., User preferences based software defect detection algorithms selection using MCDM. *Information Sciences, Vol. 191*, 3-13, Maj 2012.
- [16] TavanaM., BehzadianM., PirdashtiM., PirdashtiH., A Promethee GDSS for oil and gas pipeline planning in the Caspian Sea basin. *Energy Economics 36*, 716–728, 2013.
- [17] VillegasD., RoderolI., FongL., BobroffN., LiuY., ParasharM., SadjadiM., The Role of Grid Computing Technologies in Cloud Computing. *Handbook of Cloud Computing*. 183-218, 2010.
- [18] Ziemia P., Budziński R., Metody grupowego podejmowania decyzji Promethee GDSS i AHP – analiza porównawcza. *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych, Tom XII/2*, 428–438, 2011.
- [19] Ziemia P., PiwowarskiM., Dobór platformy e-learningowej za pomocą metody Promethee GDSS. *Metody Informatyki Stosowanej Nr 4/2010 (25)*, 109-124, 2010.



## **Rozdział 6**

# **Modelowanie ekonometryczne jako narzędzie zarządzania gospodarską rybacką**

### **6.1. Wprowadzenie**

Obserwacje i analiza zależności między efektami gospodarki rybackiej a zmianami jakości wody w jeziorze możliwe są tylko tam, gdzie stopień jej zanieczyszczenia jest relatywnie nieznaczny, wskutek czego prowadzi się odłowy ryb. Niezbędny jest też zorganizowany system rejestrowania zarówno zmian jakości wód, jak również rozmiarów odłowów ryb. Warunki te spełnione są w stosunku do Jeziora Charzykowskiego w województwie pomorskim. Dlatego też w niniejszym artykule przedstawione zostaną rezultaty analizy obejmujące to właśnie jezioro.

W literaturze pojawiły się modele ekonometryczne opisujące oddziaływanie zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego na elementy ekonomiki państwa ([1], [2], [3]). Celem niniejszego rozdziału jest analiza wpływu zmian jakości wód Jeziora Charzykowskiego na odłowy ryb. W pracy przedstawiono rezultaty realizowanych badań w zakresie wpływu zanieczyszczeń wód jeziornych na efekty gospodarki rybackiej. Skonstruowane modele ekonomiczno-ekologiczne wyjaśniają zmiany efektów ekonomicznych rybołówstwa jeziornego w warunkach rosnącego zanieczyszczenia wody epilimnionu. Wyniki modelowania mogą być wykorzystane w zarządzaniu gospodarką rybacką Jeziora Charzykowskiego.

### **6.2. Metoda badawcza**

W Polsce długo próby szacowania strat od środowiskowych oparte były na uogólnieniach fragmentarycznych badań empirycznych. Do 1989 roku dla uchwycenia tego typu szkód nie stosowano metod modelowania deterministycznego ani stochastycznego. Artykuł Ramczyka [4] dał początek zainteresowaniu ekonometryków modelowaniem szkód z tytułu degradacji wód jezior-



nych. W następstwie tej pracy ukazał się m. in. artykuł Ramczyka i Wiśniewskiego [5], prace Ramczyka: [6], [7], [8], [9], oraz praca Ramczyka i Giryna [10].

Przedmiotem zainteresowania w niniejszym rozdziale jest analiza wpływu pogarszania się jakości wód jeziornych na efekty ekonomiczne gospodarki rybackiej. Model ekonometryczny może być precyzyjnym instrumentem analizy wpływu degradacji środowiska naturalnego na efekty gospodarowania. Rozważmy następujący model składający się z  $G$  równań stochastycznych:

$$y_{it} = \sum_{j=0}^k \alpha_{ij} x_{ij} + \eta_{it}, (i = 1, 2, \dots, Gorazt = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

gdzie:

$y_{it}$  -  $i$ -ty efekt działalności gospodarczej w okresie  $t$ ,

$x_{ij}$  ( $j=1, 2, \dots, k$ ) - mierniki charakterystyk środowiska naturalnego spośród  $k$  rozważanych w okresie  $t$ ,

$\alpha_{ij}$ - parametry modelu będące miarami jednostkowego oddziaływania każdej z cech środowiskowych na rozważany  $i$ -ty rezultat gospodarowania,

$\eta_{it}$  - składnik losowy  $i$ -tego równania,

$t$  - okres obserwacji (kwartał).

Stawiamy tezę, że w przypadku, gdy w modelu (1)  $y_{it}$  jest wielkością  $i$ -tego rodzaju odłowów, zaś  $x_{ij}$  - poziomem zawartości  $j$ -tej substancji w wodzie ( $j=1, 2, \dots, k$ ), parametr strukturalny  $\alpha_{ij}$  może informować o trzech możliwych sytuacjach:

- a) jeżeli  $\alpha_{ij} = 0$ , to obserwowane w jeziorze poziomy stężenia  $j$ -tej substancji są obojętne dla wielkości  $i$ -tego rodzaju odłowów, czyli nie występuje znaczący dla rozpatrywanego  $i$ -tego efektu stopień zanieczyszczenia jeziora;
- b) gdy  $\alpha_{ij} > 0$ , to występujące w wodzie jeziornej stany zawartości danej  $j$ -tej substancji są poniżej strefy obojętności, przez co były jeszcze stymulatorami rozwoju danej populacji ryb, czyli wpływały pozytywnie na ich odłow;
- c) gdy  $\alpha_{ij} < 0$ , mamy do czynienia z zanieczyszczeniem wody jeziora ponad stan obojętności. Wśród zaobserwowanych wielkości zawartości  $j$ -tej substancji w wodzie dominują wówczas obserwacje o przekroczonym poziomie ze strefy obojętności. Przyrost masy tego składnika jest więc zanieczyszczeniem jeziora szkodliwym dla jego rybostanu, a tym samym wpływającym negatywnie na rozpatrywany  $i$ -ty efekt ekonomiczny.

Skonstruowano zatem empiryczny liniowy model ekonometryczny opisujący reakcje wielkości  $i$ -tego rodzaju odłowów ryb na wpływ zmian jakości wód epilimnionu Jeziora Charzykowskiego. Model ten ma dać statystyczną ocenę oddziaływania różnych sekwencji czynników środowiskowych (19 zmiennych egzogenicznych) na rozmiary odłowów: płoci, leszcza, krąpia, sielawy, siei, węgorza i szczupaka (7 zmiennych endogenicznych). Estymowano parametry równań dla każdej ze zmiennych endogenicznych w zależności od różnych czynników środowiskowych. Szacunki poszczególnych równań przeprowadzono klasyczną metodą najmniejszych kwadratów na podstawie 26 obserwacji kwartalnych, przy czym przyjęcie 3-miesięcznych sekwencji danych o zmiennych wynika z założenia adekwatnego odzwierciedlenia ich natężenia w typowych sezonach limnologicznych jeziora. Podczas konstrukcji modelu rozpatrywano wiele wersji zależności między zmiennymi ekonomicznymi i zmiennymi środowiskowymi. Zasada specyfikacji równań modelu była następująca: w każdej iteracji obliczeń z maksymalnego zbioru zmiennych egzogenicznych eliminowano po jednej, przy czym rugowano zmienną o najniższej empirycznej wartości statystyki  $t$ -Studenta. W ten krokowy sposób dochodzono do zestawu, którego wszystkie zmienne można uznać za statystycznie istotne na rozsądnym poziomie istotności. W poszczególnych równaniach uwzględniono więc ostatecznie te przyczynowe zmienne egzogeniczne, które na stosownym poziomie istotności można uznać za statystycznie istotnie kształtujące daną zmienną endogeniczną.

### **6.3. Wyniki i dyskusja**

Poniżej przedstawiono wyniki estymacji parametrów strukturalnych równań liniowego modelu ekonometrycznego opisującego oddziaływanie wielu różnych cech wody jeziornej w epilimnionie na wielkość odłowów ryb w Jeziorze Charzykowskim przy różnym ujęciu zbioru zmiennych środowiskowych. W poszczególnych równaniach empirycznych pod ocenami parametrów strukturalnych w nawiasach podane są obliczone wartości statystyk  $t$ -Studenta. Ponadto prezentowane są też następujące miary charakteryzujące wahania losowe odłowów ryb:  $R^2$  - współczynnik korelacji wielorakiej,  $\alpha_\eta$  - ocena odchylenia standardowego składnika losowego,  $DW$  - statystyka Durбина i Watsona,  $\hat{\rho}_1$  - współczynnik autokorelacji reszt pierwszego rzędu.

W pracach Ramczyka ([6], [7], [8], [10]) zaprezentowano zestawy równań dotyczących odłowów płoci, węgorza, leszcza, szczupaka, krąpia, sielawy i siei z uwzględnieniem warunków siedliskowych w różnych warstwach jeziora, natomiast w pracy Ramczyka [9] przedstawiono uogólnione równania empiryczne tych odłowów w zależności od jakości wody całego Jeziora Charzykowskiego. W niniejszej pracy zawarto zaś uogólnione równania empiryczne przedmiotowych odłowów w zależności od jakości wody w epilimnionie (warstwie powierzchniowej) Jeziora Charzykowskiego.

Równanie odłowów płoci (*Rutilus rutilus*) w zależności od poziomu zmiennych środowiskowych w warstwie powierzchniowej Jeziora Charzykowskiego ma następującą postać (w każdym równaniu modelu uwzględniono składnik losowy (np.  $\eta_{ip}^{(ODPL)}$ ), a przy zmiennej występują indeksy, których znaczenie jest następujące: *ODPŁ* - odłowy płoci, *ODL* - odłowy leszcza, *ODK* - odłowy krąpia, *ODSL* - połowy sielawy, *ODSJ* - połowy siei, *ODW* - odłowy węgorza, *ODSZ* - odłowy szczupaka *ip* - warstwa powierzchniowa jeziora, czyli epilimnion):

$$ODPŁ_t = -7,921 + 0,070 PZOS_t^{(p)} + 1,787 TP_{t-1} + \eta_{t-1}^{(ODPL)} \quad (2)$$

(2,181)
(2,788)
(2,364)

gdzie:

*ODPŁ<sub>t</sub>* - wielkość odłowów płoci (w kilogramach),

*PZOS<sub>t</sub><sup>(p)</sup>* - zawartość substancji organicznej w suchej masie sestonu w epilimnionie (w procentach),

*TP<sub>t-1</sub>* - średnia temperatura powietrza z opóźnieniem kwartalnym (w stopniach Celsjusza)

oraz:

$$R^2 = 0,3148; \alpha_\eta = 2,0755; DW = 1,865; \hat{\rho}_1 = 0,0536.$$

Rezultaty modelowania ekonometrycznego wskazują, że przyrost zawartości substancji organicznej w suchej masie sestonu warstwy powierzchniowej o 1% powodował wzrost odłowów płoci średnio o 0,07 kg. Natomiast z przyrostem temperatury wody powierzchniowej jeziora o 1°C następował wzrost wielkości odłowów płoci średnio o 1,787 kg.

Istotne w równaniu (2) zmienne środowiskowe  $PZOS_t^{(p)}$  i  $TP_{t-1}$  w około 31% wyjaśniają rozmiary odłowów płoci. Pozostałą część stanowią inne grupy czynników warunkujących efekty w gospodarce rybackiej. W równaniu  $ODPŁ_t$  nie występuje autokorelacja składników resztowych pierwszego rzędu.

Reguły kształtowania się odłowów leszcza (*Abramis brama*) pod wpływem zmian czynników środowiskowych w warstwie powierzchniowej przedmiotowego jeziora wyjaśnia następujące równanie empiryczne:

$$ODL_t = 19,596 - 0,976TR_t^{(p)} - 1,094NOG_t^{(p)} - 0,030 O_{t-1} + \eta_{tp}^{(ODL)} \quad (3)$$

(3,817)
(2,779)
(2,274)
(2,710)

gdzie:

$ODL_t$  - wielkość odłowów leszcza (w kilogramach),

$TR_t^{(p)}$  - zawartość tlenu rozpuszczonego w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$NOG_t^{(p)}$  - stężenie azotu ogólnego w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$O_{t-1}$  - kwartalna suma opadów atmosferycznych opóźniona o 1 okres (w milimetrach)

oraz:

$$R^2 = 0,3725; \alpha_\eta = 2,9632; DW = 2,249; \hat{\rho}_1 = -0,1643.$$

Spośród potencjalnych zmiennych egzogenicznych większość nie wywierała istotnego statystycznie wpływu na odłow leszcza, wskutek czego wyeliminowano je z równania. W efekcie powstało równanie (3) o trzech zmiennych egzogenicznych mających charakter cech środowiskowych. W przypadku wszystkich z nich  $\alpha_{ij} < 0$ . Wśród istotnych statystycznie zmiennych egzogenicznych w obserwowanym przedziale zmienności dominują więc wartości o przekroczonym poziomie ze strefy neutralności.

Zmienne środowiskowe w około 37% wyjaśniają rozmiary odłowów leszcza, czyli w zbliżonym stopniu jak w równaniu opisującym połowy płoci. Można zatem przypuszczać, że zmienna ta kształtowała się głównie pod wpływem czynników pozaśrodowiskowych.

Oszacowane i zweryfikowane równanie odłowów krąpia (*Blicca bjoerkna*) w kontekście zmian środowiskowych w epilimnionie jest następujące:

$$\begin{aligned}
 ODK_t = & -13,191 + 0,069 MG_t^{(p)} + 0,055 PZOS_t^{(p)} - 0,461 TWOG_t^{(p)} + \\
 & + 0,877 OW_t^{(p)} + 0,077 CA_t^{(p)} + 0,463 CL_t^{(p)} + \\
 & - 0,761 NMIN_t^{(p)} - 0,711 NOG_t^{(p)} + 0,006 U_{t-1} + \\
 & + 2,177 PW_{t-1} - 0,103 TP_{t-1} + 0,175 WW_t + \eta_{tp}^{(ODK)},
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

gdzie:

- $ODK_t$  - wielkość odłowów krąpia (w kilogramach),  
 $MG_t^{(p)}$  - zawartość magnezu w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),  
 $PZOS_t^{(p)}$  - zawartość substancji organicznej w suchej masie sestonu w epilimnionie (w procentach),  
 $TWOG_t^{(p)}$  - twardość ogólna wód epilimnionu (w stopniach niemieckich),  
 $OW_t^{(p)}$  - odczyn wody epilimnionu,  
 $CA_t^{(p)}$  - zawartość wapnia w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),  
 $CL_t^{(p)}$  - zawartość chlorków w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),  
 $NMIN_t^{(p)}$  - stężenie azotu mineralnego w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),  
 $NOG_t^{(p)}$  - stężenie azotu ogólnego w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),  
 $U_{t-1}$  - suma usłonecznienia z kwartalnym opóźnieniem (w godzinach),  
 $PW_{t-1}$  - średnia prędkość wiatru z opóźnieniem kwartalnym (w m/s),  
 $TP_{t-1}$  - średnia temperatura powietrza z opóźnieniem kwartalnym (w stopniach Celsjusza),  
 $WW_t$  - wymiana wody (w procentach)

oraz:

$$R^2 = 0,9024; \alpha_{\eta} = 0,5817; DW = 2,389; \hat{\rho}_1 = -0,3107.$$

Równanie (4) pozwala na odróżnienie charakterystyk wody powierzchniowej: obojętnych dla wielkości odłowów krąpia, stymulujących jego rozwój oraz wpływających negatywnie na rozpatrywany efekt ekonomiczny. Umożliwia to interpretacja ocen parametrów strukturalnych  $\alpha_{ij}$ .

W omawianym równaniu nie występuje atokorelacja składników resztowych pierwszego rzędu.

Estymacja równania odłowów sielawy (*Coregonus albula*) w zależności od warunków środowiskowych w epilimnionie Jeziora Charzykowskiego dała następujące wyniki:

$$\begin{aligned}
 ODSL_t = & 2,519 - 3,254 FF_t^{(p)} - 0,004 U_{t-1} - 0,586 O_{t-1} + \\
 & + 0,150 WW_t + 0,244 TW_t^{(p)} + \eta_{tp}^{(ODSL)}, \quad (5)
 \end{aligned}$$

$(2,087) \quad (2,915) \quad (3,056) \quad (3,835)$   
 $(2,878) \quad (5,301)$

gdzie:

$ODSL_t$  - wielkość odłowów sielawy (w kilogramach),

$FF_t^{(p)}$  - zawartość fosforu fosforanowego w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$U_{t-1}$  - suma usłonecznienia z kwartalnym opóźnieniem (w godzinach),

$O_{t-1}$  - kwartalna suma opadów atmosferycznych opóźniona o 1 okres (w milimetrach),

$WW_t$  - wymiana wody (w procentach),

$TW_t^{(p)}$  - temperatura wody epilimnionu (w stopniach Celsjusza)

oraz:

$$R^2 = 0,8013; \alpha_\eta = 0,7936; DW = 2,366; \hat{\rho}_1 = -0,22.$$

Spośród potencjalnych zmiennych opisujących jakość wody w epilimnionie zdecydowana większość w obserwowanym przedziale zmienności była obojętna dla wielkości odłowów sielawy. Wskutek tego w równaniu (5) pozostała tylko zmienna  $FF_t^{(p)}$ , której zaobserwowane wielkości zawartości wyraźnie hamują masę odłowów rozpatrywanej ryby siejowatej.

Statystyki t-Studenta wskazują, że zdecydowanie bardziej wyraźnie, niż oddziaływanie charakterystyk jakości wody na wielkość odłowów sielawy wpływały zmiany klimatyczne.

Empiryczne równanie wpływu wskaźników jakości wody epilimnionu i czynników klimatycznych na odłowy siei (*Coregonus lavaretus*) ma postać:

$$\begin{aligned}
 ODSJ_t = & 2,119 + 0,064 TWOG_t^{(p)} - 0,019 MG_t^{(p)} - 0,002 PEL_t^{(p)} + \\
 & \quad (4,282) \quad (3,539) \quad (3,488) \quad (2,002) \\
 & - 0,001 KRS_t^{(p)} - 0,014 PZOS_t^{(p)} + 0,019 U_{t-1} + \\
 & \quad (3,049) \quad (4,491) \quad (1,542) \\
 & - 0,003 O_{t-1} + 0,056 TP_{t-1} - 0,020 WW_t + \eta_{tp}^{(ODSJ)}, \\
 & \quad (2,831) \quad (4,475) \quad (1,498)
 \end{aligned} \tag{6}$$

gdzie:

$ODSJ_t$  - wielkość odłowów siei (w kilogramach),

$TWOG_t^{(p)}$  - twardość ogólna wód epilimnionu (w stopniach niemieckich),

$MG_t^{(p)}$  - zawartość magnezu w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$PEL_t^{(p)}$  - przewodność elektrolityczna właściwa epilimnionu (w mikrosimen-  
sach),

$KRS_t^{(p)}$  - przezroczystość wody epilimnionu (mierzona widzialnością krążka  
Secchiego w centymetrach),

$PZOS_t^{(p)}$  - zawartość substancji organicznej w suchej masie sestonu w epilim-  
nionie (w procentach),

$U_{t-1}$  - suma usłonecznienia z kwartalnym opóźnieniem (w godzinach),

$O_{t-1}$  - kwartalna suma opadów atmosferycznych opóźniona o 1 okres (w mili-  
metrach),

$TP_{t-1}$  - średnia temperatura powietrza z opóźnieniem kwartalnym (w stopniach  
Celsjusza),

$WW_t$  - wymiana wody (w procentach)

oraz:

$$R^2 = 0,8168; \alpha_\eta = 0,1384; DW = 2,012; \hat{\rho}_1 = -0,0153.$$

Występujące w równaniu (6) zmienne:  $U_{t-1}$ ,  $O_{t-1}$ ,  $TP_{t-1}$  i  $WW_t$  wyraża-  
ją istotność cech klimatu rejonu Jeziora Charzykowskiego w kształtowaniu  
odłowów siei. Pozostałe zmienne równania (6) są elementami wektora cech  
jakości wody powierzchniowej jeziora, hamującymi – z wyjątkiem zmiennych  
 $TWOG_t^{(p)}$  i  $KRS_t^{(p)}$  – rozwój populacji omawianego gatunku ryb.

Rozpatrywana zmienna endogeniczna jest w prawie 82% wyjaśniona  
przez uwzględnione w równaniu zmienne środowiskowe. Ich znaczenie umac-  
nia niewystępowanie autokorelacji składnika resztowego pierwszego rzędu.

Empiryczne równanie odłowów węgorza (*Anguilla anguilla*) w zależności od czynników środowiskowych warstwy powierzchniowej J. Charzykowskiego jest następujące:

$$ODW_t = 1,720 - 0,188 KRS_t^{(p)} + 0,167 TW_t^{(p)} - 0,151 BZT5_t^{(p)} + \\ + 0,331 NOG_t^{(p)} - 0,130 TP_{t-1} + 0,136 WW_t + \eta_{tp}^{(ODW)}, \quad (7)$$

(1,438)    (2,215)                      (6,516)                      (2,235)  
(2,613)                      (5,043)                      (2,935)

gdzie:

$ODW_t$  - wielkość odłowów węgorza (w kilogramach),

$KRS_t^{(p)}$  - przezroczystość wody epilimnionu (mierzona widzialnością krążka Secchiego w centymetrach),

$TW_t^{(p)}$  - temperatura wody epilimnionu (w stopniach Celsjusza),

$BZT5_t^{(p)}$  - biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$NOG_t^{(p)}$  - stężenie azotu ogólnego w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$TP_{t-1}$  - średnia temperatura powietrza z opóźnieniem kwartalnym (w stopniach Celsjusza),

$WW_t$  - wymiana wody (w procentach)

oraz:

$$R^2 = 0,7566; \alpha_\eta = 0,6133; DW = 2,547; \hat{\rho}_1 = -0,2875.$$

W równaniu (7) pozostały w rezultacie: dwie charakterystyki fizyczne wody ( $KRS_t^{(p)}$  i  $TW_t^{(p)}$ ), dwa wskaźniki chemiczne jej jakości ( $BZT5_t^{(p)}$  i  $NOG_t^{(p)}$ ) oraz dwie zmienne o charakterze cech klimatycznych ( $TP_{t-1}$  i  $WW_t$ ). Pozostałe zmienne, reprezentujące jakość wody epilimnionu, w okresie próby były obojętne dla wielkości odłowów węgorza, co oznacza, że nie wystąpił znaczący dla rozpatrywanego efektu stopień zanieczyszczenia jeziora.

Empiryczne równanie opisujące reakcje wielkości odłowów szczupaka (*Esox lucius*) na warunki środowiskowe w epilimnionie Jeziora Charzykowskiego ma następującą postać:



$$\begin{aligned}
 ODSZ_t = & 0,216 + 0,008 CA_t^{(p)} + 0,228 FF_t^{(p)} - 0,028 BZT5_t^{(p)} + \\
 & \quad (0,866) \quad (2,787) \quad (1,728) \quad (3,293) \\
 & - 0,003 PZOS_t^{(p)} - 0,011 TW_t^{(p)} - 0,00039 KRS_t^{(p)} + \\
 & \quad (1,632) \quad (1,819) \quad (1,834) \\
 & 0,013 TP_{t-1} + \eta_{tp}^{(ODSZ)}, \\
 & \quad (3,918)
 \end{aligned} \tag{8}$$

gdzie:

$ODSZ_t$  - wielkość odłowów szczupaka (w kilogramach),

$CA_t^{(p)}$  - zawartość wapnia w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$FF_t^{(p)}$  - zawartość fosforu fosforanowego w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$BZT5_t^{(p)}$  - biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w epilimnionie (w mg/dm<sup>3</sup>),

$PZOS_t^{(p)}$  - zawartość substancji organicznej w suchej masie sestonu w epilimnionie (w procentach),

$TW_t^{(p)}$  - temperatura wody epilimnionu (w stopniach Celsjusza),

$KRS_t^{(p)}$  - przezroczystość wody epilimnionu (mierzona widzialnością krążka Secchiego w centymetrach),

$TP_{t-1}$  - średnia temperatura powietrza z opóźnieniem kwartalnym (w stopniach Celsjusza)

oraz:

$$R^2 = 0,7711; \alpha_\eta = 0,0764; DW = 1,994; \hat{\rho}_1 = -0,0559.$$

Równanie (8) ujawnia te charakterystyki wody, które wpływają negatywnie na rozpatrywany efekt ekonomiczny. Wśród zaobserwowanych wielkości zmiennych:  $BZT5_t^{(p)}$ ,  $PZOS_t^{(p)}$  i  $TW_t^{(p)}$  dominują obserwacje o przekroczonym poziomie ze strefy obojętności. Wyróżnione wyżej zmienne określają więc poziom szkód w odłowach szczupaka. W przypadku zmiennych  $CA_t^{(p)}$  i  $FF_t^{(p)}$  obserwowane w epilimnionie poziomy zawartości wapnia i fosforu fosforanowego stymulują przyrosty populacji szczupaka.

W przeprowadzonych badaniach empirycznych rozpatrywano wpływ czynników środowiskowych na wielkość odłowów ryb. Obliczenia i analizy wyraźnie wskazują, że czynniki siedliskowe istotnie – ale z różną intensywnością i w odmiennych zestawach – oddziałują na rozmiary odłowów każdego z rozpatrywanych gatunków ryb. Zmiany jakości wód jeziornych i czynników klimatycznych powodują wymierne skutki w gospodarce rybackiej Jeziora Chańkowskiego.

Na zmienne:  $ODPŁ_t$ ,  $ODL_t$ ,  $ODK_t$ ,  $ODSL_t$ ,  $ODSJ_t$ ,  $ODW_t$  i  $ODSZ_t$  znaczący jest wpływ czynników klimatycznych. Przesądza to o sezonowości odłowów płoci, leszcza, krąpia, sielawy, siei, węgorza i szczupaka w Jeziorze Charzykowskim.

## **6.4.Podsumowanie**

Skonstruowany model oddziaływania zmian jakości wód jeziornych na efekty gospodarki rybackiej jest stabilny dla warunków, które zaistniały w przeszłości. Oznacza to ważność zależności w obserwowanych przedziałach zmienności zmiennych egzogenicznych. Liniowość może bowiem obowiązywać tylko w wąskich przedziałach zmienności. Przy ich rozszerzeniu może ujawnić się przewaga związków krzywoliniowych. Ponadto wysokie wartości wyrazów wolnych i odchylenia standardowego składnika losowego w niektórych równaniach empirycznych mogą też wynikać z uwzględnienia wśród zmiennych egzogenicznych ekonometrycznego modelu gospodarki rybackiej Jeziora Charzykowskiego tylko fizycznych, chemicznych i biologicznych cech wody oraz czynników klimatycznych. W zbiorze zmiennych określających wielkość odłowów ryb celowo pominięto: ilość pokarmu i tempo jego konsumpcji, dynamikę populacji ryb i czynniki genetyczne, będące w znacznym stopniu następstwem zmian warunków środowiskowych. Świadomie nie uwzględniono też uwarunkowań ekonomicznych, zwłaszcza klasycznych czynników produkcji. Okazało się bowiem, że zaangażowanie pracy i kapitału oraz techniki połowowe w okresie próby były stabilne, co oznacza, że nie wpływały na rozpatrywany efekt działalności gospodarczej. Można stwierdzić, że istnienie ustalonego przez limnologów i ichtologów optimum warunków środowiskowych dla rozwoju każdego z gatunków ryb ważnych gospodarczo umożliwiło precyzyjne analizowanie wpływu odchyłeń od tych optymalnych warunków siedliskowych na efektywność gospodarki rybackiej.

## Literatura

- [1] Agnew T.T. (1979), *Optimal Exploitation of a Fishery Employing a Non-linear Harvesting Function*, „Ecological Modelling”, No. 6, pp. 47 – 57.
- [2] Dyer T.G., Gillooly J. F. (1979), *Symulating Fish Production Using Exponential Smoothing*, „Journal Ecological Modelling”, No. 6, pp. 77 – 87.
- [3] Jorgensen S. E. (1980), *Lake Management*, Pergamon Press, Oxford-New York-Toronto-Sydney-Paris-Frankfurt.
- [4] Ramczyk M.A. (1989), *Dynamiczny model ekonomicznych skutków zmian jakości wód jeziornych*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici”, Ekonomia, Nr 20, s. 201 – 212.
- [5] Ramczyk M.A., Wiśniewski J.W. (1989), *Jakość wód jeziornych a efektywność gospodarki rybackiej*, „Wiadomości Statystyczne”, Nr 8, s. 32 – 34.
- [6] Ramczyk M.A. (2006), *Ekonometryczny model wpływu zmian jakości wód jeziornych na zmiany struktury odłowów ryb* [w:] J. Garbacz (red.), *Diagnozowanie stanu środowiska. Metody badawcze – prognozy*, Bydgoskie Towarzystwo Naukowe, Bydgoszcz, s. 229 – 239.
- [7] Ramczyk M. A. (2007), *Ekonometryczny model wpływu zmian jakości wód jeziornych na odłowy ryb* [w:] J. Garbacz (red.), *Diagnozowanie stanu środowiska. Metody badawcze – prognozy*, Bydgoskie Towarzystwo Naukowe, Bydgoszcz, s. 161 – 168.
- [8] Ramczyk M. A. (2008), *Ekonometryczny model wpływu zmian jakości wód jeziornych na odłowy ryb. Równania odłowów szczupaka* [w:] J. Garbacz (red.), *Diagnozowanie stanu środowiska. Metody badawcze – prognozy*, Bydgoskie Towarzystwo Naukowe, Bydgoszcz, s. 141 – 148.
- [9] Ramczyk M. A. (2012), *Ekonometryczny model wpływu zmian jakości wód jeziornych na odłowy ryb. Uogólnione równania empiryczne* [w:] J. Garbacz (red.), *Diagnozowanie stanu środowiska. Metody badawcze – prognozy*, Bydgoskie Towarzystwo Naukowe, Bydgoszcz, s. 225 – 236.
- [10] Ramczyk M. A., Giryn C. (2010), *Ekonometryczny model gospodarki rybackiej jeziora Charzykowskiego na przykładzie odłowów krąpia*, „Studies and Proceedings of Polish Association for Knowledge Management”, Nr 27, s. 189 – 198.

## **Rozdział 7**

### **Studium losowości zmiennej**

#### **7.1. Wprowadzenie**

Przed podjęciem decyzji o modelowaniu (i ewentualnym prognozowaniu) zmiennych losowych należy rozważyć, czy wykazują one istotne prawidłowości, czy też kształtują się w sposób całkowicie przypadkowy. Jeżeli mamy do czynienia z procesem czysto losowym, podejmowanie prób modelowania (i prognozowania) prowadzi do złej specyfikacji modeli i nieprawidłowych wyników. Takie zmienne cechuje bardzo duża entropia informacji, a tym samym – niski stopień prognozowalności. Próby modelowania zmiennych o dużej entropii, bez weryfikacji hipotezy o ich losowości, są z góry skazane na niepowodzenie. Nie wynika to ze słabości metod, tylko z nieuwzględnienia faktu, że modelowane są zjawiska czysto losowe, o bardzo dużej entropii, nie wykazujące istotnych prawidłowości.

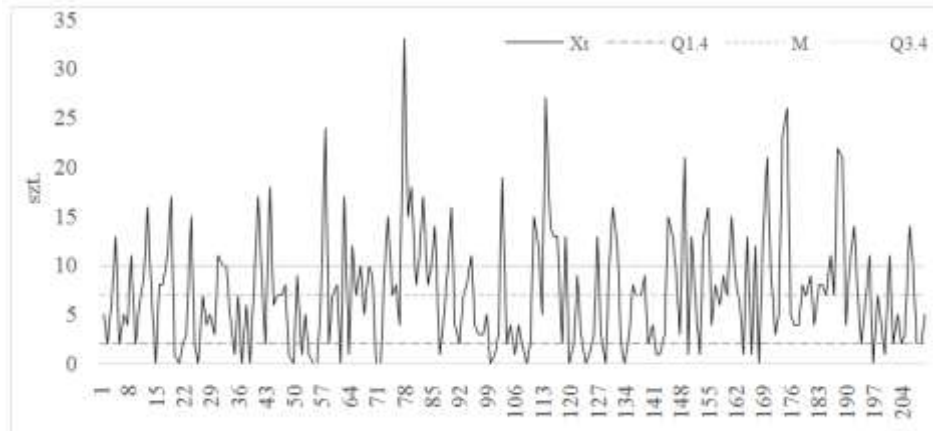
#### **7.2. Testy losowości**

Poszczególne testy losowości zostaną zastosowane do szeregu czasowego tygodniowej sprzedaży przykładowego produktu (rysunek 7.1). Jeśli szereg ten jest czysto losowy, to jest on realizacją niezależnych zmiennych losowych  $X_t$  w poszczególnych okresach, gdzie  $t=1,2,\dots,n$  ( $n=209$ ) to kolejne tygodnie. Szereg ten cechuje się dużą zmiennością, pojawiającymi się „pikami” sprzedaży oraz brakiem wyraźnego trendu i wahań okresowych.

Zastosowane zostaną następujące testy losowości [3]:

- a) test liczby serii, w którym rozpatruje się występowanie sprzedaży w poszczególnych tygodniach,
- b) medianowy test serii,
- c) kwartyłowy test serii,
- d) test oparty na liczbie serii czterech rodzajów elementów,
- e) test  $\chi^2$  oparty na zaobserwowanych i oczekiwanych długościach serii,
- f) test oparty na długości serii,

g) test oparty na ogólnej liczbie serii znaków.



Rysunek 7.1. Tygodniowa sprzedaż wybranego produktu (w sztukach) wraz z wartościami kwartyli ( $Q_{1.4} = 2$ ,  $M = 7$ ,  $Q_{3.4} = 10$ ).

Źródło: Opracowanie własne.

Prawidłowości w zakresie sprzedaży rozpatrywane są dwupłaszczyznowo. Sprzedaż rozpatrywana jest m.in. na skali nominalnej, gdzie rozpatruje się ją dychotomicznie (A – brak sprzedaży, B – sprzedaż). Sprzedaż w poszczególnych tygodniach rozpatrywana jest też na skali przedziałowej, gdzie jej poziom mierzony jest w jednostkach fizycznych (w sztukach).

W pierwszym przypadku (skala nominalna) bada się czy występują określone „sekwencje” sprzedaży, przejawiające się w regularnych, tygodniowych cyklach sprzedaży, bez bezpośredniego analizowania samego poziomu sprzedaży. Sprzedaż w kolejnych tygodniach jest tutaj analizowana dychotomicznie, gdzie A oznacza brak sprzedaży, a B – sprzedaż. Poszukuje się regularności w odstępach między tygodniami z dodatnią sprzedażą. Drugi aspekt to analizowanie prawidłowości w zakresie poziomu sprzedaży. W takich ujęciach będą też weryfikowane hipotezy o losowości badanej zmiennej.

Stosowane testy losowości pochodzą głównie z pracy [3]. Zazwyczaj są to tzw. testy serii, gdzie seria jest definiowana jako ciąg odpowiednio zdefiniowanych, jednakowych znaków. W teorii serii konstruuje się testy serii opierają-

ce się przede wszystkim na liczbie serii, czy długości serii. W hipotezie zerowej zakłada się losowość zmiennych, co jest jednoznaczne z założeniem, że w kolejnych okresach mamy do czynienia z ciągiem niezależnych zmiennych losowych. Hipotezą alternatywną jest zazwyczaj występowanie trendu lub wahań cyklicznych.

### 7.3. Test liczby serii dla sekwencji sprzedaży

W pierwszym etapie zweryfikowano hipotezę o losowości sekwencji sprzedaży w poszczególnych tygodniach. Sprzedaż poddano dychotomizacji, tzn. przyjęto, że  $S_t = B$ , jeśli  $X_t > 0$  oraz  $S_t = A$ , jeśli  $X_t = 0$ . Wartościami zmiennej  $S_t$  są serie, składające się z symboli A lub B, a  $X_t$  to wielkość sprzedaży (w jednostkach fizycznych). Uzyskano w ten sposób  $k = 35$  serii:<sup>14</sup>

$$B^{13}, A^1, B^5, A^1, B^4, A^1, B^{10}, A^1, B^1, A^1, B^{10}, A^1, B^4, A^2, B^5, A^1, B^8, A^2, \\ B^{27}, A^1, B^8, A^1, B^{10}, A^1, B^3, A^1, B^4, A^1, B^4, A^1, B^{33}, A^1, B^{28}, A^1, B^{13},$$

gdzie  $n_1 = 190$  to liczba elementów B, a  $n_2 = 19$  to liczba elementów A,  $n_1 + n_2 = n$ .

W literaturze podawane są tablice warunkowego rozkładu liczby serii. Stabilizowane są również wartości bezwarunkowego rozkładu liczby serii, wyznaczone dla założonej wartości parametru  $p$ , będącego prawdopodobieństwem występowania jednego z elementów<sup>15</sup> [3]. Dostępne tablice rzadko obejmują jednak przypadki, w których wartości  $n_1, n_2$ , a tym samym  $n$ , są duże. W takich sytuacjach rozkład liczby serii  $K$  można aproksymować za pomocą standardowego rozkładu normalnego  $U \sim N(0,1)$ .

Jeżeli  $n_1$  lub  $n_2$  są większe od 20 to zmienna  $U$  ma postać [3]:

---

<sup>14</sup> W wykładniku podana jest liczba symboli w danej serii, np.  $A^5$  oznacza, że seria składa się z pięciu znaków „A”.

<sup>15</sup> Dla rozważanej zmiennej prawdopodobieństwo  $p$  można utożsamić z częstością względną sprzedaży, rozumianą jako udział tygodni z dodatnią sprzedażą w liczbie tygodni ogółem.

$$U = \frac{K - \left( \frac{2n_1 n_2}{n} + 1 \right)}{\sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n)}{n^2 (n - 1)}}}$$

Przybliżanie rozkładu liczby serii za pomocą zmiennej  $U \sim N(0,1)$  to standaryzacja zmiennej  $K$ , gdzie  $E(K) = 2n_1 n_2 / n + 1$ ,  $D^2(K) = 2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n) / (n^2 (n - 1))$ .

Jeśli  $n < 20$  to stosowana jest poprawka ze względu na ciągłość:

$$U = \frac{\left| K - \left( \frac{2n_1 n_2}{n} + 1 \right) \right| - 0,5}{\sqrt{\frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n)}{n^2 (n - 1)}}}$$

Dla liczby serii  $k = 35$ ,  $n_1 = 190$ ,  $n_2 = 19$ , wartość statystyki testowej wynosi  $u = -0,23$ . Oczekiwana liczba serii  $E(K) = 35,38$ , a wariancja  $D^2(K) = 52,05$ . Dla poziomu istotności  $\alpha = 0,01$  spełniona jest nierówność  $|u| < (u_\alpha = 2,33)$ , a więc nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o losowości sprzedaży. Oznacza to, że nie ma prawidłowości w zakresie odstępów między tygodniami z dodatnią sprzedażą. Warto zaznaczyć, że opieranie się na przybliżeniu standardowym rozkładem normalnym pozwala na określenie wartości krytycznych praktycznie w każdej sytuacji, co nie zawsze umożliwiają tablice rozkładu liczby serii, zarówno warunkowego, jak i bezwarunkowego.

## 7.4. Medianowy test serii

Kolejnym z zastosowanych testów jest medianowy test serii. Konstrukcja tego testu jest analogiczna do poprzedniego. Serie tworzone są następująco: jeśli poziom sprzedaży w danym tygodniu jest większy od mediany, czyli  $X_t > Me$ , to obserwacji przyporządkowywany jest symbol B. Jeśli  $X_t < Me$ , to przypisywany jest symbol A. Przypadki, w których  $X_t = Me$  są pomijane. Dla rozważanego szeregu czasowego otrzymano  $k = 97$  serii:

$A^2, Me, B^1, A^3, B^1, A^2, B^3, A^1, B^4, A^4, B^1, A^2, Me, A^3, B^3, A^2, Me, A^3, Me, B^2, A^1, B^1, A^1,$   
 $Me, Me, B^1, A^2, B^1, A^6, B^1, A^1, Me, B^1, A^1, B^1, A^1, B^1, Me, B^1, A^1, B^2, A^2, B^2, Me, B^1, A^1,$   
 $B^9, A^2, B^2, A^2, Me, B^2, A^7, B^1, A^7, B^2, A^1, B^4, A^1, B^1, A^2, B^1, A^4, B^1, A^2, B^3, A^3, B^1, Me$   
 $Me, B^1, A^5, B^3, A^1, B^1, A^1, B^1, A^2, B^2, A^1, B^1, A^1, B^1, Me, B^2, A^2, B^1, A^1, B^1, A^1, B^3, A^2, B^2,$   
 $A^3, B^1, Me, B^1, A^1, B^2, Me, B^1, Me, B^2, A^1, B^2, Me, A^1, Me, B^1, A^1, Me, A^2, B^1, A^4, B^2, A^3$

W 19 tygodniach sprzedaż była równa medianie. Te przypadki zostały pominięte. Oczekiwana liczba serii  $E(K) = 95,33$ , a wariancja  $D^2(K) = 46,58$ , gdzie  $n_1 = 87$  to liczba elementów B,  $n_2 = 103$  to liczba elementów A, a  $n_1 + n_2 = 209 - 19 = 190$ . Ze względu na duże liczebności, w teście medianowym rozkład liczby serii również był aproksymowany za pomocą rozkładu normalnego. Wartość statystyki testowej (2)  $u = 0,25 < (u_\alpha = 2,33)$ , a więc nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o losowości sprzedaży (poziom istotności  $\alpha = 0,01$ ). W odróżnieniu od poprzedniego testu, losowość dotyczy nie tylko faktu występowania sprzedaży w poszczególnych tygodniach, lecz również odnosi się do jej poziomu. Do wad testu medianowego należy zaliczyć pomijanie obserwacji, dla których poziom zmiennej jest równy medianie. W rozważanym szeregu czasowym było aż 19 tego typu przypadków.

## 7.5. Kwartylowy test serii

W teście kwartylowym serie otrzymuje się w ten sposób, że jeśli  $Q_{1.4} \leq X_t \leq Q_{3.4}$  to mamy do czynienia z serią A, z kolei, gdy  $X_t < Q_{1.4}$  lub  $X_t > Q_{3.4}$  to obserwacji przypisuje się serię B. Wartości kwartyli dla analizowanej zmiennej są równe odpowiednio:  $Q_{1.4} = 2, Q_{3.4} = 10$ . Jeżeli w szeregu czasowym występuje trend to liczba serii będzie mała. Przy wahaniami cyklicznych, liczba serii może być z kolei zbyt duża. Po zastosowaniu powyższej procedury uzyskano  $k = 101$  serii:

$A^3, B^1, A^3, B^1, A^3, B^1, A^1, B^1, A^2, B^4, A^2, B^1, A^1, B^1, A^4, B^1, A^3, B^1, A^1, B^1, A^1, B^1, A^1,$   
 $B^1, A^2, B^1, A^4, B^2, A^1, B^1, A^1, B^3, A^1, B^1, A^3, B^4, A^5, B^2, A^1, B^1, A^3, B^3, A^1, B^2, A^2, B^2,$   
 $A^2, B^1, A^4, B^1, A^4, B^2, A^1, B^1, A^2, B^1, A^2, B^1, A^1, B^2, A^1, B^4, A^1, B^2, A^3, B^2, A^1, B^1, A^1,$   
 $B^1, A^1, B^2, A^1, B^1, A^7, B^2, A^1, B^2, A^2, B^3, A^1, B^3, A^5, B^1, A^2, B^7, A^3, B^2, A^{10}, B^1, A^1, B^2$   
 $A^2, B^1, A^3, B^2, A^2, B^2, A^4, B^1, A^4$



Oczekiwana liczba serii  $E(K) = 102,89$  jest bliska rzeczywistej liczbie serii  $k = 101$ , podobnie jak w poprzednich testach. Wariancja  $D^2(K) = 49,43$ , a liczebności elementów A i B to odpowiednio:  $n_1 = 88$ ,  $n_2 = 121$ . Wartość statystyki testowej (2)  $|u| = |-0,27| < (u_\alpha = 2,33)$ , a więc nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o losowości sprzedaży (poziom istotności  $\alpha = 0,01$ ).

## 7.6. Test oparty na liczbie serii czterech rodzajów elementów

Możliwości podziału zakresu zmienności zjawiska jest wiele, zob. [3]. Stosowane są m.in. testy dla trzech, czterech lub większej liczby rodzajów elementów. W teście dla czterech rodzajów elementów serie są definiowane następująco:

$$S_t = \begin{cases} A, \text{ jeśli } X_t < Q_{1,4} \\ B, \text{ jeśli } Q_{1,4} \leq X_t < Me \\ C, \text{ jeśli } Me \leq X_t < Q_{3,4} \\ D, \text{ jeśli } X_t \geq Q_{3,4} \end{cases}$$

Po takim określeniu liczby serii można posłużyć się tablicami warunkowego rozkładu liczby serii dla czterech rodzajów elementów A, B, C i D, gdzie dla liczebności tych elementów, równych odpowiednio  $n_1, n_2, n_3, n_4$  i poziomu istotności  $\alpha$ , odczytuje się odpowiednie kwantyle.

Można też skorzystać z asymptotycznych własności rozkładu normalnego. Załóżmy, że  $K = \sum_{i=1}^r K_i$  to ogólna liczba serii utworzonych z  $r$  elementów,  $n$  to liczebność całkowita, a  $e_i$  to frakcja dla  $i$ -tego elementu.

Zmienna:

$$Z = \frac{K - n(1 - \sum_{i=1}^r e_i^2)}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

ma asymptotyczny rozkład normalny o parametrach:

$$E(Z) = 0, D^2(Z) = \sum_{i=1}^r e_i^2 - 2 \sum_{i=1}^r e_i^3 + \left( \sum_{i=1}^r e_i^2 \right)^2.$$

W teście dla czterech rodzajów elementów otrzymano następujące  $k = 143$  serie:

$B^2, C^1, D^1, B^3, D^1, B^2, C^1, D^1, C^1, A^1, C^2, D^2, A^2, B^2, D^1, B^1, A^1, C^1, B^3, D^3, B^1, A^1, C^1,$   
 $A^1, B^1, A^1, C^1, D^1, C^1, B^1, D^1, B^1, C^3, A^2, C^1, A^1, B^1, A^3, B^1, D^1, B^1, C^2, A^1, D^1, A^1, D^1,$   
 $C^1, D^1, B^1, D^1, C^1, A^2, C^1, D^1, C^2, B^1, D^3, C^1, D^2, C^1, D^2, A^1, B^1, D^2, B^2, C^2, D^1, B^4, A^2,$   
 $B^1, D^1, B^2, A^1, B^2, A^1, B^1, D^2, B^1, D^4, B^1, D^1, A^1, B^1, C^1, B^1, A^2, B^1, D^1, B^1, A^1, D^3, B^1,$   
 $A^1, B^1, C^4, B^2, A^2, B^1, D^2, C^1, B^1, D^1, A^1, D^1, B^1, A^1, D^2, B^1, C^1, B^1, C^2, D^1, C^1, B^1, A^1,$   
 $D^1, A^1, D^1, A^1, D^3, B^2, D^2, B^3, C^3, B^1, C^3, D^1, C^1, D^2, B^1, D^2, C^1, B^1, C^1, D^1, A^1, C^1, B^1, A^1,$   
 $D^1, B^4, D^2, B^3$

Wartość statystyki testowej (2) to  $z = -0,74$ , a  $D^2(Z) = 0,19$ . Daje to  $u = -1,7$ , co przy poziomie istotności  $\alpha = 0,01$  nie daje podstaw do odrzucenia hipotezy o losowości sprzedaży badanego produktu. Liczebności elementów A, B, C i D są równe odpowiednio:  $n_1 = 36, n_2 = 67, n_3 = 44, n_4 = 62$ .

### 7.7. Test $\chi^2$ oparty na zaobserwowanych i oczekiwanych długościach serii

Do weryfikacji hipotezy o losowości stosuje się też testy wykorzystujące długości serii. Jednym z tego rodzaju testów jest test  $\chi^2$  oparty na oczekiwanych i zaobserwowanych długościach serii [3]. W teście tym można analizować serie o długości równej dokładnie  $r$  lub o długości nie mniejszej niż  $r$ . Dla tego drugiego przypadku stosuje się następującą statystykę:

$$\chi_i^2 = \sum_{r=1}^m \frac{(S_{ir} - E(S_{ir}))^2}{E(S_{ir})} \quad (4)$$

gdzie  $i = 1, 2$  to oznaczenie elementów A i B tworzących serie, co oznacza, że statystykę (4) liczy się oddzielnie dla serii składających się z elementów A i B. Oczekiwane długości serii oblicza się jako:  $E(S_{1r}) = (n - r)p^r(1 - p) + p^r$ ,  $E(S_{2r}) = (n - r)(1 - p)^r p + (1 - p)^r$ . Symbol  $r$  oznacza minimalną dłu-

gość serii, a  $n$  to liczebność całkowita. Ogólnie,  $p$  to prawdopodobieństwo pojawienia się jednego z elementów (np. elementu A).

Statystyka (4) ma asymptotyczny rozkład  $\chi^2$  o  $m$  stopniach swobody. W teście tym rozważane są długości serii, a więc jest to test prawostronny. Hipotezę zerową o losowości zmiennej odrzucamy, jeśli dla przyjętego poziomu istotności  $\alpha$  spełniona jest nierówność:  $\chi^2 > \chi_{\alpha}^2$ .

Test  $\chi^2$  zastosowano dla serii wyznaczonych w ten sposób, że  $S_t = B$ , jeśli  $X_t > 0$  oraz  $S_t = A$ , jeśli  $X_t = 0$  ( $S_t$  – serie,  $X_t$  – sprzedaż). Analizowany jest tu zatem sam fakt występowania sprzedaży. Jeśli sprzedaż jest dodania, przyporządkowujemy symbol B, jeśli sprzedaż w danym tygodniu nie wystąpiła – symbol A. Przyjęto, że  $p = 0,909$  to częstość względna sprzedaży rozważanego produktu (udział tygodni z dodatnią sprzedażą). Rozkład rzeczywistych ( $s_{1r}, s_{2r}$ ) i oczekiwanych ( $E(s_{1r}), E(s_{2r})$ ) długości serii przedstawiono w tabeli 7.1.

Dla elementu B przeważały serie długie, na 18 seriach, aż 17 miało długość równą bądź większą 3. Taka sama liczebność odpowiada seriom o długości co najmniej 2, co świadczy o tym, że serie o długości 2 składających się z B nie było. Serie A, które oznaczają tygodnie z brakiem sprzedaży, były zazwyczaj krótkie. Tylko 2 serie (na 17) miały długość równą co najmniej 2. Wynika to z wysokiej częstości względnej sprzedaży, a więc tym samym – małej liczby tygodni bez sprzedaży.

Tabela 7.1. Oczekiwane i rzeczywiste liczby serii dla elementów A i B o długości  $j$  równej co najmniej  $r$ .

$j \geq r$	B		A	
	$s_{jr}$	$E(S_{jr})$	$s_{jr}$	$E(S_{jr})$
1	18	18,10	17	17,28
2	17	16,38	2	1,56
3	17	14,82		

Źródło: Obliczenia własne.

Wartości statystyki (4) dla poszczególnych rodzajów serii wyniosły:  $\chi_B^2 = 0,126$ ,  $\chi_A^2 = 0,344$  i były mniejsze od wartości krytycznych wyznaczonych dla poziomu istotności  $\alpha = 0,01$ , równych odpowiednio:  $\chi_{0,01;3}^2 =$

$11,345, \chi_{0,01;2}^2 = 9,210$ . Nie ma zatem podstaw do odrzucenia hipotezy stwierdzającej losowość serii A i B, ze względu na ich długość.

### 7.8. Test oparty na długości serii

W teorii serii stosowane są także testy, w których statystyką testową  $S_G$  jest długość odpowiedniej serii, np. serii najdłuższej<sup>16</sup>. W zastosowanym poniżej wariancie testu, sprawdzianem testu jest większa z maksymalnych długości serii, powyżej i poniżej mediany. W testach tego typu obserwacje równe medianie można pominąć lub w odpowiedni sposób uzupełnić. W omawianym przypadku wartości równe medianie pomijano.

Serie są tworzone identycznie, jak w przedstawionym wcześniej teście medianowym, w którym zidentyfikowano 97 serii. Jeśli sprzedaż jest większa od mediany to obserwacji przyporządkujemy symbol B, jeśli mniejsza – symbol A. Następnie wyszukuje się serie złożone z elementów A i B o największej długości. Są to serie  $A^7$  i  $B^9$ . Serie B tworzą dłuższy, bo 9 – elementowy ciąg, a więc wartość sprawdzianu jest równa  $S_G = 9$ . Obszar krytyczny w tym teście jest prawostronny. Wartości krytyczne są stabilizowane, zob. [3, s. 260]. Dla poziomu istotności  $\alpha = 0,01$  i danej liczebności wartość krytyczna  $S_G^\alpha = 14$ . Rzeczywista długość najdłuższej serii  $S_G = 9$ , zatem  $S_G < S_G^\alpha$ , a więc nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o losowości serii (z punktu widzenia ich długości).

### 7.9. Test oparty na ogólnej liczbie serii znaków

Ostatnim z zastosowanych testów losowości jest test oparty na ogólnej liczbie serii znaków [3]. W hipotezie zerowej zakłada się stałość wartości oczekiwanych zmiennych  $X_t$ . Jej odrzucenie na rzecz hipotezy alternatywnej wskazuje na występowanie trendu. Jest to test lewostronny, zbyt mała liczba serii oznacza niestacjonarność szeregu.

Dla uporządkowanych kolejno obserwacji  $x_1, x_2, \dots, x_n$  rozważa się ciąg znaków:  $\text{sgn}(x_2 - x_1), \text{sgn}(x_3 - x_2), \dots, \text{sgn}(x_n - x_{n-1})$ , gdzie:

---

<sup>16</sup> Inne sposoby definiowania sprawdzianów testu są omawiane w [3, s. 51 i dalsze].

$$\operatorname{sgn}x = \begin{cases} +, & \text{jeśli } x > 0 \\ -, & \text{jeśli } x < 0 \end{cases}$$

Dla zmiennych ciągłych prawdopodobieństwo, że  $x = 0$  dąży do zera, jednakże przypadki tego typu mogą wystąpić też wtedy, gdy dokładność pomiaru nie jest wystarczająca, co często ma miejsce<sup>17</sup>. Badana zmienna jest zmienną skokową, więc przypadki w których nie można określić znaku występują. Na potrzeby niniejszego testu zostały one pominięte, a serie generowane były tylko wtedy, gdy dało się określić znak zmiany sprzedaży w kolejnych tygodniach.

Dla liczebności  $n \leq 25$  wartości krytyczne testu liczby serii znaków są opracowane [3, s. 269]. Dla  $n > 25$ , jeżeli zmienna losowa  $K$  oznacza ogólną liczbę serii monotonicznych, to ma ona rozkład asymptotycznie normalny o parametrach:  $E(K) = (2n - 1)/3, D^2(K) = (16n - 29)/90$ .

Dla analizowanego szeregu czasowego otrzymano  $k = 136$  serii:<sup>18</sup>

-1, +2, -1, +1, -1, +1, -1, +3, -2, +1, +2, -2, +3, -2, +1, -1, +1, -1, +1, -1, -2, +1,  
 -1, +1, -1, +2, -2, +1, -1, +1, +1, -2, +1, -1, +1, -2, +2, -1, +2, -1, +1, -1, +1, -1,  
 +1, -1, +1, -2, +2, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -1, +2, -1, +2, -1, +3, -2, +3, -2, +1, -1,  
 +3, -1, +1, -1, +1, -2, +2, -2, +1, -2, -1, +1, -1, +1, -1, +2, -2, +3, -2, +2, -3, +2, -1, +1,  
 -1, +1, -1, +2, -3, +1, -1, +1, -2, +2, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -3, +1, -1, +1, -1, +2,  
 -2, +3, -2, +1, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -2, +2, -2, +2, -1, +1, -2, +1, -1, +1,  
 -1, +2, -2, +1

W 13 tygodniach nie wystąpiła zmiana sprzedaży, w związku z czym za liczebność przyjęto  $n = 209 - 13 = 196$ . Parametry rozkładu liczby serii są następujące:  $E(K) = 130,3, D^2(K) = 34,52$ . Po standaryzacji, wartość statystyki testowej  $u = 0,96$  i jest mniejsza od wartości krytycznej odczytanej dla poziomu istotności  $\alpha = 0,01$  równej  $u_{\alpha} = 2,33$ . Nie ma więc podstaw do odrzucenia hipotezy o stacjonarności zmiennej.

<sup>17</sup> Np. wtedy, gdy wyniki są podawane tylko z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

<sup>18</sup> Tak jak w poprzednich przypadkach, w wykładniku podana jest liczba symboli w danej serii.

## 7.10. Podsumowanie

W literaturze ekonometrycznej spotyka się czasami próby modelowania i prognozowania zjawisk, które są czysto losowe. Próby tego typu muszą być skazane na niepowodzenie. Duża entropia zjawisk, ich losowość, nie pozwala na ich modelowanie i prognozowanie. W związku z tym postuluje się, aby przed etapem modelowania sprawdzić, czy badane zjawisko nie jest realizacją procesu czysto losowego. Można tutaj skorzystać z bogatego wachlarza testów losowości. W artykule opisywane są testy funkcjonujące przede wszystkim w ramach teorii serii. Poza nimi stosuje się również takie testy jak pokerowy [4], kolekcjonera, Geary'ego, test permutacyjny, etc. Testów losowości jest jednak o wiele więcej. Dla zmiennych ciągłych może to być np. test Ljunga – Boxa [5].

W przykładzie empirycznym weryfikowano hipotezę o losowości tygodniowej sprzedaży pewnego produktu (mierzonej w sztukach). Wszystkie testy wskazały na to, że mamy do czynienia z realizacją procesu czysto losowego. Podważa to sensowność modelowania tego szeregu czasowego. Do prognozowania przyszłej sprzedaży można natomiast wykorzystać np. metody symulacji stochastycznej.

## Literatura

- [1] Taleb N.N., *Zwiedzeni przez losowość*, Kurhaus Publishing, Warszawa, 2016.
- [2] Doszyń M., *Prognozowalność zmiennych charakteryzujących wybrane aspekty działalności Portu Szczecin – Świnoujście*, Wybrane zagadnienia gospodarki morskiej (szeregi czasowe i prognozowanie)/red. nauk. W. Kuźmiński, Instytut Analiz Diagnoz i Prognoz gospodarczych w Szczecinie, Szczecin, 2015.
- [3] Domański C., *Testy statystyczne*, PWE, Warszawa, 1990.
- [4] Abdel – Rehim W.M.F., Ismail I.A., Morsy E., *Testing randomness: Implementing poker approaches with hands of four numbers*, International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 4, No 3, 2012.

- [5] Ljung G.M., Box G. E. P., *On a Measure of a Lack of Fit in Time Series Models*, *Biometrika* 65 (2): 297–303.  
doi:10.1093/biomet/65.2.297, 1978.

## **Afiliacje**

***Mariusz Doszyń***

Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania, Uniwersytet Szczeciński  
mariusz.doszyn@usz.edu.pl

***Marek Kannchen***

Akademia im. Jakuba z Paradyża, Wydział Techniczny  
mkannchen@ajp.edu.pl

***Zygmunt Mazur***

Politechnika Wroclawska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Wrocław

***Tomasz Parys***

Katedra Systemów Informatycznych Zarządzania, Wydział Zarządzania  
Uniwersytet Warszawski  
tomasz.parys@wz.uw.edu.pl

***Janusz Pec***

Główny Urząd Statystyczny, Warszawa

***Łukasz Piasny***

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
lukasz.piasny@ue.wroc.pl

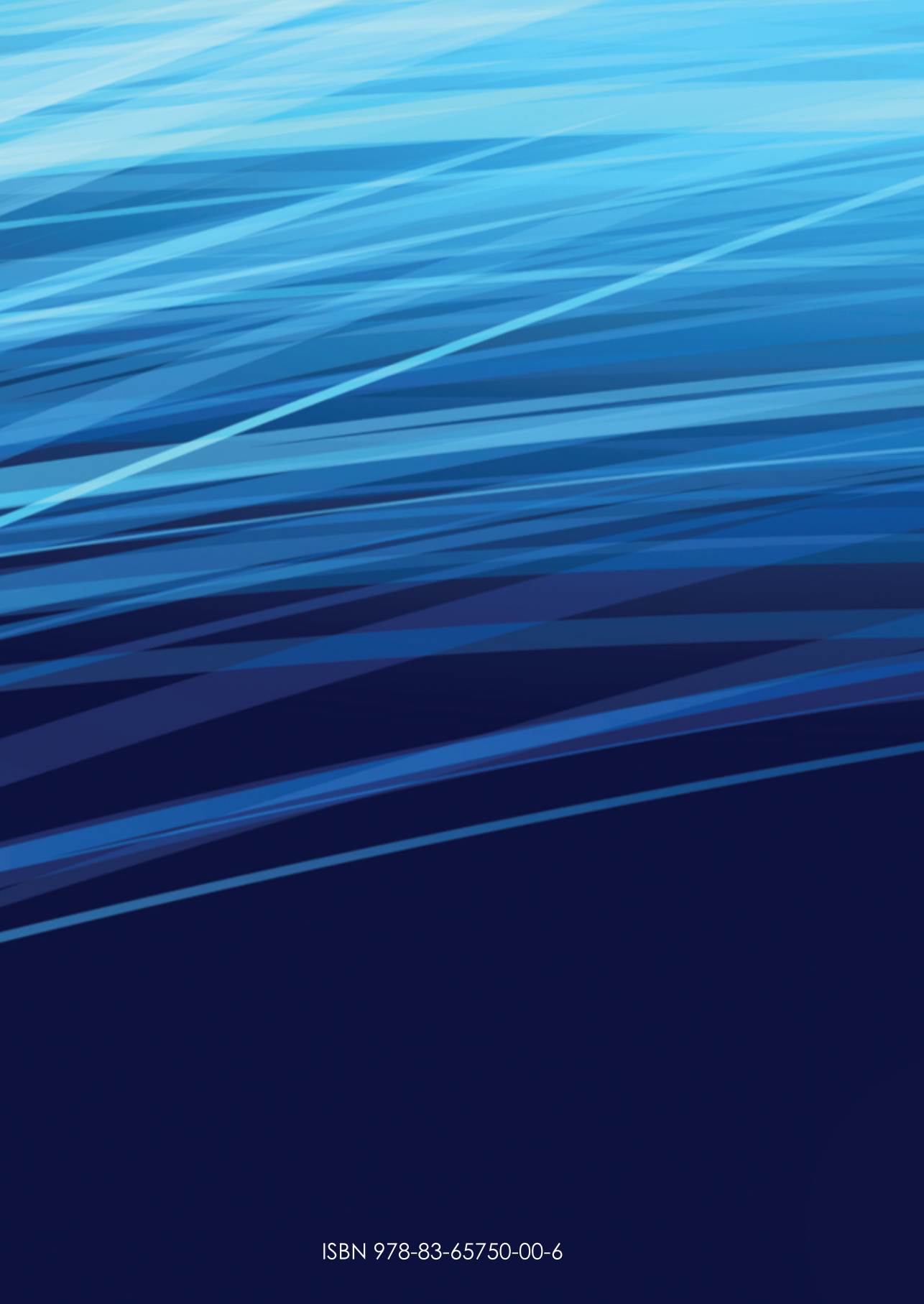
***Marek Ramczyk***

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy  
marek.ramczyk@utp.edu.pl

***Agnieszka Szewczyk***

Instytut Informatyki w Zarządzaniu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania  
Uniwersytetu Szczecińskiego  
aszew@wneiz.pl





ISBN 978-83-65750-00-6