



# Metoda oceny użyteczności serwisów internetowych

---

Rozprawa doktorska

*mgr inż. Luiza Fabisiak*

*promotor:  
dr hab. Bożena Śmiałkowska*

**Szczecin 2012**

<b>Rozdział I</b> .....	<b>4</b>
<b>Wstęp</b> .....	<b>4</b>
1.1 Charakterystyka problemu.....	4
1.2 Cel pracy.....	5
1.3 Struktura rozprawy .....	6
<b>Rozdział II</b> .....	<b>8</b>
<b>Uwarunkowania systemowe w ocenie użyteczności serwisów internetowych</b> .....	<b>8</b>
2.1 Wprowadzenie .....	8
2.2 Architektura informacji w serwisach internetowych.....	8
2.3 Użyteczność serwisów internetowych.....	12
2.4 Metody projektowania użytecznych serwisów internetowych.....	17
2.5 Metody oceny użyteczności serwisów internetowych na etapie ich eksploatacji .....	22
<b>Rozdział III</b> .....	<b>31</b>
<b>Badanie użyteczności serwisów internetowych na podstawie dzienników logów..</b>	<b>31</b>
3.1 Wprowadzenie .....	31
3.2 Modele zachowań użytkowników serwisów internetowych .....	31
3.3 Metody gromadzenia danych i sposoby użytkowania serwisów internetowych.....	35
3.4 Eksploracja danych zawartych w dziennikach logów w serwisach internetowych.....	43
3.5 Istotność informacji zawartych w logu serwera WWW .....	46
<b>Rozdział IV</b> .....	<b>52</b>
<b>Wielokryterialny charakter oceny użyteczności serwisów internetowych</b> .....	<b>52</b>
4.1 Wprowadzenie .....	52
4.2 Klasyfikacja metod oceny wielokryterialnej .....	52
4.3 Przegląd wielokryterialnych metod w ocenie użyteczności serwisów internetowych ....	54
<b>Rozdział V</b> .....	<b>66</b>
<b>Metoda wielokryterialnej oceny użyteczności serwisów internetowych</b> .....	<b>66</b>
5.1 Ogólny zarys metody oceny użyteczności serwisów internetowych.....	66
5.2 Metoda oceny użyteczności serwisów internetowych na podstawie danych z dzienników logów .....	68
5.2.1 Wstępna obróbka danych zawartych w dziennikach logów serwisów internetowych .....	73
5.2.2 Badanie istotności kryteriów oceny.....	75
5.2.3 Ocena użyteczności serwisów na podstawie danych z dzienników logów .....	78
5.3 Badanie preferencji użytkowników w zakresie oceny użyteczności serwisów internetowych .....	84
5.4 Syntetyczna ocena użyteczności serwisów internetowych.....	88
5.5 Zastosowanie metody .....	90
5.6 Ocena i ograniczenia metody .....	93
5.7 Wady i zalety syntetycznej metody oceny użyteczności serwisów internetowych.....	96
5.8 Porównanie syntetycznej metod użyteczności serwisów internetowych z innymi metodami .....	97
<b>Rozdział VI</b> .....	<b>101</b>
<b>Studium przypadków użycia metody oceny użyteczności serwisów internetowych</b> .....	<b>101</b>
6.1 Wprowadzenie .....	101

6.2 Zastosowanie metody oceny użyteczności serwisów internetowych na przykładzie e-księgarni. ....	101
6.3 Porównanie wyników księgarni internetowych z wynikami portalu money.pl i tygodnika Wprost .....	111
<b>Rozdział VII .....</b>	<b>114</b>
<b>Podsumowanie .....</b>	<b>114</b>
Literatura .....	117
Podstawowe definicje .....	127
Spis rysunków.....	129
Spis tabel.....	130
Załączniki .....	132

# Rozdział I

## Wstęp

### 1.1 Charakterystyka problemu

Dynamiczny rozwój Internetu, jak i poszerzający się zakres oferowanych usług internetowych, wymagają większego zaangażowania w dostosowaniu ofert serwisów internetowych do potrzeb specyficznych grup ich użytkowników. Ze względu na nasilającą się szczególnie w tej dziedzinie konkurencję ważne jest poszukiwanie takich metod i narzędzi, które stanowiącą będą skuteczną pomoc w wiarogodnej ocenie użyteczności serwisów internetowych. Najczęściej używanymi ocenami serwisów internetowych jest ich funkcjonalność i użyteczność. Ocena użyteczności i funkcjonalności serwisu internetowego wiąże się ściśle z popularnością serwisu, wśród jego użytkowników. Jednym z najlepszych sposobów zwiększania popularności serwisów internetowych jest odkrywanie preferencji użytkowników. Badania i odkrywanie preferencji użytkowników serwisów stosuje się, m.in. po to by ocenić zachowanie użytkowników korzystających z tych serwisów, zidentyfikować priorytety wyboru, dostarczać danych do monitorowania zachowań „ruchu” na stronie, poprawić wskaźniki utrzymania klientów czy spełnić wymagania jakości zgodnie np. z normą ISO serwisu [46].

Preferencje użytkowników serwisów internetowych są zmienne w czasie i zwykle różne od tych, które uwzględniono w formie wymagań obowiązujących na etapie tworzenia serwisu. Raz zbudowany serwis internetowy może tracić na użyteczności ze względu na zmienne potrzeb jego użytkowników, procesy starzenia się serwisów, rozwój narzędzi programowych i sprzętowych w informatyce, rozwój cywilizacyjno-technologiczny, wpływ czasu, zmienną modę, zmienne uwarunkowania związane z zachowaniem użytkowników w interakcji ze stroną WWW a także pod wpływem zmiany celów podmiotu dla potrzeb, którego taki serwis utworzono.

Należy zauważyć, że z jednej strony precyzyjne odwzorowanie potrzeb każdego klienta (użytkownika) w serwisie może skutkować zwiększeniem szansy na dłuższy okres eksploatacji serwisu, może umożliwić modyfikację serwisu w odpowiednim czasie tak by dopasować go do bieżących potrzeb użytkowników lub utrzymać serwis na konkurencyjnym

rynku usług internetowych. Z drugiej zaś niezbędne jest uniknięcie nadmiernego rozdrobnienia w ocenie preferencji poszczególnych grup użytkowników serwisów, co może prowadzić do utraty spójności w strategii postępowania wobec użytkowników serwisów internetowych.

W literaturze podjęto próbę sformalizowania metod oceny różnego rodzaju serwisów internetowych [106, 127, 128]. Powstaje również wiele organizacji zajmujących się badaniem szeroko pojętej użyteczności stron internetowych. Do stosowanych klas metod oceny serwisów należą metody badania preferencji użytkowników, badania historii, odwiedzin a także metody badania opinii ekspertów. Tym niemniej, metod te koncentruje się na ocenie funkcjonalności stron bądź ocenie użyteczności serwisów internetowych, widoczny jest niedobór metod i narzędzi o charakterze wieloaspektowym i systemowym, które służyłyby do badania użyteczności z punktu widzenia rzeczywistych i zmiennych w czasie preferencji użytkowników.

Przedmiotem rozprawy jest opracowanie metody oceny użyteczności serwisów internetowych, która uwzględni zmienne preferencje użytkowników w oparciu o:

- historię użytkowania serwisu opracowaną na podstawie wyselekcjonowanych danych z zasobów dostępnych w strukturze serwisu internetowego;
- badanie bieżących i przyszłych preferencji użytkowników tych serwisów.

## 1.2 Cel pracy

Za cel pracy przyjęto opracowanie metody oceny użyteczności dowolnego serwisu internetowego, z uwzględnieniem zmiennych preferencji jego użytkowników.

Uwzględniając w szczególności w serwisie internetowym aspekty związane z oprogramowaniem, które organizuje jego infrastrukturę, w pracy formułuje się hipotezę, że opracowana metoda oceny użyteczności serwisów internetowych może być nowym istotnym elementem architektury systemu informatycznego, wspomagającym proces odnawiania, modernizacji i przebudowy serwisu.

Gdy użyteczność serwisów w ocenie eksperta przy użyciu opracowanej w pracy metody będzie niewłaściwa to, powinna nastąpić przebudowa serwisu tak by jego użyteczność w przyszłości była wyższa, przez co nastąpił lepsze dopasowanie serwisu do biznesowych

potrzeb jego użytkowników. Wówczas metoda oceny użyteczności oprócz swoich podstawowych funkcji, będzie mogła wydłużyć cykl życia serwisu.

Podjęty w pracy problem oceny użyteczności serwisów internetowych do zmiennych potrzeb jej użytkownika, wymaga zastosowania odpowiednich metod inżynierii wymagań. Ponieważ określenie wymagań dotyczących preferencji użytkowników, które należy zgromadzić, odnosi się do firm posiadających serwis internetowy, to należy stworzyć metodę uwzględniającą zmienne w czasie wymagania otoczenia rynkowego (użytkowników) serwisów internetowych. Efektem tej analizy jest metoda oceny użyteczności serwisów internetowych do zmiennych potrzeb w czasie preferencji użytkowników i dopasowania serwisów internetowych do ich biznesowego otoczenia (potencjalnych użytkowników tych serwisów).

Metoda zaproponowana w pracy ma charakter proceduralny a jej cechą jest aktywny i adaptacyjny charakter, dostosowany do zmiennych w czasie preferencji użytkowników serwisu.

### **1.3 Struktura rozprawy**

Rozprawa zbudowana jest z siedmiu rozdziałów, literatury i załączników oraz spisu tabel i rysunków oraz algorytmów. Rozdział II, III i IV tworzą część pierwszą rozprawy. Ma ona charakter teoretyczny i została opracowana na podstawie dostępnej literatury oraz stanu przedmiotowej wiedzy. Jej celem jest charakteryzacja metod użyteczności składających się na organizację informacji oraz zdefiniowanie przedmiotu badań, czyli użyteczności serwisów internetowych. Rozdział V, VI i VII tworzy drugą część rozprawy. Jest prezentacją wieloaspektowej metody oceny użyteczności serwisów internetowych wraz z weryfikacją postawionej w rozprawie hipotezy i obejmuje również analizę uzyskanych wyników z zastosowania tej metody do oceny użyteczności przykładowego serwisu. Część druga jest poprzedzona wstępem, w którym przedstawiono szczegółowo cel badawczy oraz przyjęte sposoby i techniki ich realizacji. W obydwu częściach zastosowano jednolitą numerację rozdziałów.

W części pierwszej rozprawa zawiera opis problemu, a także cel i hipotezę pracy.

Rozdział drugi zawiera wprowadzenie do uwarunkowań systemowych w ocenie użyteczności serwisów internetowych. Przyjęta perspektywa badawcza zakłada koncentrację

uwagi na architekturze informacji oraz zachowaniach użytkowników serwisów. W dalszej części rozdziału zostały przedstawione metody użyteczności oraz ich porównanie. Użyteczność zdefiniowano w kontekście norm ISO wskazano na sposób jej badania. Na podstawie przeglądu definicji użyteczności, które funkcjonują w piśmiennictwie naukowym, przyjęto w pracy definicję najczęściej rozpowszechnioną, identyfikującą cechy dystynktywne w teorii użyteczności i funkcjonalności. Nakreślono w ten sposób perspektywę badawczą pojęcia użyteczność, co pozwoliło na odpowiednią interpretację w kategoriach celu, którym jest opracowanie metody oceny użyteczności serwisów internetowych. Interpretacja tego celu wiąże się z identyfikacją zachowań użytkowników z włączeniem narzędzi realizujące funkcję dostępnych informacji w strukturach stron internetowych.

Przedmiotem rozdziału trzeciego jest odkrywanie wzorców zachowań użytkowników stron internetowych. Scharakteryzowano tutaj narzędzia i techniki zachowań użytkowników wynikające z korzystania z różnych serwisów internetowych oraz dokonano charakterystyki identyfikacji użytkowników. Przytoczono również koncepcje dostępu do zasobów sieciowych – przy wykorzystaniu dzienników serwera WWW. W tej części rozprawy scharakteryzowano wiarygodność informacji zawartą w logach WWW, możliwości pobierania, reprezentacji oraz identyfikacji uzyskanych danych.

W rozdziale czwartym przedstawiono wielokryterialny charakter metod, które mogą posłużyć do oceny użytecznych serwisów internetowych. Określono rolę stosowanych narzędzi w kontekście wspomaganie decyzji, identyfikację cech wyszukiwawczych w użyteczności oraz organizację metody oceny na podstawie preferencji użytkowników.

W rozdziale piątym przedstawiono autorską metodę syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych. W rozdziale tym zaprezentowano również ocenę i zastosowanie metody.

W rozdziale szóstym zawarto studium przypadku. Przedstawiono tu opis oraz wyniki przeprowadzonych badań oceny użyteczności przykładowych serwisów. Następnie zostało przeprowadzone porównanie własnych wyników z ocenami użyteczności serwisów zaprezentowanymi przez firmy zajmującymi się badaniem użyteczności w Internecie.

Rozdział siódmy zawiera podsumowanie i wnioski z pracy.

W pracy zamieszczono oprócz wykazu użytej bibliografii, definicji podstawowych pojęć również załączniki. Zawierają one wykaz tabel oraz rysunków.

## Rozdział II

# Uwarunkowania systemowe w ocenie użyteczności serwisów internetowych

## 2.1 Wprowadzenie

Zgodnie ze sformułowanym w rozdziale I celem pracy, należy najpierw scharakteryzować potrzeby użytkowników serwisów internetowych. Przyjęta perspektywa opisu zakłada koncentrację uwagi na architekturze informacji oraz użyteczności serwisów. Opis uwarunkowań systemowych w serwisach internetowych będzie podstawową identyfikacją potrzeb informacyjnych w celu stworzenia metody oceny użyteczności. Nakreślono w ten sposób perspektywę badawczą pojęcia użyteczność, co pozwoliło na odpowiednią interpretację pojęć w kategoriach celu pracy. Interpretacja ta wiąże się z identyfikacją zachowań użytkowników z włączeniem narzędzi realizujących funkcję dostępu do informacji o użytkowaniu serwisów w strukturach stron WWW. Zagadnienia te są przedmiotem niniejszego rozdziału.

## 2.2 Architektura informacji w serwisach internetowych

Każdy serwis internetowy składa się z dużej ilości elementów powiązanych ze sobą odsyłaczami (linkami), ułożonymi hierarchicznie i odpowiednio pogrupowanymi w kategorie. Serwisy poza treścią statyczną mają często sekcję wiadomości, oraz możliwości logowania się, zapamiętywania preferencji odbiorców w celu dostosowania serwisów internetowych do indywidualnych upodobań [174]. Zawartość serwisu ma bardzo szerokie znaczenie i obejmuje: dokumenty, aplikację, usługi i metadane, z których korzystają użytkownicy serwisów internetowych. Oprócz wyszukiwania informacji serwisy internetowe są narzędziem służącym do dokonywania transakcji, ułatwiającym zakupy, sprzedaż, oraz wykonywanie zadań tj. konfiguracja, symulacja i sortowania [148].

Różnice w sposobie zachowania i preferencji klientów w rzeczywistości odpowiadają potrzebą informacyjnym oraz wyszukiwaniu informacji w serwisach internetowych [148]. Użytkownicy serwisów internetowych są nazywani respondentami, aktorami, osobami



odwiedzającymi serwis, klientami itp. Sposób działania użytkowników jest mierzony w skali liczby tzw. kliknięć (miara ilości czynności wykonywanych przez użytkownika na stronie internetowej), oceny wrażeń, kwoty przychodów z reklam czy sprzedaży. Określa się, że użytkownicy serwisów internetowych są głównym źródłem dochodów serwisów internetowych i oni ostatecznie projektują strony. Jeżeli serwis internetowy będzie mało wygodna dla jej użytkownika (klienta), to użytkownik nie zatrzyma się na niej dłużej, co przynosiła straty firmie ją udostępniającej.

Z każdym serwisem internetowym wiąże się odpowiednia dla niego architektura informacji w nim zawartych. Termin architektura informacji definiowany jest [172, 173] jako:

- proces organizowania nazewnictwa, projektowania nawigacji i systemów wyszukiwawczych pomocnych w odnajdywaniu i zarządzaniu informacją;
- struktura udostępnianych w sieci środowisk informacyjnych;
- sztuka oraz nauka organizowania informacji w celu ułatwienia ludziom efektywnego zaspokojenia ich potrzeb informacyjnych;
- sztuka, nauka i działalności, polegająca na organizowaniu informacji w taki sposób, aby miała ona sens dla jej odbiorców.

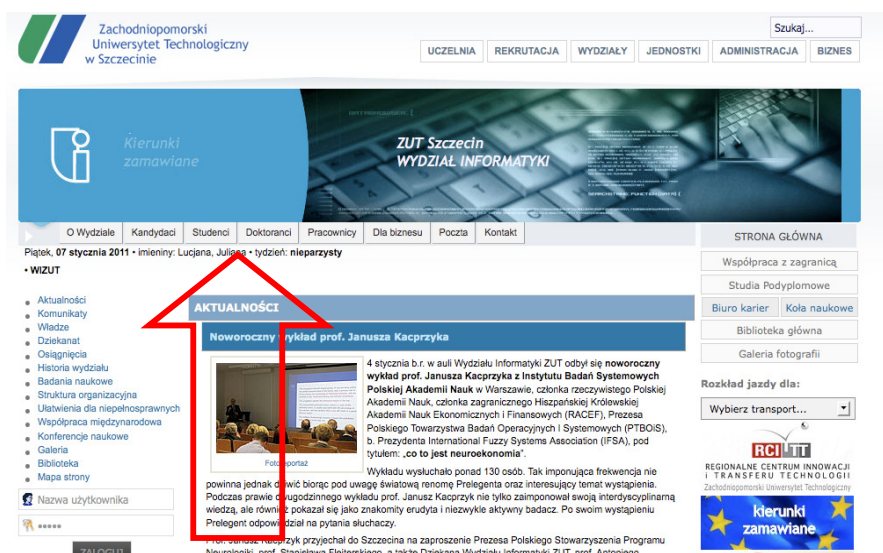
W literaturze zostały wyróżnione podstawowe składniki architektury informacji. Należą do nich [148] następujące systemy:

- organizacyjne;
- oznaczania;
- nawigacji;
- wyszukiwawcze.

Systemy organizacyjne odpowiadają za podział informacji na kategorie (grupowanie treści). Analiza zbioru informacji, który ma zostać zorganizowany w serwisie, uwzględnia charakter jednostek ją tworzących pod kątem formalnym i treściowym, a także identyfikację potencjalnych punktów dostępu w postaci odsyłaczy (linków). Wyodrębnione w ten sposób obiekty informacyjne, które posiadają status odsyłacza lub mają postać całego dokumentu analizuje się pod kątem wchodzenia w relacje z innymi elementami (odsyłaczami umieszczonymi na stronie). W tym celu tworzy się, na potrzeby odpowiedniego serwisu narzędzia umożliwiające kategoryzowanie treści zwartych w jego wyodrębnionych jednostkach [150, 151].

Dopełnieniem systemów organizacyjnych są systemy oznaczania (etykietowania), których przeznaczeniem jest dostarczanie schematów organizacyjnych do zbiorów leksyki zgodnej z językiem naturalnym. Używane są one do pojęć, które reprezentują treść oraz formę elementów zbioru informacyjnego. W tym celu wykorzystuje się słowniki, oraz podzbiory słowników informacyjno-wyszukiwawczych. Sposoby dokumentowania tych serwisów pozwalają projektantom zobrazować strukturę, przekazać decyzję organizacyjną oraz śledzić zmiany wraz z rozwojem witryn. Rozwiązania takie często stosuje się razem z innymi, po to, aby przedstawić różne aspekty struktury strony i doświadczeń użytkowników [149].

System nawigacyjny serwisów internetowych jest podstawowym narzędziem przemieszczania się, zarówno po niewielkich zbiorach dokumentów, jak i po obszernych serwisach i katalogach stron WWW. Pozwala on użytkownikowi na zrozumienie gdzie się on znajduje i dokąd może przejść. Narzędzia nawigacji są stałe i mają formę kilku węzłów, z których hiperłącza (linki) odsyłają do podstawowych grup zawartości serwisu czy też oferowanych usług. Wyróżnia się nawigację globalną, lokalną oraz kontekstową [148]. W nawigacji globalnej stosowany jest podział kategorialny, który nie odwzorowuje treści serwisu, lecz identyfikuje obszar zawartości, do których ma dostęp użytkownik [149]. Na rys. 2.2.1 zaprezentowano przykładową stronę internetową z funkcjami schematu nawigacji globalnej.

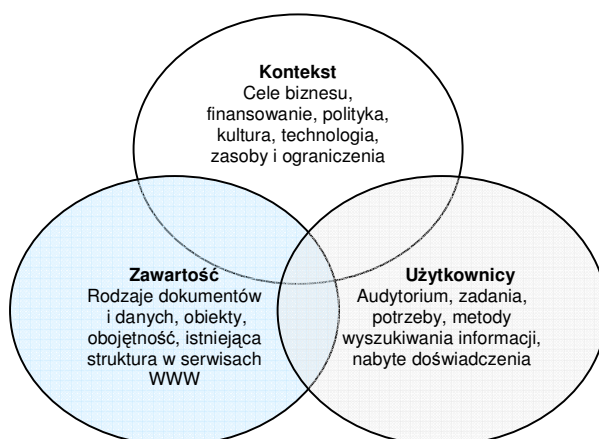


**Rysunek 2.2.1** Nawigacja globalna na stronie internetowej Wydziału Informatyki  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [202]*

Głównymi węzłami nawigacji globalnej, które odsyłają użytkownika do najważniejszych grup tematycznych na przedstawionej stronie internetowej są zaliczane: *O Wydziale, Kandydaci, Studenci, Doktoranci, Pracownicy, Dla Biznesu, Poczta, Kontakt*. Nawigacja lokalna jest rozbudowanym podziałem kategorialnym w nawigacji globalnej. Dla danego terminu, przyjętego za jedną z kategorii najwyższego poziomu w nawigacji globalnej, w trakcie opracowywania systemów organizacyjnych tworzy się zestaw kategorii tematycznych o węższym zakresie znaczeniowym, w oparciu o przyjęte zasady podziału. W ten sposób w nawigacji lokalnej, dla każdej z kategorii najwyższego stopnia tworzy się rozgałęzione struktury drzewiaste, uwzględniające terminy powiązane ze sobą i jednocześnie pełniące funkcję węzłów, które odsyłają do konkretnych stref zawartości na stronie. W przypadku nawigacji kontekstowej projektuje się dodatkowe narzędzia eksploracji, które opierają się na relacjach asocjacyjnych. Dla określonych stref zawartości systemu, czy elementów zbioru wyszukiwawczego, aktualnie wyświetlanych użytkownikowi, projektuje się dodatkowe łącza mające na celu zwiększenie kompletności wyszukiwania [148].

Systemy wyszukiwania zastosowane w serwisach internetowych udostępniają użytkownikowi odpowiednie mechanizmy, które ułatwiają przeszukiwanie zawartości danego serwisu internetowego (baz danych) za pomocą określonego języka zapytań oraz według dostępnych kryteriów wyszukiwawczych. Wyróżnia się kilka rodzajów systemów wyszukiwania, gdzie użytkownik wyraża swoje potrzeby przez wypisanie zapytania do interfejsu lub może rozbudowywać zapytania za pomocą wyspecjalizowanych narzędzi, takich jak tezaury i strming, (czyli wyszukiwanie słów w tym samym rdzeniu, jak również uniezależnianie od formy fleksyjnej) [148]. System wyszukiwawczy to działanie narzędzi komplementarnych w stosunku do niesformalizowanych sposobów pozyskiwania informacji z systemu, jakie towarzyszą eksploatacji z wykorzystaniem systemów nawigacyjnych [149].

Architektura informacji w serwisach internetowych jest oparta na zasadach zgodnych z estetyką i technologią tworzenia serwisów. Architektura informacji serwisu powinna być tak modyfikowana, aby była zdolna do adaptacji. Aby zrozumieć te zależności na rys. 2.2.2 przedstawiono diagram Venna, który reprezentuje trzy koła, czyli trzy niezależne byty: użytkowników, zawartość serwisów i kontekst. Schemat obrazuje relację, jaka występuje między poszczególnymi elementami zbiorów [126, 149].



**Rysunek 2.2.2** Diagram Venna

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [148]*

Kontekst między elementami zbiorów tworzy strukturę serwisów internetowych, który jest głównym komponentem rozwijających się relacji nadawcy z użytkownikami Internetu. Wpływa on na sposób oferowanych produktów i usług. Architektura informacji stanowi obraz misji danej organizacji, jej wizji, strategii oraz kultury. Z badań L. Internet Statistics Kompendium [109] wynika, że przy tworzeniu serwisów internetowych ważne jest zagadnienie uwzględniania celów biznesowych oraz określenie zasobów użytkowników tych serwisów, ponieważ:

- **91%** osób „poddaje się” po maksymalnych 3 nieudanych próbach wykonania czynności w serwisach WWW;
- **36%** osób deklaruje, że nie będzie robić biznesu z firmą, która zawiodła oczekiwania danej osoby w Internecie;
- **20%** osób deklaruje, że negatywne doświadczenia on-line z internetowych kontaktów z firmą posiadającą serwis było powodem rezygnowania ze współpracy z tą firm.

## 2.3 Użyteczność serwisów internetowych

Bardzo duże tempo tworzenia i umieszczania serwisów internetowych w sieci sprawiło, że wiele z nich zostało źle zaprojektowanych i nie spełniało podstawowych zadań, jakie im przypisano. Żeby serwis internetowych był ogniwem komunikacji z klientem i spełnił przypisane do nich funkcję to musi być użyteczny. W projektowaniu użytecznych stron internetowych można wymienić dwa podstawowe obszary działań: edukacja ludzi, czyli

tworzenie stron pod kątem jak najlepszej dla nich użyteczności oraz rozwijanie umiejętności oceny użyteczności. Z odpowiedzi na pytanie: Czy użyteczność stron internetowych jest ważna? wynika, że około 60% poszukiwań informacji przez użytkownika kończy się niepowodzeniem, a to z kolei prowadzi do zmniejszonej produktywności, niezadowolenia czy straty pieniędzy (około 50% strat, ponieważ użytkownik nie odnalazł szukanego produktu). Szanse na ponowne odwiedziny są znikome, ponieważ około 40% Internautów nigdy więcej nie powraca z powodu negatywnego pierwszego wrażenia [55]. Powołując się na wyjaśnienie, Jakoba Nielsen'a [127, 128]: „*Badania pokazują, że w zachowaniu internautów jest bardzo mała tolerancja na wolno otwierające, czy nieczytelne strony. Ludzie nie lubią czekać i na pewno nie lubią się uczyć jak obsługiwać stronę internetową. Nie istnieją kursy czy obsługa stron. Użytkownik powinien być w stanie zrozumieć sposób funkcjonowania strony natychmiast po pierwszym jej wyświetleniu – najpóźniej po kilku sekundach*”.

W literaturze pojawia się wiele publikacji, w których autorzy podejmują próbę sformalizowania szeroko pojętej użyteczności oraz funkcjonalności serwisów internetowych. Ważne jest, zatem odróżnienie, czym jest użyteczność a funkcjonalność serwisów internetowych. Autorzy przekładu książek obecnych na polskim rynku tłumaczą treść postępując zgodnie z podejściem „słownikowym” (np. w flagowej książce Nielsen J. [127] „Projektowanie funkcjonalnych serwisów internetowych”, gdzie tytuł oryginalny brzmi: „Designing Web Usability”). Tłumacze nie uwzględnili znaczenie terminów, które są stosowane w terminologii informatycznej i w normach, przez co efekt tego tłumaczenia jest niejasny. Różnica między użytecznością (ang. *usability*) i funkcjonalnością (ang. *functionality*) w definicjach angielskojęzycznej z norm ISO 9126-1<sup>1</sup> polega na:

**Functionality:** *the capability of the software to provide functions which meet stated and implied needs when the software is used under specified conditions. Subcharacteristics include suitability, accuracy, interoperability, security, compliance.*

---

<sup>1</sup> ISO/IEC 9126-1:2001: Model jakości, opisuje charakterystyki i atrybuty oprogramowania. Stanowią one podstawę do definiowania wymagań poza funkcjonalnych. Standard ten pełni podwójną rolę: z jednej strony definiuje ramy dla projektowania poprawnego oprogramowania, a z drugiej ściśle definiuje czynniki, dzięki którym możliwa jest weryfikacja oczekiwań użytkownika w stosunku do poza funkcjonalnych właściwości aplikacji.

**Usability:** *the capability of the software to be understood, learned, used and liked by the user, when used under specified conditions. Subcharacteristics include understandability, learnability, operability, attractiveness, compliance.*

W języku angielskim można zauważyć wyraźną różnicę między funkcjonalnością i użytecznością. W wolnym tłumaczeniu funkcjonalność jest to zapewnienie zakresu funkcji odpowiadającym potrzebom użytkownika, a użyteczność zapewnia łatwość zrozumienia, nauki i użytkowania produktu oraz satysfakcję użytkownika [64, 144]. Polska terminologia informatyczna używa obu terminów w znaczeniach zgodnych z angielskim pierwowzorem. Jednak w przypadku tłumaczeń jest stosowana tzw. strategia marketingowa, która lepiej przedstawia słowo funkcjonalność niż użyteczność, co w przypadku książek jest widoczne. W dalszej części pracy przyjęto następujące definicje tych pojęć:

**Funkcjonalność:** *to zakres dostępnych funkcji, (jeśli ktoś mówi „dodaliśmy nową funkcjonalność,” wiadomo, że poszerzono zakres funkcji).*

**Użyteczność:** *to łatwość obsługi i dopasowanie do rzeczywistych potrzeb użytkownika („polepszyliśmy użyteczność produktu,” czyli poprawiliśmy własności użytkowe, zwłaszcza łatwość obsługi i - domyślnie - zwiększyliśmy też poziom zadowolenia użytkowników).*

Należy zaznaczyć, że w polskiej definicji funkcjonalność oznacza zakres dostępnych funkcji produktu oraz uzyskiwanie lepszych opinii użytkowników o danym produkcie. A terminy „użyteczność” i „jakość użytkowa” zostały przyjęte jako synonim jakości produktu, która jest postrzegana przez użytkownika korzystającego z danego produktu. Zarówno „funkcjonalność”, jak i „użyteczność” oznaczają objaśnienie jakości wg ISO 9126-1. Użyteczność jest specyficznym obszarem działalności badawczej w ramach HCI (ang. *human-computer interaction*), w którym występuje wzajemne oddziaływanie pomiędzy człowiekiem a komputerem, zachodzące poprzez interfejs użytkownika. Funkcjonalność to opracowywanie nowych funkcji inżynierii oprogramowania, gdzie otrzymane wyniki badań nad użytecznością znajdują praktyczne zastosowanie [55]. W definicji użyteczności należy zaznaczyć, że funkcja użyteczności to inaczej wskaźnik preferencji użytkownika. Określa, który wariant jest preferowany, i wymaga analizy rozważanych wariantów z perspektywy wszystkich kryteriów.

Do tego celu wykorzystywana jest globalna/zagregowana wartość funkcji użyteczności  $F : R^n \rightarrow R$  zgodnie ze wzorem (2.3.1)

$$\forall x \in X \quad u(x) = F[u_1(x_1), \dots, u_n(x_n)] \quad (2.3.1)$$

W niniejszej pracy „funkcjonalności” oznaczać będzie zbiór funkcji a „użyteczność” - „web usability” łatwość korzystania ze stron WWW.

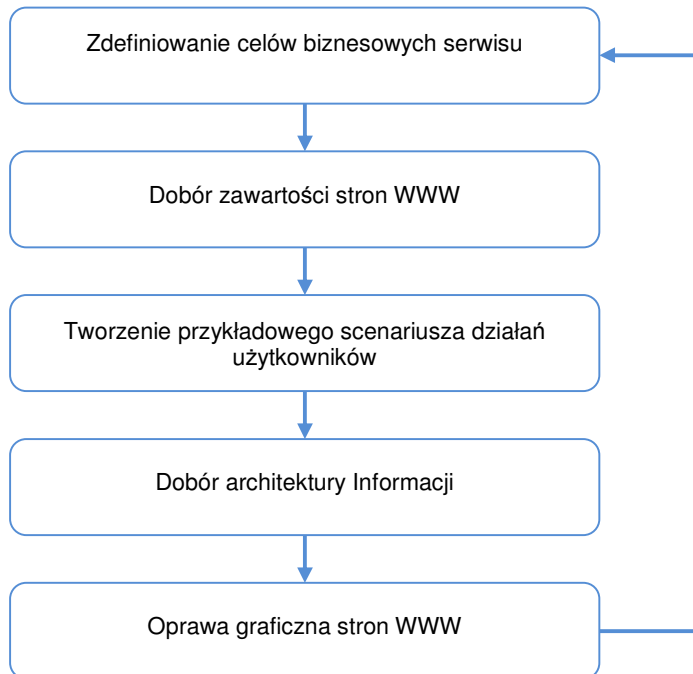
Badanie użyteczności, (ang. *web usability*) sprowadza się do pojęcia ergonomii interaktywnych urządzeń i aplikacji. W przypadku stron internetowych podstawową kwestią w zastosowaniu użyteczności jest intuicyjna nawigacja, ułatwienie dostępu do poszukiwanej informacji i zrozumiałość treści strony dla użytkownika [137]. Charakterystyczne dla stron tworzonych zgodnie z zasadami użyteczności jest to, iż posiadają one ergonomiczne interfejsy, które pozwalają:

- dotrzeć do informacji w szybki sposób;
- wpłynąć pozytywnie na odbiór strony, co w efekcie zwiększa zainteresowanie przedstawioną na niej ofertą;
- wydłużyć czas pobytu na stronie, dzięki czemu klient ma możliwość zapoznania się z ofertą zapamiętania marki, wywołać zadowolenie z szybkiego dotarcia do informacji oraz łatwości poruszania się po niej, co stwarza chęć powrotu na stronę.

Rozwiązania internetowe bazują na najnowszych technologiach. Trudno sobie wyobrazić nowoczesną firmę bez profesjonalnego serwisu internetowego. Większość liczących się na rynku firm wykorzystując witrynę internetową buduje wizerunek i markę produktu przedsiębiorstwa. Internet jako najlepiej rozwijający się środek masowego przekazu, stale zwiększa swój zasięg stając się jednym z najważniejszych kanałów marketingowych i trafia do bardzo atrakcyjnych odbiorców.

Użyteczność serwisów internetowych jest obecnie traktowana jako dziedzina polegająca na stosowaniu zasad naukowej obserwacji, pomiaru i projektowania podczas tworzenia i modyfikowania stron internetowych w celu zwiększenia łatwości użytkowania, walorów poznawczych, użyteczności i dostępności [141]. Na rys. 2.3.1 została przedstawiona przykładowa metoda projektowania stron internetowych pod kątem jak najlepszej użyteczności. Spośród wymienionych wytycznych projektowych warto wymienić kilka dodatkowych zasad poprawiających użyteczność serwisów internetowych. Są to:

- właściwy dobór formy wizualnej wg przeznaczenia projektowanej strony;
- używanie standardów kodowania tekstu i elementów multimedialnych;
- unikanie nietypowej składni hipertekstu oraz nowości technicznych;
- optymalizacja plików graficznych (kompresja) i dodatków multimedialnych;
- zachowanie przejrzystej kompozycji strony;
- określenie niezbędnych elementów funkcyjnych (interaktywnych);
- logiczne umieszczanie i opisywanie odnośników (hiperłączy);
- dodanie elementów pomocniczych (etykiety, komentarze);
- definiowanie meta informacji dokumentów [141].



**Rysunek 2.3.1** Metoda projektowania użytecznych strony WWW

*Źródło: opracowanie własne*

Stosowanie praktycznych zaleceń w budowaniu stron użytecznych przez projektantów daje użytkownikowi serwisu możliwość wykonywania zamierzonych zadań. Użyteczność nie oznacza narzucania użytkownikom sposobu dostępu do strony. Pokazuje jedynie, że niezależnie od tego jak, gdzie i kiedy użytkownik wejdzie na stronę, będzie w stanie z niej korzystać. Należy zaznaczyć, że użyteczność serwisów internetowych jest zmienna w czasie (procesy starzenia się systemów, zmiana preferencji użytkowników, rozwój narzędzi programowych i sprzętowych w informatyce), zmusza projektantów do ciągłych badań i udoskonalania stron internetowych pod kątem jak najlepszej ergonomii [64]. Jeden z pierwszych orędowników użyteczności serwisów internetowych, Jakob Nielsen [127] opisuje pięć najważniejszych elementów użyteczności, które scharakteryzowano w tab. 2.3.1.



**Tabela 2.3.1** Pięć elementów oceny użyteczności serwisów internetowych

Elementy Użyteczności	Jak interpretować podstawowe zasady oceny?
<b>Wyuczalność</b> (ang. <i>learnability</i> )	Określa jak łatwo jest użytkownikom wykonać podstawowe zadania przy pierwszym kontakcie ze stroną internetową.
<b>Wydajność</b> (ang. <i>efficiency</i> )	Określa jak szybko użytkownicy są w stanie wykonywać zadania, gdy nauczą się już serwisu.
<b>Błędy</b> (ang. <i>errors</i> )	Jak wiele błędów użytkownicy popełniają, jak bardzo krytyczne są to błędy i na ile łatwo użytkownicy są w stanie sobie z nimi samodzielnie poradzić?
<b>Zapamiętywalność</b> (ang. <i>memorability</i> )	Określa jak łatwo użytkownicy są w stanie powrócić do biegłego obsługiwanie po długiej przerwie.
<b>Satysfakcja</b> (ang. <i>satisfaction</i> )	Jak miło korzysta się z danego serwisu?

*Zródło: opracowanie własne na podstawie: [127]*

Aby osiągnąć wysoki i pożądaný poziom użyteczności serwisów internetowych należy jednak uwzględnić, oprócz pięciu wymienionych elementów oceny użyteczności dodatkowe czynniki takie jak zgodność z wiedzą o użytkownikach, przyzwyczajenia, trendy, upodobania czy profesjonalizm serwisu internetowego. Czynniki te powinny być odpowiednio uwzględnione w procesie projektowania serwisu internetowego.

## 2.4 Metody projektowania użytecznych serwisów internetowych

Proces tworzenia użytecznych serwisów internetowych jako ogólny proces wytwórczy powinien być realizowany zgodnie z normami ISO, a mianowicie:

- **ISO 13407:1999<sup>2</sup>** - norma zawierająca wytyczne dotyczące działań przeprowadzanych podczas cyklu tworzenia interaktywnych systemów informatycznych przy zastosowaniu metody projektowania zorientowanego na użytkownika. Norma dotyczy projektowania systemów interaktywnych;

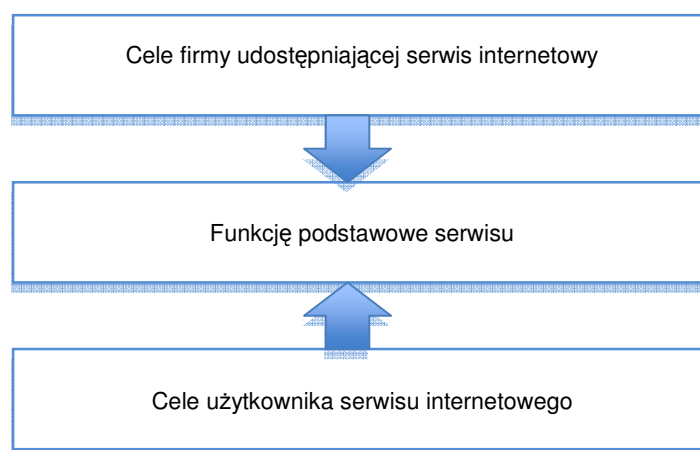
- **ISO/TR 16982:2002<sup>3</sup>** – norma przeznaczona dla kierowników projektów. Zawiera informacje na temat metod, które mogą zostać użyte do projektowania i testowania systemów z uwzględnieniem aspektów związanych z użytecznością;

<sup>2</sup> ISO 13407:1999 “Human-centred design processes for interactive systems” definiuje obecność użytkownika w procesie wytwórczym produktu.

<sup>3</sup> ISO/TR 16982:2002 „Ergonomics of human-system interaction - Usability methods supporting human-centered design”

– **ISO-9241**<sup>4</sup>– wieloczęściowy standard odnoszący się do wielu obszarów interakcji użytkownika i systemu. Standard podzielony jest na 28 części, przy czym ISO jest w trakcie zmian, które mają pozwolić na znacznie obszerniejszy zakres standardu.

W procesie projektowania użytecznych serwisów internetowych stosuje się różne podejścia metodyczne. Jednym ze sposobów projektowania takich serwisów jest identyfikacja priorytetowych funkcji serwis. Procedurę takiego projektowania zaprezentowano na rys. 2.4.1. W tym przypadku należy zaznaczyć, że budowa serwisu internetowego nie skupia się jedynie na polityce organizacji serwisu, ale przede wszystkim na zrozumieniu celu użytkowników, celu biznesowego firmy, dla której projektowany jest serwis internetowy, zasobów ludzkich, infrastruktury technologicznej i kultury organizacji.

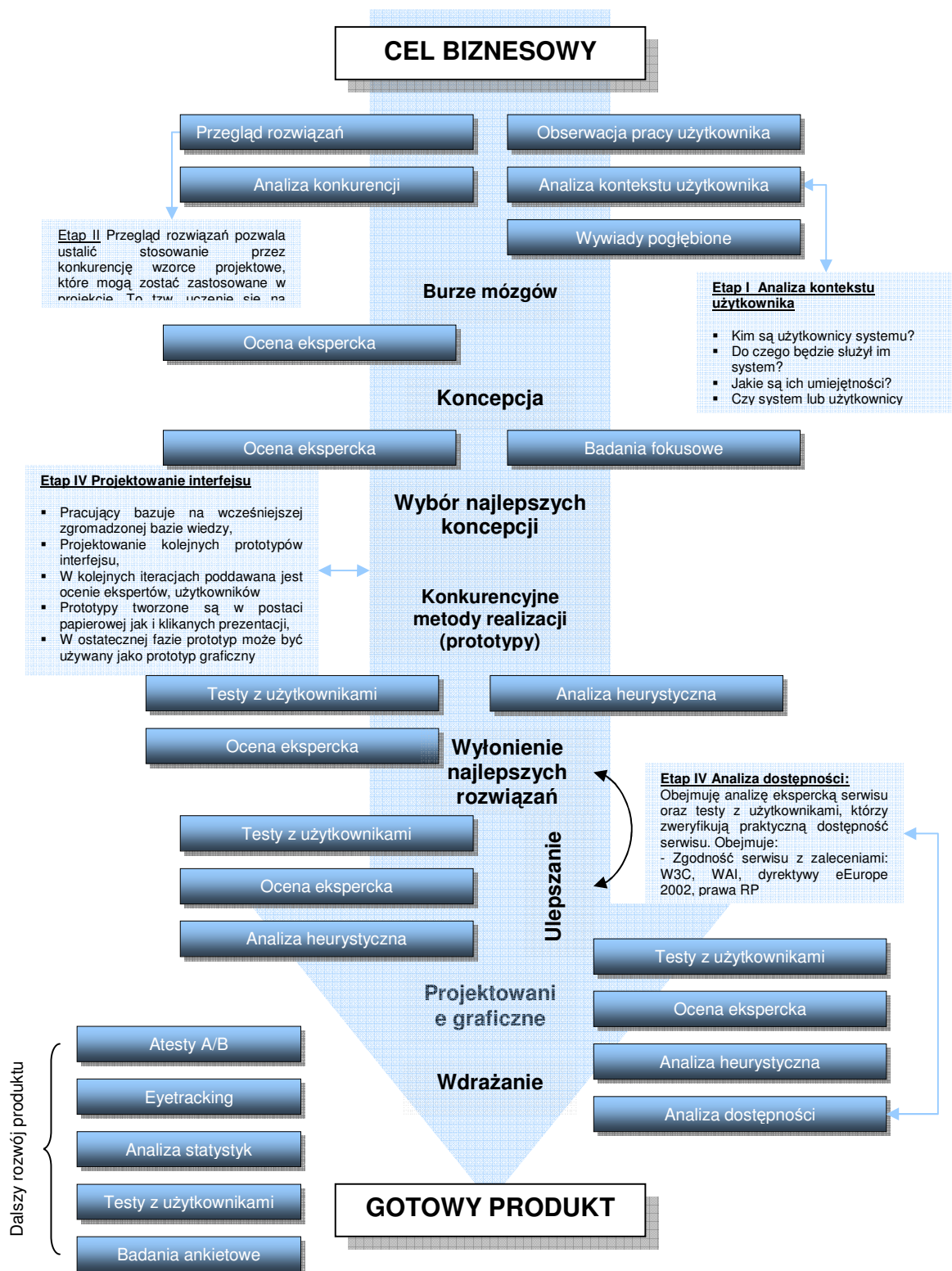


**Rysunek 2.4.1** Identyfikacja funkcji priorytetowych  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [40]*

Wszystkie zawarte czynniki w tej metodzie wpływają na kształt ostatecznej strategii tworzenia serwisów internetowych.

Innym sposobem projektowania serwisów internetowych jest projektowanie zorientowane na użytkownika (ang. *User-centered design UCD*). W tym podejściu projektuje się interakcję człowieka z komputerem i bada wymagania, potrzeby i ograniczenia użytkownika końcowego na każdym etapie tworzenia interaktywnego produktu. Przykładowy schemat procesu projektowania zorientowanego na użytkownika przedstawia rys. 2.4.2. Proces projektowania serwisów internetowych zorientowany na użytkownika składa się z czterech etapów [100].

<sup>4</sup> ISO-9241 “Ergonomics of Human System Interaction”



**Rysunek 2.4.2** Proces projektowania serwisu internetowego zorientowanego na użytkownika  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [40]*

Pierwszym etapem jest opracowanie wstępnego projektu (koncepcji), dotyczącego współpracy z klientem, harmonogramu, ustaleniu celów biznesowych, budżet projektu czy celów użytkowych [92, 129, 130]. Na tym etapie analizuje się kontekst użytkownika. Dane są zbierane poprzez wywiady, kwestionariusze czy ankiety. Wyniki takich obserwacji stanowią podstawę do stworzenia raportu, który jest bardzo istotnym elementem tego zestawienia. Na tym etapie pokazuje się informację o rzeczywistej jego wykonalności oraz ewentualnych barierach użyteczności [193, 196]. Na podstawie danych uzyskanych z etapu pierwszego na etapie drugim projektanci analizują i tworzą dokumentację scenariuszy użycia serwisu (przykładowe działania użytkownika w serwisie) oraz sylwetki przykładowych użytkowników korzystających z danego serwisu internetowego [180, 196]. Kolejny etap to projektowanie serwisów, który związany jest z czynnościami grupowania oraz stworzenia struktury serwisu w sposób jasny i zrozumiały dla użytkownika. Wynikiem badań jest mapa serwisu zawierająca jego strukturę wraz z odpowiednim nazewnictwem poszczególnych kategorii. Na podstawie struktury serwisu internetowego następuje przygotowanie interfejsu użytkownika, które w kolejnych etapach zostaną przetestowane z udziałem użytkownika [100, 196]. Na etapie czwartym przeprowadzone są pierwsze testy z użytkownikami na prototypach serwisów internetowych. Badania takie dostarczają odpowiednich informacji o tym, w jaki sposób użytkownicy poruszają się po serwisach oraz jakie zadania wykonują na nich. Etap ten obejmuje również analizę ekspercką, analizy heurystyczne, analizy statystyk, zgodności serwisu z zaleceniami W3C, WAI, czy dyrektyw, itp., co umożliwi ocenę serwisu internetowego pod kątem jego użyteczności. Wyniki testów trafiają do raportu, który stanowi podstawę do wykonania końcowego serwisu internetowego [193, 196].

Projektowanie zorientowane na użytkownika łączy preferencje klientów, które umożliwią odkrywanie potrzeb i możliwości działań w proces wytwórczym. Aby wykonać takie działania projektant powinien do nich przygotować się na etapie planowania oraz tworzenia stron internetowej poprzez włączanie odpowiednich zadań do harmonogramu. Przy projektowaniu stron internetowych należy przestrzegać zasad, które umożliwią zminimalizowanie błędów zarówno na poziomie procesu projektowania jak i elementów technicznych, które występują w projekcie [189].

Podczas planowania i budowy stron internetowych mogą powstać błędy, które wpływają na efektywność całego projektu [189]. Błędy te można podzielić na dwie grupy, a mianowicie

na błędy w procesie projektowania zorientowanego na użytkownika oraz błędy w procesie tworzenia interfejsu użytkownika.

Do podstawowych błędów w procesie projektowania zorientowanego na użytkownika należą [127]:

- pominięcie w procesie projektowania użytkownika oraz jego potrzeb i kontekstu;
- podejmowanie decyzji w oparciu o wymyślony (a nie realny) profil użytkownika;
- przeprowadzanie złego wyboru badań użyteczności produktu;
- niezaangażowanie przedstawicieli w przeprowadzanie testów użyteczności;
- brak określenia priorytetów do zastrzeżeń zgłoszonych podczas badania prototypów projektów;
- brak związku badań klienta z celami biznesowymi, co może nastąpić, gdy nie mamy w projekcie określonego uzasadnienia biznesowego.

Poza podstawowymi błędami, jakie występują przy tworzeniu projektu należy zwrócić uwagę na interfejs. Wady wpływają na istotny sposób wykorzystania użyteczność, a w konsekwencji na odbieranie przez użytkowników przeglądane stron internetowych oraz aplikacji. Podstawowe błędy w procesie tworzenia interfejsu użytkowego:

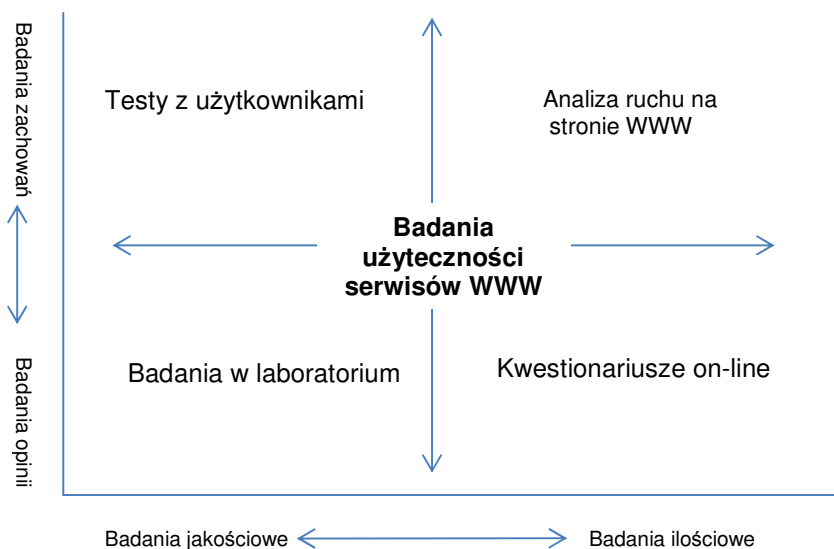
- wyszukiwanie na stronie wymagające od użytkownika dokładnego wpisania poszukiwanego terminu;
- umieszczanie informacji w plikach PDF (ang. *Portable Document File*), które są głównie przeznaczone do drukowania w układzie pionowym, podczas, gdy ekran monitora ma układ poziomy;
- prezentowanie linków do stron odwiedzonych i nieodwiedzonych tym samym kolorem powoduje zgubienie się użytkownika w procesie odwiedzin serwisu, gdyż użytkownik musi zapamiętywać, które obszary odwiedził lub liczyć się z tym, że niektóre treści obejrzy kilkakrotnie;
- prezentowanie treści w długich blokach tekstu (jak w książce) bez wyróżnień, śródtytułów, akapitów, sekcji, itd.;
- używanie czcionki uniemożliwiającej użytkownikowi zmiany w konfiguracjach przeglądarki;
- tytuły stron, mało związanych z treścią, przez co wyszukiwarki internetowe przypisują im inne konotacje,;

- używanie form prezentacji wykorzystywanych przez reklamy;
- nieużywane powszechnie stosowanych konwencji (jak np. układ strony, kolory linków, wygląd przycisków) w projektowaniu stron;
- otwieranie nowych okien zamiast przechodzenia do nowych stron w tym samym oknie;
- brak odpowiedzi na pytania użytkownika - dotyczy to zwłaszcza tzw. FAQ (ang. *Frequently Asked Questions*).

## 2.5 Metody oceny użyteczności serwisów internetowych na etapie ich eksploatacji

Użyteczność serwisów internetowych jest zmienna w czasie, dlatego raz zaprojektowany serwis spełniający użyteczność na etapie jego projektowania powinien podlegać ocenie. Pojęcie ocena i badanie użyteczności jest szerokie i obejmuje dużą liczbę metod.

W praktyce wyróżnia się dwa rodzaje ocen użyteczności: jakościowe (subiektywne opinie) i ilościowe (obiektywne, wymierne fakty) [40]. Ogólny podział metod oceny i badania użyteczności jest zgodny z rys. 2.5.1.



**Rysunek 2.5.1** Odpowiednie usytuowanie badań użyteczności serwisów internetowych  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [6]*

Wśród metod oceny i badania użyteczności za podstawowe uznaje się testy z użytkownikami. Za ich pomocą można zbadać, w jaki sposób użytkownicy realizują kluczowe dla serwisu odpowiednio zdefiniowane zestawy zadań. Testy z użytkownikami przeprowadza się w celu zdobycia informacji o tym jak użytkownicy korzystają ze stron internetowych. Polegają one na obserwacji użytkowników podczas wykonywania zadań zgodnie z przygotowanym wcześniej scenariuszem. Istotne jest tu to, że do badania dobiera się osoby o profilu zgodnym z rzeczywistymi użytkownikami danej strony. Tworząc profil osoby badanej należy pamiętać o celach i potrzebach związanych z testowaniem produktu. Badania są przeprowadzane na istniejących już serwisach lub ich prototypach. Testy użyteczności pozwalają na zdemaskowanie problemów i niejasności w strukturze lub nazewnictwie serwisu.

Kwestionariusze on-line są najbardziej powszechnymi narzędziami pomiarowym, gdyż większość metod badawczych opiera się właśnie na kwestionariuszu on-line jako formie gromadzenia danych pierwotnych (dotychczas nie zebranych) oraz pomiaru zjawisk marketingowych. Kwestionariusze on-line w badaniach użyteczności są jednym z niezbędnych narzędzi przy realizacji każdego badania ankietowego. Jest to zbiór pytań na jeden lub więcej tematów, uporządkowanym logicznie i graficznie, występującym w formie elektronicznej [41]. Kwestionariusze dzielą się na ankiety i wywiady, gdzie ankiety wypełniane są samodzielnie przez użytkownika a wywiady wypełniany przez eksperta w trakcie bezpośredniej rozmowy z użytkownikiem. Podstawową różnicą między tymi dwoma typami są złożoność, przejrzystość i poziom trudności przy wypełnianiu kwestionariusza on-line. Podczas gdy kwestionariusz ankietowy powinien być krótki, logiczny i łatwy do wypełnienia, kwestionariusz wywiadu może być bardziej skomplikowany, zawierający pytania filtrujące, gdzie zadawanie są kolejnych pytań jest uzależnione od wcześniejszych odpowiedzi udzielanych przez użytkownika. Należy podkreślić, że ankiety oraz wywiady przeprowadzane z użytkownikami są najpopularniejsza metoda marketingowa stosowana do jawnego obserwowania trendów w zachowaniach użytkowników Internetu [41]. Należy zaznaczyć, że przy wyborze ekspertów i wyznaczeniu oceny grupowej poprzez ankiety, wywiady w ocenie użyteczności serwisów internetowych rezultat otrzymanych danych w istotny sposób zależy od zastosowania metody. W ocenie ekspertów i otrzymanych wyników dane uzyskane poprzez ankiety, wywiady dają podstawę do rozważenia problemu, na ile otrzymany wynik odzwierciedla opinię ekspertów (wolę użytkowników) czy cechy zastosowanej odpowiedniej

metody oceny agregacji oceny grupowej ekspertów. Wpływ wiarygodności wyboru grupy ekspertów w ocenie użyteczności w pierwszej sytuacji można przyjąć, że ocena grupowa wiernie odzwierciedla opinię ekspertów. W tym szczególnym przypadku przy ocenie użyteczności serwisów internetowych różne metody mogą wskazywać ten sam obiekt jako zwycięzcę. Wyznaczenie mediany, przy ocenie grupowej równoważnych serwisów internetowych jest niewymagana, ponieważ obiekty porównywalne są ze sobą pod względem nie tylko kategorii, jakie występują w serwisie, ale również pod względem jakości i funkcjonalności. Baharad E. i Nitzan S. w swoich pracach podali warunki, jakie powinny być spełnione, aby uzyskać taki rezultat [11]. Saari D.G. przedstawił w swoich publikacjach metodologię umożliwiającą postać oceny grupowej, które odpowiadają różnym metodom dla danego zestawu ocen ekspertów dla obiektów nie równoważnych oraz przedstawił przykład uporządkowań trzech obiektów [156, 157, 160]. Bury H. i Wagner D. przedstawili rozszerzone rozważania na przykładzie czterech obiektów oraz zwrócili oni uwagę na trudność analizy uzyskanych wyników przy większej liczbie obiektów [20-22]. Należy zaznaczyć, że w ocenie grupowej serwisów internetowych wyznaczamy medianę w przypadku, gdy grupa serwisów internetowych jest nie równoważna, czyli nie jest powiązana ze sobą tematyką, funkcjonalnością czy rodzajem. Do metod wyznaczania ocen grupowej, gdy eksperci nie mogą rozróżnić badane obiekty lub obiekty są nie równoważne należą:

- mediana Kementy’ego;
- mediana Litvaka;
- mediana Cook-Seiford;
- podejście geometryczne Saari’ego.

Przedstawione metody stwarzają możliwość wyjaśnienia różnic w ocenach uzyskanych w wyniku zastosowania różnych metod np. ankiety, wywiady. Podejścia te pozwalają na uwzględnianie możliwości występowania obiektów równoważnych jak i nie równoważnych w ocenach ekspertów w ocenie grupowej [23, 25]. Zastosowanie wymienionych metod umożliwi próbę odpowiedzi na pytanie, na ile uzyskane za pomocą ankiet, wywiadów wyniki odzwierciedlają opinię ekspertów i czy te opinie są wiarygodne. Szerzej na ten temat: [20-25, 156-160]



Badania w laboratorium inaczej są to badania z udziałem użytkowników. Jest to technika oceny użyteczności serwisów internetowych, aplikacji, urządzeń, która zakłada współpracę z reprezentantami grupy docelowej (użytkownikami). Podczas badań w laboratorium użytkownicy starają się wykonać realne zadania, a ekspert przygląda się ich działaniom i analizuje poczynania użytkowników. Do takich badań można zaliczyć sortowanie kart, postacie i scenariusze czy grupy dyskusyjne [184]. Oprócz podstawowych narzędzi takich jak ankiety, wywiady, analizowanie raportów ruchu w serwisie lub testy funkcjonalności do badań użyteczności wykorzystuje się również metody oparte na tzw. Nowoczesnych technologiach, do których należą: eyetracking, clictracking. Są to metody należące do grupy analizy ruchu.

Eyetracking jest to technika śledzenia skupiska wzroku użytkownika na serwisie internetowym lub aplikacji. Realizuje się ją za pomocą specjalnego urządzenia tzw. Eyetracker, które pomaga zidentyfikować drogę wzroku użytkownika oraz jego skupienie na poszczególnych elementach okna serwisu. Na rys. 2.5.2 przedstawiono formularz przykładowej strony internetowej.

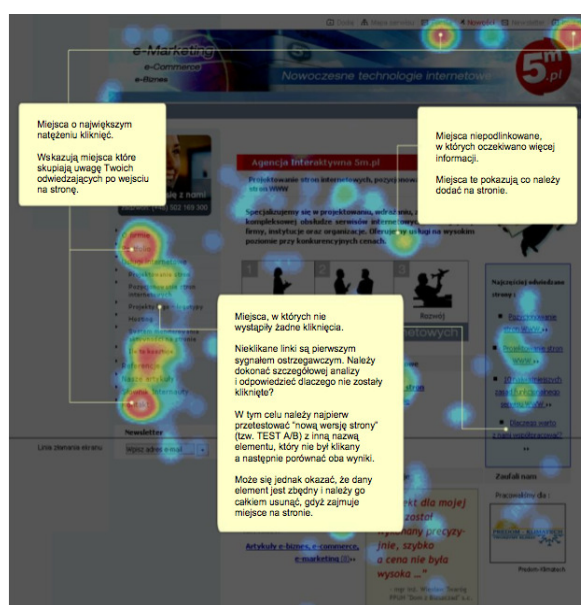


**Rysunku 2.5.2** Wyniki badań strony Mastermind Toys metodą eyetracking  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie:[211]*

Efektom pomiaru eyetracker są tzw. „mapy ciepłe”, które za pomocą odpowiednich natężeń kolorów wskazują miejsca długiego i częstego skupienia wzroku użytkownika na badanym

przedmiocie. Przy wykorzystaniu metody eyetracking można skonfrontować wyobrażenia użytkownika analizującego zawartość strony z rzeczywistością.

Clicktraking jest stosunkowo młodą metodą wykorzystywaną do śledzenia aktywności użytkowników serwisu internetowego. Jest to metoda umożliwiająca weryfikację funkcjonalności konkurencyjnych prototypów interfejsu. Metoda ta bada system wizualizacji aktywności na danej stronie, śledząc kliknięcia użytkowników. Efektem zastosowania tej techniki są „mapy kliknięć” wizualizujące aktywność użytkowników w danych partiach ekranu. Przykładową mapę kliknięć zaprezentowano na rys.2.5.3



**Rysunek 2.5.3** Przykładowe miejsca kliknięć użytkowników  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie:[211]*

Za pomocą clicktracking otrzymać można szczegółowe informacje o parametrach takich jak np. ilość kliknięć w dany element, z jakich stron następuje kliknięcie oraz jaki jest czas wystąpienia kliknięcia. Clicktracking jest nie tylko narzędziem do oceny popularności i użyteczności serwisów internetowych, ale pozwala między innymi rozwijać wątki cieszące się zainteresowaniem użytkowników oraz modyfikować materiały serwisowe o niskiej atrakcyjności użytkowej.

Badania użyteczności serwisów dzielą się na cztery klasy, ogólny podział metod oceny i badania użyteczności przedstawiono na rys. 2.5.1. W tab. 2.5.1 zaprezentowano wszystkie metody oraz badania należące do tych klas, które badają serwisy internetowe pod kątem najlepszej użyteczności z udziałem użytkowników.

**Tabela 2.5.1** Metody umożliwiające badanie użytkowników pod kątem jak najlepszej użyteczności

<b>METODY OCENY UŻYTECZNOŚCI SERWISÓW INTERNETOWYCH</b>				
	<b>Grupy dyskusyjne</b>	<b>Analiza opinii</b>	<b>Testy funkcjonalności</b>	<b>Ocena preferencji</b>
<b>Co to jest?</b>	Badania przeprowadzane są na małych grupach w celu poznania ich nastawienia do danego produktu	Poczta i rozmowy telefoniczne z klientem.	Badania przeprowadzane z użytkownikami (laboratorium) w celu sprawdzenia, jak porusza się po witrynie użytkownik i jak interpretuje elementy interfejsu	Badania przeprowadzone z użytkownikami w celu ustalenia, które funkcje są ich zdaniem najważniejsze
<b>Typ danych</b>	Jakościowe	Jakościowe	Jakościowe	Jakościowe
<b>Jak to działa?</b>	Moderator naprowadza dyskusję na temat strony. Często sesja jest obserwowana przez lustro weneckie.	Systematyczne zbieranie i analizowanie opinii klientów. Opinie klientów ujawniają, jakie tematy ich interesują.	Użytkownicy są obserwowani w trakcie próby wykonania zadania na witrynie. Sesje są oglądane na żywo lub nagrywane.	Przeprowadza się wywiady z użytkownikami. Muszą wykonać serię zadań preferencyjnych, takich jak sortowanie kart.
<b>Do czego się przydaje?</b>	Pomaga przewidzieć reakcje klientów na nową witrynę lub funkcję oraz zrozumieć odczucia klientów.	Dostawcza wskazówek odnośnie informacji o użytkowniku, czego oni od nas oczekują. Dzięki temu możemy zidentyfikować niedoskonałości interfejsu	Dzięki nim upewniamy się, że użytkownicy wiedzą jak korzystać ze strony. Można skorygować błędy interfejsu, schematu nawigacji lub nazewnictwo działów	Pomagają ustalić, co jest ważne dla klientów. Rozstrzygają wewnętrzne debaty nad priorytetami.
<b>Trudności</b>	Wyniki są subiektywne na temat komentarzy i interpretacji. Silna osobowość może zdominować grupę.	Wiarygodne jest źródło informacji, co użytkownika denerwuje, Oceny uzyskane w ten sposób są zazwyczaj negatywne i nieprzyjemne w czytaniu	Łatwo źle zinterpretować wyniki. Na dodatek badania sprawdzają tylko czy coś może być stosowane – a nie czy będzie stosowane	Użytkownicy, co innego mówią a co innego robią.
<b>Kiedy stosować?</b>	Przed uruchomieniem strony, lub przed zmianą projektu	Przez cały czas działania strony	W czasie tworzenia nowej lub przy zmianie wyglądu starej strony. Są także przydatne testy przeprowadzane na bieżąco	W czasie planowania i projektowania witryn lub zmiany projektu, ale przed zamknięciem listy funkcji
<b>Ile trzeba poświęcić czasu?</b>	Kilka tygodni. Grupy dyskusyjne spotykają się na kilka godzin, ale cała analiza i rekrutacja pochłania dużo czasu	Różnie.	W zależności od liczby użytkowników oraz tego, jak się z nimi współpracuje	Kilka godzin, – jeżeli mamy do czynienia z typowym użytkownikiem. Najdłużej trwa rekrutacja.

<b>METODY OCENY UŻYTECZNOŚCI SERWISÓW INTERNETOWYCH</b>				
	<b>Analiza rynku</b>	<b>Analiza ruchu</b>	<b>Ankietowanie użytkowników</b>	<b>Postacie i scenariusze</b>
<b>Co to jest?</b>	Wyniki badań zebranych z mediów i firm badawczych oferujących wgląd w branżowe trendy	Badania nad wykorzystaniem strony przez klienta	Kwestionariusze rozprowadzane wśród statystycznej większości użytkowników	Postacie to fikcyjne osoby reprezentujące typowych użytkowników. Scenariusze mówią, w jaki sposób korzystają one z witryn
<b>Typ danych</b>	Ilościowe Jakościowe	Ilościowe	Ilościowe Jakościowe	Jakościowe
<b>Jak to działa?</b>	Wiele firm publikuje raporty na konkretne tematy lub opisuje segmenty rynku.	Witrynę można monitorować, używając odpowiedniego oprogramowania do analizy ruchu, dzięki czemu można dowiedzieć się ile osób odwiedza witrynę oraz jak długo na niej przebywa (clicktracking, eyetracking)	Ankiety zazwyczaj zamieszczane są na witrynach. Dane wypełniane są przez użytkowników a następnie poddawane analizie.	Postacie i scenariusze wymyśla zespół zajmujący się produktem, aby zasymulować użytkowników.
<b>Do czego się przydaje?</b>	Do opracowania strategii, oszacowania wielkości, potencjalnego rynku, zidentyfikowania konkurencji oraz potencjalnych partnerów	Dowiadujemy się, w jaki sposób witryna jest wykorzystywana. Służy do nadania priorytetów elementom stron i ustalenia kierunku rozwoju.	Pozwala uzyskać dokładne dane demograficzne oraz dane na temat korzystania z Internetu przez użytkowników	Pomaga zespołowi wizualizować użytkowników i nadać im bardziej osobowy charakter.
<b>Trudności</b>	Niektórzy uważają, że postacie – jak na osoby fikcyjne – traktowane są zbyt poważnie	Obróbka dużej liczby danych jest trudna, zwłaszcza, jeżeli nie mamy dobrego oprogramowania do analizy ruchu	Ankieta wstrzymuje ruch w witrynie. Są czasochłonne i przeszkadzają użytkownikowi	Raporty są w dużej mierze przypuszczeniami
<b>Kiedy stosować?</b>	Na etapie planowania podczas tworzenia planu produktu i ustalania strategii	Powinna być stosowana konsekwentnie przez długi czas	Co pół roku od pojawienia się strony, następnie co roku oraz przed każdymi ważnymi zmianami.	W czasie planowania i projektowania witryn
<b>Ile trzeba poświęcić czasu?</b>	Znalezienie statystyk, przeczytanie raportów i dogłębne badania mogą zająć dużo czasu	W zależności od celów i założeń, które chcemy się dowiedzieć.	Okolo miesiąca. Kilka dni na napisanie ankiety i weryfikacja wyników	Kilka godzin

*Zródło: opracowanie własne na podstawie: [40]*

Należy zaznaczyć, że serwis internetowy zależy od stopnia zaspokajania potrzeb jego użytkowników. Jeżeli dobrze zdefiniujemy potrzeby użytkowników, przeanalizujemy ich zachowanie sukces serwisów internetowych może być większy. Należy jednak pamiętać, że badania jakościowe nie odzwierciedlają danych rzeczywistych a badania ilościowe powinny być ukierunkowane na preferencje użytkowników. Metody badań użyteczności mają bardzo duże zastosowanie, ale przy ich wykorzystywaniu należy pamiętać o wadach i zaletach oraz ograniczeniach. W tab. 2.5.2 zostały przedstawione wady oraz zalety metod użyteczności poprzez testy obciążeniowe nawigacji.

**Tabela 2.5.2** Zalety i wady badań oceny użyteczności – Testy obciążeniowe nawigacji

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dają możliwości przebadania dużej liczby grup osób, (Analiza statystyk ruchu stron WWW);</li> <li>• Dostarczają ilościowych jak i jakościowych danych na temat serwisu;</li> <li>• Odbývają się w naturalnym środowisku (z wykorzystaniem osobistego komputera) lub laboratorium (za pomocą specjalistycznych urządzeń);</li> <li>• Badania są szybkie i względnie tanie (biorąc pod uwagę liczbę przebadanych użytkowników), nie uwzględniamy badań w laboratorium.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nie zawsze dają możliwość wejścia w interakcję z użytkownikiem, obserwowanie jego reakcji emocjonalnych, zadawania pytań pogłębiających temat;</li> <li>• Skłaniają klienta do koncentracji na danych ilościowych;</li> <li>• Dają mniejszą elastyczność w tworzeniu różnych typów zadań dostosowanych do kontekstu danego użytkownika;</li> <li>• Wymagają od badacza dostosowania się do ograniczeń wybranego softu (każdy z dostępnych programów posiada nieco inny zakres funkcjonalności);</li> <li>• Wielkość próby nie zawsze jest adekwatna do oczekiwanych wyników.</li> </ul>

*Źródło: opracowanie własne*

Metody użyteczności można porównywać według kluczowych czynników i dokonać ich podziału ze względu na te czynniki. Taki podział zaprezentowano w tab. 2.5.3, gdzie porównano te metody ze względu na kryteria podziału zaproponowane przez Tullis'a:

**Tabela 2.5.3** Porównanie metod badań użyteczności

Metoda badawcza	Wielkość próby	Otoczenie badawcze	Miary liczbowe	Zadawanie dodatkowych pytań	Wpływ moderatora
Kwestionariusze on-line	<i>duża /mała</i>	<i>naturalne</i>	<i>tak</i>	<i>nie</i>	<i>mały</i>
Badanie w laboratorium	<i>mała</i>	<i>naturalne lub sztuczne</i>	<i>tak</i>	<i>tak</i>	<i>duży</i>
Testy z użytkownikami	<i>mała</i>	<i>sztuczne</i>	<i>n/d</i>	<i>tak</i>	<i>duży</i>
Analiza statystyk ruchu na stronie	<i>duża</i>	<i>naturalne</i>	<i>tk</i>	<i>nie</i>	<i>brak</i>

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [192]*

Inwestycja w rozwój użyteczności serwisów internetowych przynosi korzyści: pewność, że użytkownicy szybko dotrą do interesujących ich zasobów, wzrost popularności

witryn internetowych oraz udoskonalenie komunikacji z klientem i partnerem biznesowym. Obserwując użytkownika w czasie testów, śledząc ruch na stronie czy dokonując analizy ścieżek zyskujemy informację, które pozwolą na lepsze funkcjonowanie stron WWW. Badania takie pozwalają nam lepiej zrozumieć, gdzie pojawiają się bariery oraz jakich treści brakuje w serwisie.

\* \* \*

Z przeprowadzonej analizy wynika, że użyteczność serwisów internetowych jest zmienna w czasie, a żadna metoda oceny tej użyteczności nie obrazuje reprezentacji czasu w opisie rzeczywistym. Oprócz braku reprezentacji czasu w wymienionych wyżej metodach użyteczność serwisów internetowych uzależniona jest od różnych przyczyn związanych z zachowaniami użytkownika, które towarzyszą interakcjom ze stroną internetową [127, 128]. Ponieważ jest to istotny czynnik, który wpływa na działania wykonywane w czasie projektu budowania stron internetowych należy uwzględnić zmianę preferencji użytkowników oraz procesy starzenia się systemów. Dla formalizacji tych procesów oceny w metodach użyteczności, powinno się określać również źródła i modele reprezentacji danych (np. dane ilościowe), które stanowią podstawę do oceny serwisów internetowych pod względem ich użyteczności. Należy zaznaczyć, że tak naprawdę wiele różnych czynników ma wpływ na ocenę preferencji i użyteczność serwisów internetowych, zatem ocena użyteczności powinna być podjęta wielokryterialnie, zatem należałoby przyjąć, że metoda oceny użyteczności serwisów internetowych będzie metodą oceny wieloaspektowej. Opracowanie takiej metody oceny użyteczności serwisów internetowych, może być istotnym elementem systemu informatycznego, który będzie wspomagać procesy usprawniania, modernizacji oraz przebudowy serwisów.

## Rozdział III

# Badanie użyteczności serwisów internetowych na podstawie dzienników logów

### 3.1 Wprowadzenie

Użyteczność serwisów internetowych zależna jest od preferencji jego użytkowników. Istotnym problemem wydaje się możliwość odwzorowania preferencji użytkowników przy ograniczonym, ale istotnym dostępie do danych najlepiej ilościowych, niezbędnych do tego odwzorowania. Dlatego w rozdziale tym zaprezentowano zagadnienia związane z identyfikacją preferencji użytkowników oraz typowe zachowania użytkowników serwisów internetowych. Scharakteryzowano również możliwości wykorzystania dostępu do danych o sposobie użytkowania serwisów z użyciem danych zawartych w tzw. dziennikach logów. Ważnym elementem rozdziału jest również wskazanie roli danych ilościowych w procesie badania preferencji użytkowników.

### 3.2 Modele zachowań użytkowników serwisów internetowych

Celem istnienia każdego serwisu internetowego jest przekazywanie informacji. Należy, zatem odpowiednio zadbać by użytkownik mógł szybko odnaleźć w serwisie internetowym przydatne w danym momencie dane. Osiągnięcie tego celu wymaga właściwego zaprojektowania szeroko rozumianej informacji występującej w serwisach. Dobrze zaplanowana strona internetowa pozwala zwiększyć procentowy udział użytkowników, którzy odwiedzają dany serwis. Kluczową sprawą w tworzeniu serwisów internetowych jest opracowanie odpowiedniego projektu z uwzględnieniem zasad użyteczności. Użytkownik korzystający z Internetu ma podświadomie zakodowane wzorce, które mogą działać pod wpływem emocji, nastroju lub przemęczenia, według których porusza się po stronach internetowych w poszukiwaniu ważnych informacji [106].

Poprzez analizę preferencji sposobów użytkowania serwisów przez użytkowników, został utworzony pewien schemat zasad zachowań internautów przy przeglądaniu stron internetowych [106]. Znajomość tych zasad jest niezbędna na etapie projektowania

użytecznych serwisów internetowych. Krug S. w swojej książce opisał trzy zasady dotyczące zachowań użytkowników serwisów internetowych [106]:

- nie czytamy stron internetowych tylko je przeglądamy;
- nie wybieramy optymalnie tylko zadawaliśmy;
- nie myślimy nad tym, jak coś działa tylko po prostu sobie z tym jakoś radzimy.

Pierwsza zasada dotyczące zachowań użytkowników serwisów internetowych mówi, że zainteresowany użytkownik po wejściu na serwis internetowy nie będzie czytać dokładnie całość jej zawartości, by następnie przeprowadzić analizę i po niej kliknąć dokładnie tam, gdzie powinien. Zasada pierwsza *nie czytamy stron internetowych tylko je przeglądamy* wykazuje, że użytkownik po wejściu, spojrzy na daną stronę w poszukiwaniu słów, które mogłyby zwrócić jego uwagę, a następnie kliknie w pierwszy napotkany link, który choć trochę jest zbliżony do poszukiwanej przez niego tematyki [106]. Użytkownik Internetu szukając ważnych informacji stara się zwykle skupić na słowach, wrażeniach, które odpowiadają zadaniu, jakie ma do wykonania lub tego, czego akurat poszukuje. Ważnym elementem zainteresowania odbiorcy na danej witrynie są słowa kluczowe takie jak „darmowy”, „wyprzedaż” czy imię własne.

W drugiej zasadzie zachowań odbiorcy serwisów internetowych *nie wybieramy optymalnie tylko zadawaliśmy* projektanci projektując strony WWW zakładają, że odwiedzający użytkownicy przejrzą daną witrynę, rozważą wszystkie możliwe opcje oraz wybiorą w ich mniemaniu najlepszą z możliwych. W praktyce wygląda to tak, że użytkownik nie dokonuje najlepszego wyboru, lecz wybiera pierwszą najlepszą opcję tę, która go satysfakcjonuje. Takie postępowanie nazywamy zadowoleniem przez użytkownika [100, 106].

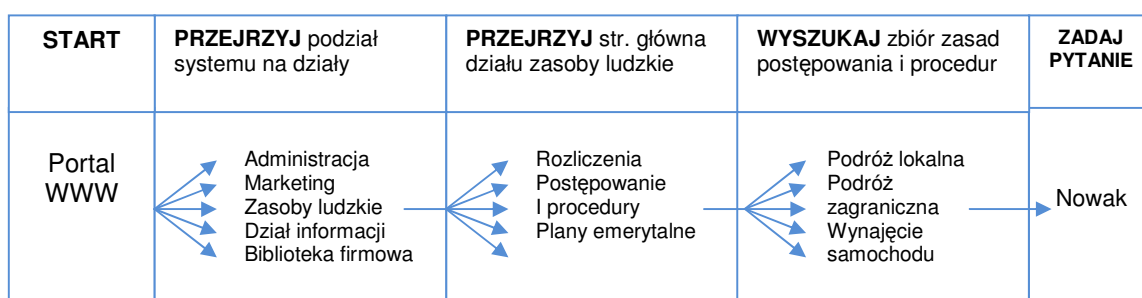
Zasada trzecia *nie myślimy nad tym, jak coś działa tylko po prostu sobie z tym jakoś radzimy* opisuje jak wielu użytkowników uważa, że nie jest ważne, jak rzeczy funkcjonują do czasu, kiedy można z nich korzystać. Z badań wynika, że istotne jest, gdy użytkownicy znajdą działającą stronę, nie kontynuują poszukiwań, aby znaleźć coś innego, co funkcjonowałoby lepiej [100, 106].

Opisane zasady pozwalają na znalezienie odpowiednich rozwiązań, które mają na celu zwiększyć satysfakcję użytkownika korzystającego z serwisu internetowego. Serwisy



internetowe, z których korzysta się łatwo i przyjemnie są pozytywnie odbierane przez odbiorcę, a użytkownik jest skłonny do pozostania na nich przez dłuższy czas.

Oprócz wyżej wymienionych zachowań użytkowników serwisów internetowych należy zwrócić uwagę na opracowane w literaturze modele działań użytkowników poszukujących informacji [148]. Wyróżnia się tu kilka modeli, które są najczęściej znane i stosowane przy tworzeniu stron internetowych. Jednym z nich jest prosty model, w którym użytkownik wprowadza zapytanie do systemu wyszukiwawczego, przegląda zawarte na stronie informację, a jak nie może wyszukać interesującej treści prosi o pomoc innych użytkowników. Z modelu tego wynika, że głównymi działaniami użytkowników strony internetowej są wyszukiwanie, przeglądanie i zadawanie pytań [148]. Dodatkowo należy uwzględnić integrację i iterację w postępowaniu osób wyszukujących treści ze stron internetowych oraz, że użytkownik w jednej sekcji wyszukuje, integruje, przegląda oraz zadaje pytania. Przykładem takiego sposobu zintegrowanego wyszukiwania jest sytuacja zaprezentowana na rys. 3.2.1. Obrazuje on sposób, w jaki na firmowych stronach internetowych można szukać wytycznych dotyczących np. wyjazdów zagranicznych.



**Rysunek 3.2.1** Zintegrowane przeglądanie, wyszukiwanie i zadawanie pytań

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [148]*

Przykładowo użytkownik najpierw trafia na stronę główną portalu internetowego, skąd przechodzi na stronę zasobów ludzkich a następnie do zasad postępowania i procedur, gdzie znajduje napis „Podróże Zagraniczne”. Jeżeli użytkownik nie znalazł odpowiedzi na poszukiwane pytanie, może wysłać wiadomość do osoby zajmującej się rozwiązywaniem problemów zgłaszanych przez klientów serwisu. Przedstawioną iterację, można stosować podczas pojedynczej sesji wyszukiwawczej. Nie zawsze za pierwszym razem użytkownik znajduje to, czego szukał.

Potrzeby użytkownika mogą się zmieniać w trakcie wyszukiwania informacji oraz skłaniać go do stosowania innego podejścia przy kolejnych przeszukiwaniach strony. Różne

komponenty zachowania użytkownika podczas wyszukiwania informacji w serwisach internetowych prowadzą do złożonych modeli zachowań użytkownika.

W literaturze wyróżnia się również kilka innych modeli zachowań połączonych z poszukiwaniem informacji na stronach [148].

Jeden z nich jest model „zbyt prosty”. Ten prosty model wyszukiwania informacji obrazuje rys. 3.2.2. Odwiedzający serwis zachowuje się w sposób przewidywalny i oparty na racjonalnych przesłankach. Model

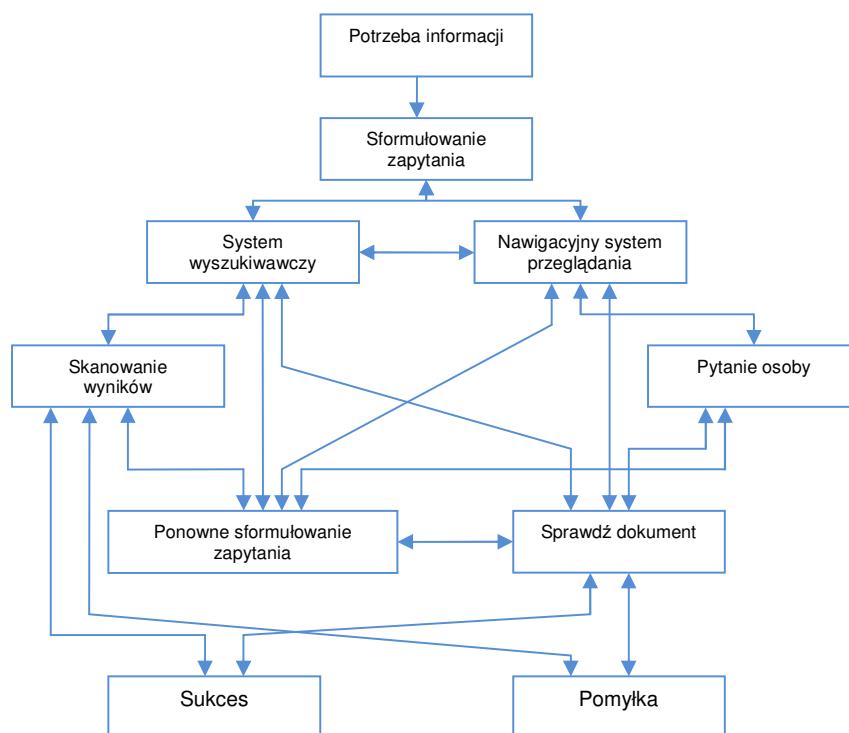
sprawdza się w niewielu sytuacjach, gdy użytkownik wie, czego szuka np. poszukiwanie danych o pracownikach firmy. W przypadku, kiedy użytkownicy nie wiedzą, czego poszukują w serwisie, wyszukiwanie informacji kończy się częściową satysfakcją lub



**Rysunek 3.2.2** Model poszukiwania informacji  
Źródło: opracowanie własne na podstawie: [148]

niezadowoleniem użytkownika. W modelu „zbyt prostym” omijane są zdarzenia, które mają miejsce zanim użytkownik skorzysta z wyszukania informacji a osoba odwiedzająca serwis nie dysponuje żadną wiedzą lub jego wiedza jest minimalna na temat tego, czego zamierza szukać. Z powodu zbytniego uproszczenia, model ignoruje przesłanki, jakimi posługują się użytkownicy serwisu oraz pomija możliwość zaobserwowania zdarzeń, które następują podczas interakcji użytkowników z serwisem internetowych.

Innym modelem zachowań użytkowników serwisów internetowych jest model zwany „zbieranie jagód” (ang. *berry-picking model*) stworzonym przez Bates M. [14]. W tym modelu, który zilustrowano na rys. 3.2.3 użytkownicy zaczynają poszukiwanie informacji od przetwarzania swoich potrzeb informacyjnych w formie zapytania (kwerend), a potem iteracyjnie tworzą system informacyjny wzdłuż utworzonych ścieżek, zbierając po drodze informacje pośrednio wyszukane. Dzięki temu użytkownik uczy się jak poszukiwać informację dzięki zadaniem zapytaniom i uzyskanym rezultatom odwiedzin. W trakcie trwania procesu wyszukiwania odwiedzający serwis internetowy uczy się modyfikować odpowiednio zapytania, na które chce uzyskać odpowiedź.



**Rysunek 3.2.3** Czynności wykonywane przez użytkownika w systemie informacyjnym  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [14]*

Innym pożytecznym modelem połączonym z szukaniem informacji przez użytkownika serwisu jest podejście określone jako „*rośnięcie perły*” (ang. „*pearl-growing*”). Użytkownik rozpoczyna przeszukiwanie zaczynając od jednego lub kilku dokumentów zawierających dokładnie to, czego potrzebuje. Rzetelnym przykładem takiego sposobu zachowań jest udostępnianie przez serwis łączy od „dobrego” dokumentu (źródła danych) do innego indeksowanego tymi samymi słowami.

Należy zaznaczyć, że wymienione modele są modelami uproszczonymi i nie wyczerpują potrzeby identyfikacji zachowań użytkowników jedynie pozwalają na zwiększenie satysfakcji użytkownika korzystającego z serwisu internetowego..

### 3.3 Metody gromadzenia danych i sposoby użytkowania serwisów internetowych

Dane o preferencjach użytkowników serwisów gromadzone są w zależności od zastosowanych metod ich pozyskiwania (obserwacje jawne, niejawne, wywiady, testy, itp.) mogą być gromadzone w plikach, dziennikach logów, modułach ścieżek bezpośrednio pod kontrolą serwisu internetowego i poza nim. Zwykle dane o sposobie użytkowania serwisów,

gromadzone bezpośrednio przez serwis są zapamiętywane w strukturach samego serwisu w trybie on-line. Przykładem zewnętrznego gromadzenia danych o sposobie użytkowania serwisu mogą być systemy klasy CRM (ang. *Customer Relationship Management*) i systemy informatyczne wspomagające sprzedaż [51].

Jeśli serwis internetowy w swoich strukturach gromadzi dane o sposobie użytkowania serwisu to wykorzystuje koncepcję tzw. dziennika logów. Dziennik ten jest plikiem, w którym zapisywane są bardziej szczegółowe dane o odwiedzających serwis użytkowników i ich zachowaniu na stronach internetowych. Do przykładowych danych, których źródłem są pliki logu zalicza się [68, 208, 209]:

- liczba odwołań do serwera w celu pobrania pliku;
- liczba odwołań do serwera w celu pobrania strony HTML;
- liczba użytkowników odwiedzających serwis;
- liczba sesji użytkowników i przeciętna długość sesji użytkownika;
- najczęściej wykorzystywaną przez użytkowników ścieżkę poruszania się po serwisie;
- strony w sieci, z których użytkownicy wchodzą na serwis i strony, na które przechodzą po opuszczeniu serwisu;
- strony, z których użytkownicy najczęściej opuszczają serwis;
- liczbę odwołań do serwisu poprzez odnośniki z innych serwisów;
- strony, z których najczęściej kierowany jest ruch na serwis;
- okres największej aktywności odwiedzających;
- dane o systemach operacyjnych i przeglądarkach, z jakich korzystają odwiedzający serwis;
- dane o regionach geograficznych, z których pochodzą odwiedzający serwis;
- szybkość, z jaką wczytywane są strony serwisu i wyszukiwane są dane;
- procent czasu, w jakim serwis jest dostępny w sieci.

Aby umożliwić tworzenie uniwersalnych narzędzi służących do analizy dziennika logów, pojawiła się próba standaryzacji jego formatu. Większość serwisów internetowych generuje pliki logów zgodnie z formatem *Common Logfile Format* [68]. Common Logfile Format przewiduje, że zapis w dzienniku logów powinien mieć następującą postać:

```
remotehost rfc 931 authuser [date] „request” status byte
```

W powyższym formacie pole *remotehost* oznacza nazwę lub adres IP komputera, z którego nastąpiło odwołanie. Pole *rfc931* zawiera nazwę użytkownika na danym komputerze (ang. *logname*) Pole *authuser* jest wypełnione, gdy serwer przeprowadza autoryzację użytkownika przy dostępie do danego zasobu i zawiera nazwę użytkownika podaną przy autoryzacji. Pole *[date]* informuje o tym, kiedy nastąpiło odwołanie (data i czas). Pole „*request*” zawiera żądanie przesłane do serwera w takiej formie, w jakiej wygenerował je klient. Obejmuje ono na ogół typ operacji i nazwę pliku, do którego nastąpiło odwołanie, wraz ze ścieżką dostępu. Pole *status* zawiera zwracany użytkownikowi kod statusu zgodnie z protokołem HTTP wykorzystywanym w usłudze WWW. Długość zawartości przesyłanego dokumentu zapamiętana jest w polu *byte* [203, 204]. Przykład zawartości pliku logu serwera WWW przedstawiono na rys. 3.3.1.

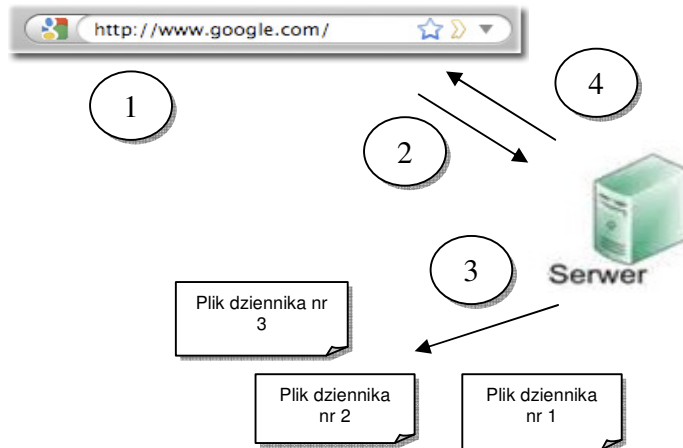
```
154.11.231.17 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET / HTTP/1.1" 200 1673
154.11.231.17 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET /apache_pb.gif HTTP/1.1" 200 2326
192.168.1.25 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET /demo.html HTTP/1.1" 200 520
192.168.1.25 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET /books.html HTTP/1.1" 200 3402
160.81.77.20 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET / HTTP/1.1" 200 1673
154.11.231.17 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET /car.html HTTP/1.1" 200 2580
192.168.1.25 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET /cdisk.html HTTP/1.1" 200 3856
10.111.62.101 - - [13/Jul/2000:20:42:25 +0200] "GET /new/demo.html HTTP/1.1" 200 971
```

**Rysunek. 3.3.1** Przykładowy plik logu serwera WWW  
*Źródło: opracowanie własne*

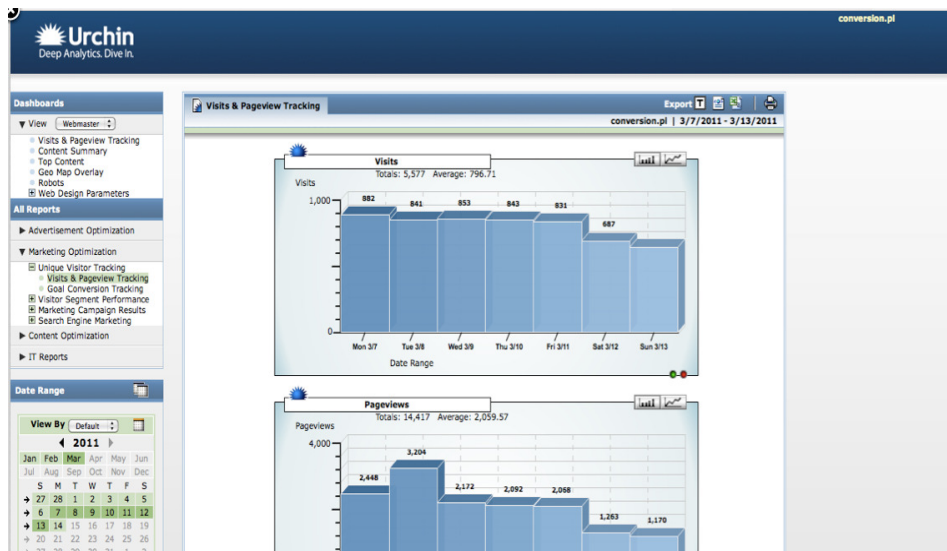
Z analizy zachowań użytkowników istotnymi informacjami w dzienniku logów serwisów internetowych są: nazwa adresu IP komputera, z którego nastąpiło odwołanie, nazwa użytkownika dokonującego odwołanie, dokładna data i czas oraz pełna nazwa pliku, którego dotyczy żądanie. Pliki dzienników logów zostały stworzone w celu rejestrowania błędów na serwerze WWW. Obecnie dzienniki logów używane są w takich narzędziach jak np. Google Urchin (płatna wersja programu analitycznego od Google) [212]. Przykładem zbierania statystyk poprzez pliki logów dla strony *www.conversion.pl* przedstawia rys. 3.3.3 a proces zbierania danych o użytkownikach z plików logów przedstawiony jest na rys. 3.3.2, który przebiega w następujący sposób:

1. Użytkownik wpisuje adres strony internetowej w przeglądarce internetowej;

2. Zapytanie zostaje wysłane do serwera, na którym znajduje się witryna;
3. Serwer akceptuje zapytanie i tworzy zapis w dzienniku serwera (zazwyczaj są to nazwy podstrony, adres IP, typ przeglądarki, data i godzina);
4. Serwer wysyła stronę internetową do użytkownika.



**Rysunek 3.3.2** Proces zbierania danych o użytkownikach poprzez pliki logów  
*Źródło: opracowanie własne*



**Rysunek 3.3.3** Przykład statystyki na podstawie strony internetowej [www.conversion.pl](http://www.conversion.pl)  
*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [212]*

Do innych metod zbierania danych o sposobie użytkowania serwisów można zaliczyć: web beacon oraz analizę tagów z JavaScript.

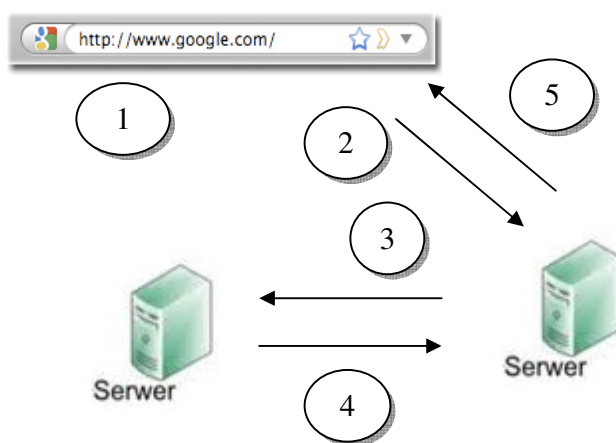
Web beacon to jednopikselowe, przezroczyste obrazy w formacie GIF umieszczane na stronach internetowych. W dzisiejszych czasach web beacon stosowane są najczęściej

do śledzenia tzw. kampanii on-line. Kampania on-line to marketingowe e-mail wysyłane w formie newsletterów, mailingów reklamowych czy e-maili informacyjnych do swoich obecnych i potencjalnych (przyszłych) klientów.

Proces zbierania danych w celu utrzymania dziennika z zapisem zgodnym z web-beacon przebiega następująco:

1. Użytkownik wpisuje adres strony WWW w przeglądarce internetowej;
2. Zapytanie zostaje wysłane do serwera, na którym znajduje się serwis internetowy;
3. Serwer wysyła z powrotem treść strony internetowej wraz z zapytaniem o jednopikselowy obrazek znajdujący się na drugim serwerze;
4. Strona w trakcie ładowania wysyła zapytanie do drugiego serwera wraz z informacją o przeglądanej stronie internetowej;
5. Serwer wysyła obrazek GIF wraz z kodem, klient wysyła zapytania który jest w stanie czytać ciasteczka, przechwytyjąc tym samym animowane informacje o adresie IP użytkownika, czasie oglądania strony itp.

Zilustrowano go symbolicznie na rys. 3.3.4.

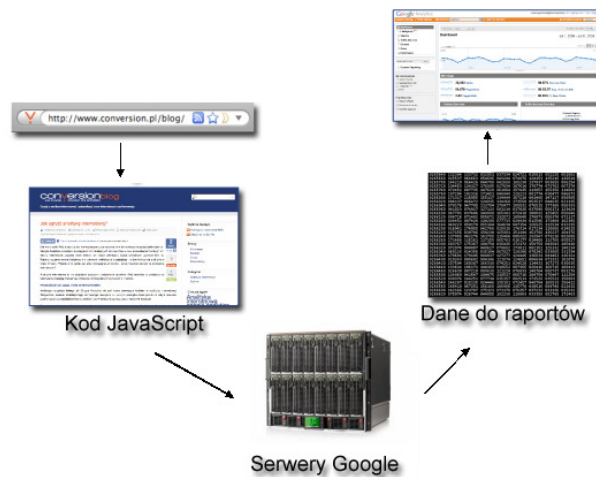


**Rysunek 3.3.4** Proces zbierania danych o użytkownikach, poprzez pliki logów - web beacon  
*Źródło: opracowanie własne*

Inną metodą zbierania danych o użytkownikach ze stron internetowych są tagi JavaScript. Jedną ze znanych metod otrzymywania tagów jest Google Analytics. Popularność i funkcjonalność, a przede wszystkim minimalny koszt zbierania danych sprawia, że jego implementacja umożliwia mierzenie oraz optymalizację ruchu na stronie.

Proces zbierania danych przykładowego dziennika tagów z JavaScript dla serwisu Google Analytics przebiega następująco:

1. Użytkownik wpisuje adres strony WWW w przeglądarce internetowej;
  2. Zapytanie zostaje wysłane do serwera, na którym znajduje się witryna;
  3. Podczas ładowania strony internetowej w oknie przeglądarki, wykonywany jest skrypt kodu śledzącego. W tym momencie ciasteczka (ang. *cookies*) pierwszej kategorii są czytane i nadpisywane;
  4. Informacje zostają wysyłane do zabezpieczonego serwera Google, na którym informacje są modyfikowane i składowane. Gromadzenie i obróbka danych jest procesem ciągłym, dlatego dane na platformie Google Analytics dostępne są regularnie.
- Zilustrowano go symbolicznie na rys. 3.3.5.



**Rysunek 3.3.5** Proces zbierania danych o użytkownikach, poprzez pliki logów z Google Analytics  
*Źródło: opracowanie własne*

Metody odkrywania wiedzy ukrytej w dziennikach logów oraz proces zbierania danych z plików logów przebiega w dwóch fazach off-line oraz on-line.

W fazie off-line jest wykorzystaniem pliku logu serwera do odkrywania odpowiednich profili zachowań użytkowników reprezentowanych przez zbiory lub sekwencje stron internetowych. Faza ta realizowana jest asynchronicznie względem połączeń użytkowników, np. w odstępach tygodniowych lub miesięcznych [203]. W fazie tej stosowane są różne techniki eksploracji danych, po uprzedniej transformacji i oczyszczeniu pliku logu. Podstawowe znaczenie ma grupowanie (ang. *clustering*) [82], która polegają na podziale zbioru obiektów na grupy w taki sposób, aby obiekty wewnątrz każdej z grup były maksymalnie podobne do siebie, a jednocześnie możliwie jak najbardziej różniące się od obiektów przydzielonych do innych grup. Grupowanymi obiektami są sekwencje lub zbiory



stron reprezentujące poszczególne sesje użytkowników [204, 205]. Do grupowania wybierane są algorytmy, które oprócz podziału na grupy dostarczają opis poszczególnych grup, w tym wypadku w postaci zbioru stron internetowych lub ścieżek nawigacyjnych typowych dla danej grupy. Proces grupowania może być poprzedzony fazą odkrywania asocjacji [1, 170] lub wzorców sekwencyjnych [2, 3, 178], jeśli stosowany algorytm grupowania tego wymaga.

Faza on-line wykorzystuje znalezione grupy stron lub ścieżek nawigacyjnych do tworzenia dynamicznych rekomendacji dla użytkowników, czyli zbioru łączników do dokumentów zawartych w serwisach internetowych, którymi ci użytkownicy będą najprawdopodobniej (statystycznie) zainteresowani [204]. Faza ta jest realizowana podczas obsługi każdego żądania użytkownika. Od chwili pierwszego podłączenia się użytkownika do serwera WWW, wszystkie operacje tego użytkownika są rejestrowane w formie tzw. historii sesji. Za każdym razem, kiedy użytkownik żąda przesłania dokumentu, historia jego sesji jest dopasowywana do odkrytych profili zachowań i wybierane są te profile, które wykazują się największym dopasowaniem. Zbiór łączników do dokumentów opisujących dopasowane profile staje się dodatkowym elementem wizualnym, który dynamicznie jest dołączany do żądanego dokumentu [205].

Z analizy zaprezentowanych metod zbierania danych odwzorowujących preferencje użytkowników serwisów internetowych w architekturze tych serwisów wynikają ich wady i zalety, które zaprezentowano w tab. 3.3.1. Najbardziej pełnym rozwiązaniem w zakresie identyfikacji preferencji użytkowników jest połączenie wszystkich tych metod. Dzienniki logów są jedynym narzędziem, które daje możliwość śledzenia robotów wyszukiwarek, dlatego powinny być używane, aby optymalizować działania w sferze pozycjonowania w wyszukiwarkach internetowych. Obrazy web beacon mogą być używane jako uzupełnienie do zbierania informacji za pomocą tagów JavaScript przy śledzenia kampanii on-line. Stanowią one jedną z lepszych form śledzenia współczynnika otwarć, który jest stosunkiem otwartych e-maili do wszystkich wysłanych elektronicznych wiadomości i jest jednym ze wskaźników stanowiących o efektywności newslettera. Tagi JavaScript powinny być brane pod uwagę jako główne narzędzie analizy danych na stronie internetowej. W obecnych czasach narzędzia tej klasy pozwalają na uzyskanie największej liczby informacji o użytkowniku i są dynamicznie rozwijane przez usługodawców.

**Tabela 3.3.1** Wady i zalety metod zbierania danych z serwisów internetowych

	Serwery logów	Web beacons	Tag JavaScript
<b>Zalety</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>są jedynym narzędziem, które rejestruje działalność robotów wyszukiwarek,</li> <li>informacje zbierane za ich pomocą są zawsze dostępne – jest to automatyczna konfiguracja każdego serwera (jeśli mówimy o standardowych rozwiązaniach),</li> <li>posługując się dziennikami serwerowymi firma jest właścicielem danych – są one przetrzymywane na firmowym serwerze,</li> <li>jako jedyne umożliwiają całkowite śledzenie pobrań plików z serwera (nie tylko rozpoczęcie, ale również czy plik został z sukcesem ściągnięty).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ich łatwą implementację,</li> <li>możliwość wskazania danych, które mają być zbierane,</li> <li>możliwość korzystania z narzędzi do zbierania statystyk na temat kampanii newsletterowych,</li> <li>jeżeli obrazy umieszczane są na kilku witrynach mogą być używane do śledzenia jednego użytkownika korzystającego z wielu witryn.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>są bardzo proste w implementacji,</li> <li>w przypadku braku dostępu do serwerów (brakiem własnej infrastruktury IT) jest to praktycznie jedyne dostępne narzędzie,</li> <li>przechowywanie stron internetowych w cache przeglądarek nie stanowi problemu,</li> <li>w łatwy sposób można je dopasowywać do indywidualnych wymogów i śledzić dodatkowe elementy na wybranych podstronach</li> <li>umożliwiają zbieranie danych ze stron typu RIA (ang. <i>Rich Internet Application</i>)</li> <li>narzędzia tej klasy mogą umożliwiać zbieranie i analizowanie danych w czasie rzeczywistym.</li> </ul>
<b>Wady</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>narzędzie zostało zaprojektowane do śledzenia błędów serwerów, przez co nie dostarcza wystarczających informacji biznesowych i marketingowych,</li> <li>adaptacja dzienników serwerów wymaga ścisłej współpracy z działem IT, co spowalnia proces wprowadzania zmian,</li> <li>dzienniki serwerów zbierają informacje na temat wszystkich wywołań – nie tylko stron, ale również obrazów, plików, wywołań robotów wyszukiwarek, przez co dane muszą być dokładnie odfiltrowane, aby można było na ich podstawie wnioskować,</li> <li>ponieważ część stron przechowywana jest w pamięci podręcznej przeglądarek, część ruchu jest w ogóle nie widoczna w tej metodzie (ok. 10%).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>z powodu możliwości śledzenia jednego użytkownika na wielu witrynach to narzędzie ma złą reputację – wielu użytkowników uważa, że narusza ono ich prywatność, przez co wyłączają obsługę ciasteczek w swoich przeglądarkach,</li> <li>jeżeli obrazy są wyłączone w klientach poczty e-mail (a staje się to domyślnym ustawieniem wielu programów) dane nie mogą być zbierane przy zastosowaniu tej metody,</li> <li>narzędzia nie można tak łatwo dostosować do indywidualnych potrzeb jak np. tagów JavaScript.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>niepełna lub niepoprawna implementacja powoduje, że tracimy dane na zawsze (nie można powrócić, aby ponownie przeanalizować niektóre dane),</li> <li>część użytkowników posiada wyłączone ciasteczka, obsługę JS lub ich zapory sieciowe blokują wykonywanie skryptów tego typu (ok. 5% ruchu na stronie),</li> <li>brak możliwości zliczania faktycznej liczby pobrań plików (możemy zmierzyć jedynie liczbę rozpoczęć pobierania, która jest daleka od liczby pobrań zakończonych sukcesem),</li> <li>brak możliwości śledzenia aktywności robotów wyszukiwarek internetowych (w Polsce jest to niedużym problemem bo Google posiadający 93% udziały w rodzimym rynku udostępnia nam Narzędzia dla Webmasterów),</li> <li>brak możliwości pełnego śledzenia kampanii newsletterowych za ich pomocą</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [212]

### 3.4 Eksploracja danych zawartych w dziennikach logów w serwisach internetowych

Na podstawie danych zgromadzonych w strukturach serwisów internetowych w formie dzienników logów, tag'ów czy web beacon'ów w celu oceny i badania preferencji użytkowników tych serwisów mogą być zastosowane ogólnie znane metody odkrywania wiedzy i eksploracji dużych kolekcji danych.

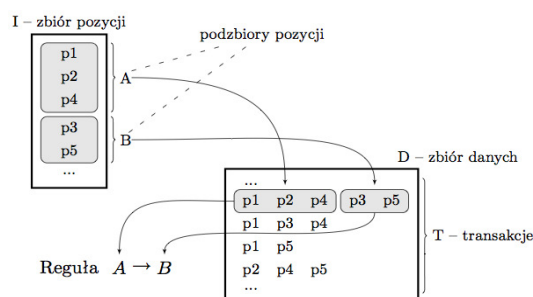
Do technik eksploracji danych stosowanych w analizie logu serwera WWW [123] należą:

- odkrywanie częstych ścieżek nawigacji;
- odkrywanie wzorców sekwencji i reguł asocjacyjnych;
- klasyfikacja oraz grupowanie.

Odkrywanie częstych ścieżek nawigacji (ang. *path traversal patterns*) polega na wyróżnieniu z logu transakcji mających postać tzw. maksymalnych odwołań w przód (ang. *maximal forward reference*) [123]. Transakcje tego typu są sekwencjami dostępu do stron realizowanymi jako odwołania do wcześniej nieodwiedzonych dokumentów. Każda sekwencja kończy się stroną, z której nastąpił powrót do poprzedniego dokumentu lub, która kończy sesję użytkownika. Przyjmuje się, że tylko ostatnia ze stron tworzących sekwencję była odwiedzona ze względu na jej zawartość. Pozostałe są traktowane jako strony odwiedzone w ramach nawigacji do interesującego użytkownika dokumentu [203]. Odkrywanie częstych ścieżek nawigacyjnych została zaproponowana przez Chen M. [27, 28] z myślą o użytkownikach w środowiskach, w których informacja dostarczana jest w formie wielu dokumentów powiązanych ze sobą siecią wzajemnych odwołań. Aby możliwe było zastosowanie algorytmów eksploracji danych, trzeba wstępnie przetworzyć informację zawartą w logu serwera WWW poprzez odfiltrowanie nieistotnych wpisów oraz identyfikację transakcji poszczególnych użytkowników. Ponadto, należy umożliwić zapisy w logu tak, aby w jak największym stopniu odzwierciedlały faktyczne odwołania użytkowników do dokumentów znajdujących się na serwerze, a także stosować mechanizmy pozwalające na stwierdzenie, które odwołania są odwołaniami jednego użytkownika. Metody te są przeznaczone do odkrywania wiedzy ukrytej w logu serwera WWW.

Techniką eksploracji danych stosowaną w analizie logu serwera WWW jest również odkrywanie wzorców sekwencji (ang. *sequential patterns*) [2]. Są to techniki ukierunkowane na wykrywanie powtarzających się wzorców w zachowaniach klientów reprezentowanych przez sekwencje ich transakcji. Bardzo podobnym problemem jest odkrywanie częstych epizodów (ang. *episodes*) w sekwencjach zdarzeń [80, 114], gdzie zdarzeniami mogą być odwołania do konkretnych stron przez użytkowników Internetu. W przypadku analizy logu serwera WWW odkrywanie wzorców w sekwencjach odwołań mających miejsce w różnych sesjach użytkownika jest utrudnione, gdyż identyfikacja użytkowników w czasie wykraczającym poza pojedynczą sesję jest zadaniem bardzo trudnym. Znajomość tego typu wzorców może być pomocna przy planowaniu strategii marketingowych [204] związanych z eksploatacją serwisów.

Reguły asocjacyjne (ang. *association rules*) zostały zaproponowane przez Agrawala R. [3] z myślą o analizie koszyka zakupów (ang. *market basket analysis*). Kojarzenie (ang. *association*) sprowadza się do odszukiwania danych, które wiążą się z zadaniem zdarzeniem lub inną daną. Jest to metoda, której wyniki są jednymi z najłatwiejszych do interpretacji i obrazują to, co większość osób wyobraża sobie jako odkrywanie wiedzy. Proces ten polega na znajdowaniu związków pomiędzy występowaniem grup elementów (atrybutów czy też wartości) w zbiorach danych. Szukane związki mają postać: występowanie określonego wzorca implikuje wystąpienie innego wzorca [107]. Reguły asocjacyjne pozyskiwane są poprzez analizę zbioru danych D (rys. 3.4.1), który składa się z rekordów  $p1, p2, p3, \dots$ , gdzie często nazywanym zbiorem transakcji T. Każda transakcja składa się z pozycji ze zbioru I [107]. Dla każdej transakcji T i podzbioru pozycji A, mówimy, że T zawiera A, gdy  $A \subseteq T$ . Należy zaznaczyć, że transakcje T to są kolejne odwiedziny pojedynczego użytkownika w serwisie internetowych.



**Rysunek 3.4.1** Pozyskiwanie reguł asocjacyjnych  
*Źródło: pracowanie własne na podstawie: [3]*

Regułę asocjacyjną można przedstawić w postaci zgodnej ze wzorem (3.4.1) [1, 2].

$$A \rightarrow B \quad (3.4.1)$$

gdzie:

$A, B$  – podzbiory pozycji, które pochodzą z pewnego zbioru pozycji  $I$ ,

$\rightarrow$  rodzaj powiązania (asocjacji).

przy czym podzbiory  $A$  i  $B$  muszą być rozłączne ( $A \cap B = \emptyset$  gdzie  $\emptyset$  oznacza zbiór pusty a  $\cap$  iloczyn mnogościowy zbiorów).

Dla określenia, w jakim stopniu reguła  $A \rightarrow B$  jest prawdziwa stosuje się odpowiednie miary, do których należą wsparcia i zaufania reguły. Pod pojęciem wsparcia (ang. *support*) rozumie się stosunek liczby transakcji z bazy  $D$ , które wspierają wzorec do liczby wszystkich transakcji  $T$  w bazie  $D$ . A pod pojęciem zaufanie (ang. *confidence*) do reguły określa, z jakim prawdopodobieństwem występowanie w transakcji poprzedni użytkownik implikuje wystąpienie następnika użytkownika. Więcej na temat wsparcia i zaufania w publikacjach [107].

Algorytmy wykorzystywane do odkrywania reguł asocjacyjnych (np. Algorytm Apriori [2, 3]) powinny odkrywać reguły logiczne zapisane w postaci implikacji. Mają one postać implikacji  $X \rightarrow Y$ , gdzie  $X$  i  $Y$  są zbiorami dzienników logów. Odkrywanie reguł asocjacyjnych z dzienników logów może posłużyć do uzyskania informacji o zbiorach stron, do których użytkownicy mają tendencję odwoływać się w ramach pojedynczej sesji. Dlatego przed odkrywaniem tych reguł dane zawarte w logu są transformowane do postaci zbioru transakcji obejmujących dostępy do stron w ramach jednej sesji. Zastosowania algorytmów kojarzenia (ang. *association*) mogą być następujące:

– dane z plików „log” pozwalają określić, że jeżeli użytkownik odwiedził stronę  $A$  serwisu internetowego, to w  $X\%$  przypadków odwiedzi stronę  $B$ ;

– dane z plików „log” pozwalają określić, że jeżeli użytkownik odwiedził stronę  $B$  serwisu internetowego, to w  $X\%$  przypadków opuści serwis.

Do jednej z technik eksploatacji danych należy również grupowanie (ang. *clustering*) i klasyfikacja (ang. *classification*) [82] użytkowników. Eksploracja danych dostarcza algorytmy, które lepiej radzą sobie z dużą ilością danych wejściowych, z dużą liczbą atrybutów opisujących klasyfikowane lub grupowaniem obiektów oraz brakiem naturalnych

miar podobieństwa między obiektami. Klasyfikacja polega na znalezieniu cech, charakterystyk i opisów w zbiorze klasyfikowanych obiektów. Opisy te mogą mieć np. postać reguł pozwalających ocenić, do jakiej klasy dany obiekt należy. Celem klasyfikacji użytkowników serwisów internetowych na podstawie ich zachowania może być określanie ich profilu, np. określenie klasy użytkowników zainteresowanych konkretnym zbiorem dokumentów zawartych w serwisie [204]. Grupowania jest to podział zbioru obiektów na grupy w taki sposób, aby podobieństwo między obiektami, które znajdują się w tej samej grupie, było jak największe, a między obiektami z różnych grup jak najmniejsze. Grupowanie stosowane jest na przykład do wyodrębniania grup użytkowników posiadających podobne charakterystyki i zainteresowania w celu opracowania trafniejszych strategii marketingowych. Propozycją wykorzystania grupowania w środowisku serwisów internetowych jest dynamiczna zmiana połączeń między dokumentami zgodnie z przewidywanymi preferencjami użytkowników [205] przykładowo:

- dane z plików „log” o zachowaniu się użytkowników na stronach serwisów internetowych pozwalają odkryć regułę wskazującą, że użytkownicy z kraju  $A$  w  $X\%$  przypadków są zainteresowani zakupem produktu  $P$ ;
- dane z baz danych sprzedaży pozwalają odkryć regułę mówiącą, że użytkownicy serwisów internetowych z przedziału wiekowego  $W_1 - W_2$  w  $X\%$  przypadków kupują produkt  $P$ .

Specyfika eksploracji danych zawartych w logu serwera WWW wynika głównie z faktu, że wymagana wstępna obróbka danych nie jest zadaniem łatwym. Ważna jest też zgodność informacji w logu serwera WWW z rzeczywistością. Ponadto, aby zwiększyć wiarygodność odkrytej wiedzy wskazane jest stosowanie technik pozwalających na gromadzenie pełniejszej informacji o dostęпах do serwera (dodatkowa autoryzacja i eliminacja wpływu pamięci podręcznej).

### 3.5 Istotność informacji zawartych w logu serwera WWW

Użyteczność serwisów internetowych zależy od preferencji użytkowników tych serwisów, badanych metodami opartymi na danych zgromadzonych w tzw. dziennikach logów. Informacje zawarte w dziennikach logów są źródłem użytecznej wiedzy pozwalającej m. in. na wyszukanie odpowiednich danych, aby lepiej zaprojektować strony internetowe,

trafniejsze kierowanie ogłoszeń i reklam do użytkowników czy przy określaniu strategii marketingowej w ramach np. elektronicznego biznesu. Dokonując analiz plików logu serwera WWW należy podkreślić, że występują niedoskonałości mechanizmu odnotowania przez serwer odwołań użytkowników do dokumentów. Informacje zawarte w logu mogą być niepełne ze względu na wykorzystywane serwery proxy i podręczne pamięci przeglądarek [143]. Użytkownicy uzyskują dostęp do Internetu poprzez serwer proxy. Zapisy w dziennikach logów odpowiadają odwołaniom użytkowników komputerów „ukrytych”, które są opisane adresem serwera proxy. Pirolli P. i in [142] zaproponowali metodę wykrywania takich sytuacji w oparciu o założenie, że jeśli dane odwołanie dotyczy dokumentu, do którego nie ma łącza w poprzednio żądanym dokumencie, to prawdopodobnie żądania są kierowane przez dwóch różnych użytkowników. Aby uwiarygodnić informacje zawarte w logu serwera WWW stosuje się oprócz dodatkowych informacji (cookies lub dodatkowa autoryzacja) metody, które badają istotności danych logów WWW zawartych w serwisach internetowych. W literaturze można wyróżnić wiele metod poświęconych badaniom istotności tj. testy istotności statystycznej czy zbiory przybliżone.

Testy istotności [69, 206] są to testy, w którym na podstawie wyników próby losowej podejmuje się tylko decyzje odrzucenia hipotezy, która się sprawdza, bądź stwierdza się brak podstaw do odrzucenia tej hipotezy. W przypadku testów istotności nie podejmuje się decyzji o przyjęciu hipotezy, ponieważ bierze się tylko pod uwagę błędy pierwszego rodzaju, a jego prawdopodobieństwo to poziom istotności, nie uwzględnia się natomiast konsekwencji popełnienia błędu drugiego rodzaju. Testy istotności powstają w taki sposób, że w zależności od hipotezy zerowej buduje się statystykę  $Z$  z wyników  $n$ -elementowej próby i wyznacza się rozkład zbudowanej statystyki zakładając przy tym, że hipoteza zerowa jest prawdziwa. W rozkładzie wybiera się obszar  $Q$  wartości statystyki  $Z$ , aby spełniona była następująca równość wzór (3.5.1):

$$P\{Z \in Q\} = \alpha \quad (3.5.1)$$

gdzie:

$\alpha$  - ustalone z góry dowolne małe prawdopodobieństwo,

$Q$ - obszar krytyczny testu.

W przypadku testów istotności, jeżeli wartość statystyki  $Z$  z próby znajdzie się w obszarze krytycznym  $Q$ , to podejmowana jest decyzja odrzucenia hipotezy zerowej na rzecz hipotezy alternatywnej, Jeżeli wartość statystyki  $Z$  z próby nie znajdzie się w obszarze krytycznym  $Q$ , to nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej (nie jest równoznaczna z przyjęciem hipotezy zerowej).

W skład rodziny testów istotności wchodzi:

- porównanie wartości średniej serii z wartością prawdziwą;
- porównanie odchyleń standardowych dwóch serii – test F;
- porównanie wartości średnich dwóch serii;
- porównanie wartości dwóch serii parami.

W przypadku badania logów serwisów pod względem istotności w testach statystycznych można się pomylić i odrzucić hipotezę, która była prawdziwa (błąd pierwszego rodzaju) [68, 206].

Kolejną metodą do badań nad istotnością są zbiory przybliżone [134 - 136], które ułatwiają tworzenie reguł ze zbioru danych oraz umożliwiają badanie danych pod względem nie tylko istotności, ale i pewności reguł które ta metoda generuje. Zbiory przybliżone są zbiorami określonymi na przestrzeni podzielonej w sposób dyskretny i mają tę ciekawą właściwość, że elementy znajdujące się w obszarze zbioru elementarnego są między sobą nierozróżnialne i posiadają wartości wszystkich cech takich jak zbiór elementarny. Funkcja przynależności do zbioru przybliżonego przyjmuje wartości odpowiadające numerowi grupy, do której dany element został przypisany. Aby określić istotność poprzez zbiory przybliżone tworzy się tablicę informacyjną na podstawie dyskretyzacji atrybutów. Wyróżnia się różne metody dyskretyzacji [133]:

- podział równymi przedziałami (ang. *equal-width interval*) - podzieli zakres przedziału atrybutu na  $N$  podprzedziałów równej długości;
- podział przedziałami o równej częstości (ang. *equal-frequency interval*) - podprzedziały zawierają w przybliżeniu taką samą liczbę obserwacji;
- ang. *ChiMerge* – zachowuje podobieństwo względnych częstości klas decyzyjnych w podprzedziałach;



– minimalizacja entropii warunkowej klas decyzyjnych (metoda ang. *Class Entropy discretization*) – są wersja lokalna, wersja wykorzystująca zasadę MDL, wersja globalizowana;

– modyfikacje algorytmów analizy skupień (aglomeracyjne z warunkiem zatrzymania)

Należy zaznaczyć, że podstawowe działania na zbiorach przybliżonych są takie same, jak działania na zbiorach klasycznych. Dodatkowo wprowadza się obszar graniczny, czyli zbiór przykładów górnego przybliżenia zbioru  $X$ , które nie należą do dolnego przybliżenia tego zbioru. Można to wyrazić za pomocą wzoru (3.5.2). Należy zaznaczyć, że istnieje możliwość zdefiniowania zbioru w oparciu o przybliżenie dolne.

$$GR(X) = GP(X) - DP(X) \quad (3.5.2)$$

gdzie:

$GR$ - obszar graniczny,

$GP$  – górne przybliżenie konceptów decyzyjnych,

$GD$  – dolne przybliżenie konceptów decyzyjnych,

$X$ - uniwersum.

Aby obliczyć istotność atrybutów bazując na teorii zbiorów przybliżonych i definicjach pozytywnego regionu oraz współczynnika względnej istotności danego atrybutu  $\sigma$ . Wartość tego parametru zamyka się w przedziale od zera do jeden. Należy zaznaczyć, że zerowa lub bardzo niska wartość otrzymanej istotności badanego atrybutu oznacza, że nie posiada wpływu lub wpływ ten jest znikomy na zmienną decyzyjną, czyli w przypadku danych z dzienników logów atrybut jest pozytywny lub negatywny. Oznacza to, że dany atrybut można usunąć z tablicy informacyjnej, ponieważ można go potraktować jako zbędny szum informacyjny niemający znaczenia dla procesu regułowego. Ma to również znaczenie ze względu na zwiększenie szybkości obliczeń oraz uzyskanie reguł decyzyjnych bez zbędnych atrybutów. Do wykonania tego kroku niezbędne jest wyznaczenie współczynnika, który jest definiowany jako wzór (3.5.6):

$$\gamma(C, D) = \frac{\text{card}(\text{Pos}_C(D))}{\text{card}(U)} \quad (3.5.6)$$

gdzie:

card - jest kardynalnością, czyli ilością elementów w danym zbiorze,

$\text{Pos}_C(D)$  - pozytywny obszar rodziny  $D$  w przestrzeni atrybutów warunkowych  $C$ ,

$U$  - uniwersum, czyli skończony zbiór wszystkich obiektów,

$C$  - zbiór atrybutów warunkowych,

$D$  - zbiór atrybutów decyzyjnych.

Wyznaczenie względnej istotności atrybutu warunkowego  $\sigma(a)$  dla atrybutu  $a$ , gdzie  $k \in C$  pokazuje wzór (3.5.7):

$$\sigma_{(C,D)}(q) = \frac{(\gamma(C,D) - \gamma(C - \{q\}, D))}{\gamma(C,D)} = 1 - \frac{\gamma(C - \{q\}, D)}{\gamma(C,D)} \quad (3.5.7)$$

gdzie:

$\gamma(C,D)$  - współczynnik jakości przybliżeń zdefiniowanym w równaniu 3.5.6,

$\gamma(C - \{q\}, D)$  - współczynnik jakości przybliżeń w zbiorze  $C$  bez atrybutu  $q$ .

W zbiorach przybliżonych, przełamanie tradycyjnych aksjomatów powoduje, że logika oparta na tej metodzie zyskuje nowe właściwości, które czynią ją niezwykle przydatną do rozwiązywania problemu badając wiarygodność informacji zawartych w logu serwera WWW [134, 185].

Aby uwiarygodnić informacje zawarte w dziennikach logów z wymienionych w powyższym podrozdziale sposobów obliczenia istotności wybór metody zbiorów przybliżonych w badaniu wiarygodności wydaje się skuteczniejsza, ponieważ metoda ta jest pomocna w kwestii kontroli nad dużymi zbiorami danych, których prawidłowa analiza pozwala na skuteczne działanie systemu wykorzystując odpowiednie dane [134, 185]. W przypadku testów istotności można się pomylić i odrzucić prawdziwą hipotezę, która zweryfikuje niepoprawne wyniki w badaniach dzienników logów zawartych w serwisach internetowych [69, 206].

\* \* \*

Z przeprowadzonej analizy odkrywania wzorców preferencji użytkowników serwisów internetowych wynika, że istniejące techniki nie uwzględniają zmiennych wymagań informacyjnych, jakie dostarczają użytkownicy. Badania użyteczności serwisu z użyciem metod eksploracyjnych dostarczają ocen użyteczności na podstawie danych z przeszłości, przy czym przeszłość nie zawsze jest zgodna z przyszłością zwłaszcza, że serwisy internetowe starzeją się a preferencje użytkowników w czasie ulegają zmianie. Należy również zaznaczyć, że im przeszłość jest bardziej odległa od terażniejszości, tym trudniej dokonywać ocen o terażniejszości na podstawie odległych danych historyczne – mogą one nie tylko zniekształcać prognozy, ale mogą być również niewystarczające. Aby dobrze ocenić serwisy internetowe należy zbadać również terażniejsze i przyszłe preferencje użytkowników tych serwisów. Dlatego istnieje konieczność opracowania takiej metody, która w szerszym zakresie niż metody dotychczas stosowane zminimalizują lukę informacyjną o zmiennych potrzebach użytkowników i dopasuje serwisy internetowe do oceny użyteczności uwzględniając dane rzeczywiste poprzez odpowiednią weryfikację informacji zawartą w dziennikach logów. Przedstawione konkluzje pokazują, że tak naprawdę występuje wiele różnych czynników, które mają wpływ na ocenę preferencji oraz użyteczności serwisów i aby ocena metody użyteczności była dopasowana do tych czynników musi być podjęta wielokryterialnie.

## Rozdział IV

# Wielokryterialny charakter oceny użyteczności serwisów internetowych

### 4.1 Wprowadzenie

W ocenie użyteczności serwisów bierze się pod uwagę wiele atrybutów użytkowania serwisów. Jak już wcześniej wspomniano w pracy ta ocena musi być wielokryterialna i dlatego w tym rozdziale zostaną omówione różne metody wielokryterialnej oceny i wielokryterialnego wyboru procesu oceny jako proces wyboru wskaźnika miary (charakterystycznych i istotnych atrybutów), które są niezbędne do tej oceny. Problem doboru odpowiedniej metody oceny wielokryterialnej do określonych zastosowań jest podejmowany w szeregu publikacji. W pracach tych określenie najlepszej metody wielokryterialnej mającej rozwiązać określony problem następuje w sposób niesformalizowany a autorzy dokonują analizy metod i posługując się heurystykami wskazują najlepszą z nich. Aby sformalizować procedurę wyboru metody oceny wielokryterialnej mającej największą przydatność w ocenie użyteczności serwisów internetowych przeanalizowano istniejące metody do zmiennych potrzeb preferencji użytkowników, po to by wskazać użyteczność tych metod w rozwiązaniu problemu badawczego, podjętego w pracy. Efektem pracy przeprowadzonych w tym zakresie jest pomoc przy konstrukcji metody oceny użyteczności serwisów internetowych.

### 4.2 Klasyfikacja metod oceny wielokryterialnej

Metody wielokryterialne są stosowane w wielu naukach i wielu dziedzin. Dla każdego z obszarów praktycznych opracowano specyficzne podejścia rozwiązywania problemów, natomiast każdy obszar nauki rozważa inne aspekty oceny przez człowieka. Nauki matematyczne skoncentrowane są na technikach modelowania rzeczywistości i efektywnego poszukiwania wyboru najlepszych ocen na podstawie otrzymanych danych. Nauki humanistyczne analizują behawioralne aspekty dokonywania wyborów oraz przesłanek, które kierują człowiekiem określającym swoje preferencje. Rozwiązania

informatyczne ukierunkowane są na cały proces wyboru: od elaboracji problemu przez decydenta do racjonalności ekonomicznej rozważanych alternatyw [65].

Definicję zagadnienia wielokryterialnego problemu wyboru według Roy'a [153, 154]: aktywności osoby, która wykorzystuje jasno sprecyzowane, lecz niekoniecznie sformalizowane modele ocen. Modele te pomagają uzyskać odpowiedzi na pytania zadawane przez osobę zaangażowaną w proces wyboru. Odpowiedzi te mają na celu wyjaśnienie otrzymanej oceny oraz rekomendację zachowań, które wyrażają spójność pomiędzy postępowaniem procesu wyboru, celami oraz systemem wartości decydenta. Wybór wariantu oceny dokonywany jest w celu osiągnięcia najlepszej konsekwencji, z punktu widzenia decydenta, będącej rezultatem implementacji tego wariantu. Roy B. definiuje konsekwencję jako: *„każdy skutek lub atrybut wariantu a, który może interferować z celami lub z systemem wartości uczestnika procesu wyboru(...) jest to element, dla którego uczestnik tworzy, uzasadnia lub transformuje swoje preferencje”* [153].

Zadaniem wyboru oceny jest wierne odwzorowanie rzeczywistości, przy czym nie bierze się pod uwagę preferencji decydenta. Należy zaznaczyć, że w procesie decyzyjnym te preferencje się uwzględnia. Ocena powinna opierać się na pozyskaniu wiarygodnych danych opisujących rzeczywistość, oraz na rzetelnym zebraniu preferencji od decydenta. Wynikiem takiego podejścia jest ocena oparta na analizie metodami heurystycznymi, statystycznymi, sztucznej inteligencji oraz za pomocą dostępnych danych i subiektywnym procesie analizy wykonanym przez ludzki umysł [164, 165]. Cel takiej oceny można zdefiniować jako ustalenie relacji wzajemnego przewyższania pomiędzy występującymi wariantami.

W zależności od kategorii problemu, jaki występuje w badaniu określa się wariant, lub sporządza się ranking wariantów pod względem stopnia preferencji decydenta. Zadanie jest złożone ze względu na istnienie różnych kryteriów opisujących dostępne alternatywy i różne preferencje decydenta odnośnie tych kryteriów. Stąd brane pod uwagę są wartości rzeczywiste poszczególnych kryteriów.

Wielokryterialne podejście do oceny użyteczności serwisów internetowych dzieli się na różne grupy. W przypadku wykorzystania metod opartych o relację przewyższania, pierwszą taką grupą jest agregacja, której cel oparty jest na identyfikacji relacji przewyższania pomiędzy alternatywami. Drugą grupą jest eksploatacja tych relacji w celu wyboru

najlepszego wariantu ( $\alpha$ ), klasyfikacji wariantów do zdefiniowanych grup ( $\beta$ ) lub konstrukcji rankingu ( $\gamma$ ) [63 – 64, 176].

Według [146, 147] wybór metody oceny wielokryterialnej można podzielić na cztery kategorie wynikają z określonego aspektu planowanego wyboru oceny i z celu, jaki jest oczekiwany od wspomagania tego procesu. Kategorie te obejmują [176]:

- problematykę opisu - opis rzeczywistości czyli sporządzenie opisu potencjalnych akcji oraz identyfikacja kryterium lub rodziny kryteriów;

- problematykę wyboru - analiza - wspomaganie decydenta skoncentrowane jest na wyborze małej liczby „dobrych” propozycji, wybór nastawiony jest na wybór najlepszej opcji z rozważanego podzbioru;

- problematykę przyporządkowania - ocena problemu decyzyjnego - problem przypisania alternatywy do jednej z dostępnych kategorii;

- problematykę rankingu - decyzja czyli sporządzenie rankingu wariantów decyzyjnych według zdefiniowanych kryteriów i określonej relacji przewyższania.

Wsparcie decydenta występuje na wszystkich etapach procesu wyboru. Decydent oczekuje wspomagania przy procesie wyrażania jego potrzeb celem najrzetelniejszego określenia sytuacji której się znajduje, przy określaniu jego wag, w celu konstrukcji modelu najlepiej oddającego jego oczekiwania. Z wariantami wyboru związane jest zagadnienie poszukiwania kryteriów w heterogenicznym środowisku rozproszonym (na przykład sieć Internet).

### **4.3 Przegląd wielokryterialnych metod w ocenie użyteczności serwisów internetowych**

Zastosowanie wielokryterialnych metod w serwisach internetowych opiera się na koncepcji stworzenia w sposób otwarty lub wirtualny superdecydenta, w którym sumują się indywidualne użyteczności (ang. *utilities*) stron internetowych [58-64]. Problem oceny użyteczności serwisów internetowych jest szczególnie złożony z uwagi na ilość, a czasem nawet nieporównywalność kryteriów, jakie należy rozważyć. Podjęcie odpowiedniej decyzji wymaga oparcia na odpowiednim aparacie badawczym. Metodologia wielokryterialnych metod wyróżnia wiele metod i technik stosowanych w zakresie modelowania preferencji i agregacji danych. Należy zaznaczyć, że określenie najlepszej metody wielokryterialnej

mającej rozwiązać określony problem następuje w sposób niesformalizowany [153, 165]. W niniejszej pracy, aby sformalizować procedurę wyboru metody oceny wielokryterialnej mającej największą przydatność w ocenie użyteczności serwisów internetowych, posłużono się aparatem wielokryterialnego wspomaganie wyboru oceny. W tab. 4.3.1 zawarte jest zestawienie wybranych metod wielokryterialnych pomocnych w ocenie użyteczności serwisów internetowych.

**Tabela 4.3.1** Zestawienie wybranych metod wielokryterialnych

Metoda	Opis procedury	Techniki działania
<b>Pojedyncze zszyntetyzowane kryteria</b>		
<b>UTA</b> (ang. <i>Utility Theory Additive</i> )	Addytywna Teoria Użyteczności. Oszacowanie wartości funkcji kryterialnych z wykorzystaniem skali porządkowej.	Agregacja wartości
<b>AHP</b> (ang. <i>Analytic Hierarchy Process</i> )	Konwersja subiektywnych względnych ocen w zbiór wag kryteriów. Wykorzystuje macierze porównań parami wszystkich alternatywnych decyzyjnych i ich przekształcenie w końcowy ranking alternatyw	Wektor własny
<b>TOPSIS</b> (ang. <i>Technique for Order by Similarity to Ideal Solution</i> )	Wybrana Alternatywa powinna być najbliższa rozwiązaniu idealnego i jednocześnie najbardziej odległa od rozwiązania przeciwnego do idealnego	Odległość euklidesowa
<b>Metody przewyższania</b>		
<b>ELECTRE IS</b>	Rozwiązuje problem wyboru, posiada kryterium prawdziwe i występują w niej progi równoważności i preferencji.	Metoda teorii grafów (rdzeń)
<b>ELECTRE II</b>	Wykorzystuje dwie relacje przewyższania: słabą i silną	Metoda teorii grafów
<b>ELECTRE III</b>	Przewyższanie wyrażane jest za pomocą indeksów wiarygodności	Metoda teorii grafów
<b>ELECTRE IV</b>	Jak ELECTRE II z tym, że nie wykorzystuje wag.	Metoda teorii grafów
<b>ELECTRE IV</b>	Procedura polega na redukowaniu rozmiaru zbioru niezdominowanych alternatyw.	Metoda teorii grafów
<b>ELECTRE TRI</b>	Jak ELECTRE II tylko zajmuje się ona zagadnieniem sortowania, wykorzystuje pseudo-kryteria.	Metoda teorii grafów
<b>PROMETHEE I</b>	Bazuje na podobnych zasadach jak ELECTRE. Wprowadza sześć funkcji określającą preferencje dla kryterium oraz metodę określania częściowego rankingu alternatyw	Metoda teorii grafów (przepływy)
<b>PROMETHEE II</b>	Rozszerza PROMETHEE I, tworzenie pełnego rankingu alternatyw	Metoda teorii grafów (przepływy)
<b>MELCHIOR</b>	Jest rozszerzeniem metody ELECTRE IV	Metoda teorii grafów

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [60 - 64]

Metody wielokryterialnej oceny stosowane są w sytuacjach, gdy rozwiązanie problemu sprowadza się do podjęcia ostatecznego wyboru zależy od wielu kryteriów. Metody

wymienione w tab. 4.3.1 można podzielić ze względu na zastosowanie w nich techniki agregacji kryteriów na metody z następującymi formami:

- metody oparte na relacji przewyższania;
- metody oparte na funkcji użyteczności;
- metody oparte na regułach decyzyjnych.

Metody oparte o relację przewyższania (forma relacyjna), wywodzi się z tzw. europejskiej szkoły podejmowania decyzji. Koncentrują się ona na tworzeniu charakterystycznej relacji między wariantami wyboru, a relacja reprezentuje określone preferencje decydenta - „relacji przewyższania”. Relacja przewyższania charakteryzuje się nieprzechodnością pomiędzy parami wariantów wyboru. Wartość wynikowa globalnej preferencji  $u(a_i)$  określa stopień preferencji decydenta dla alternatywy  $a_i$ . Relację przewyższania alternatywy  $a_i$  nad alternatywą  $a_j$  opisuje stwierdzenie: alternatywa  $a_i$  jest preferowana względem alternatywy  $a_j$ , co oznacza się symbolicznie przez  $a_i \succeq a_j$ . Test na prawdziwość relacji przewyższania przedstawia wzór (4.3.1) [72].

$$\forall_{i,j} a_i \in A \wedge a_j \in A, a_i \succeq a_j \leftrightarrow u(a_i) \geq u(a_j) \quad (4.3.1)$$

gdzie:

$A$  jest przeliczalnym zbiorem wszystkich rozważanych alternatyw w problemie decyzyjnym.

Określanie preferencji częściowej, odnoszącej się do preferencji jednego z wariantów w aspekcie kryterium  $i$ , oznaczane symbolem  $\succeq$  pozwala na stwierdzenie, że  $a_i \succeq a_j$  biorąc pod uwagę wyłącznie punkt widzenia kryterium  $i$ , ma miejsce wtedy gdy wariant  $a_i$  jest „częściowo preferowany” względem wariantu  $a_j$  [72].

Zastosowanie wzajemnych porównań kryteriów (w parach) ograniczone jest możliwościami przy wartościach nienumericznych, usytuowanych na skali porządkowej lub przedziałowej. Stąd metody wykorzystujące wzajemne porównania dokonywane przez decydenta stosowane są w przypadkach, gdy alternatywy wyboru charakteryzują się zbliżonymi wartościami atrybutów oraz gdy porównywanie dokonywane jest pomiędzy wartościami leżącymi na zgodnych skalach (tych samych skalach) [161-166].



Najbardziej znanymi metodami opierającymi swoje działanie o relacje przewyższania są rodziny metod ELECTRE oraz PROMETHEE [177]. Początkiem dynamicznego rozwoju badań nad metodami opartymi o relację przewyższania było opracowanie metody ELECTRE (fr. *ELimination Et Choix Traduisant la REalité*) w 1965 roku (nazwanej wówczas MARSAN - fr. *Méthode d'Analyse, de Recherche, et de Sélection d'Activités Nouvelles*) [161].

Metoda z rodziny ELECTRE modeluje system preferencji przy pomocy binarnych relacji przewyższania, dla każdego kryterium osobno. Wspomniana relacja może przyjmować jeden z następujących czterech stanów [65]:

- stan ścisłej preferencji  $a_i$  nad  $a_j$ , co symbolicznie oznacza się jako:  $(a_iPa_j)$ ;
- stan ścisłej preferencji  $a_j$  nad  $a_i$ , co symbolicznie oznacza się jako:  $(a_jPa_i)$ ;
- stan nierozróżnialności  $a_i$  od  $a_j$ , co symbolicznie oznacza się jako:  $(a_iIa_j)$ ;
- stan nieporównywalności pomiędzy  $a_i$  i  $a_j$ , co symbolicznie oznacza się jako:  $(a_iRa_j)$ .

Według [153, 155] badanie preferencji wiąże się z identyfikacją reguł zgodności i niezgodności pomiędzy rozważanymi stanami. Metody rodziny ELECTRE są szeroko wykorzystywane w praktyce, jak również w rozważaniach akademickich. W metodzie ELECTRE I każdemu z kryteriów przypisywana jest waga, kierunek poszukiwań optymalnej wartości. Po przypisaniu wag i kierunku poszukiwań, dla każdej pary wariantów  $a_i$  oraz  $a_j$  obliczana jest wartość współczynnika zgodności  $c(a_i, a_j)$ . Współczynniki te tworzą macierz współczynników zgodności według wzoru (4.3.2):

$$c(a_i, a_j) = \frac{\sum_{k=1}^n w_k \cdot \varphi_k(a_i, a_j)}{\sum_{k=1}^n w_k} \quad (4.3.2)$$

Wskaźniki zgodności  $\varphi_k$  mogą przyjąć wartości (4.3.3):

$$\varphi_k(a_i, a_j) = \begin{cases} 1 & \text{gdy } f_k(a_i) - f_k(a_j) \geq 0 \\ \emptyset & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases} \quad (4.3.3)$$

gdzie:

$k$  - numer kryterium,

$f_k$  - kryterium oceny,

$w_k$  - waga kryterium,

$a_i, a_j$  - alternatywy,

$\varphi_k$  - wskaźnik zgodności dla kryterium,

$n$  - ilość kryteriów,

Następnie dla współczynnika zgodności wyznaczonego dla każdej pary wariantów, sprawdzane są warunki: zgodności i braku niezgodności. Warunek zgodności związany jest z kolejnym parametrem ustalonym przez decydenta, a jest nim próg zgodności  $s$ . Współczynnik zgodności  $c(a_i, a_j)$  musi być wyższy lub równy wartości progu zgodności. Sam próg zgodności zawiera się w przedziale od 0,5 do 1. Warunek braku niezgodności między  $a_j$  oraz  $a_i$  względem kryterium  $k$  gdzie  $v_k$  jest progiem zgodności formalnie jest sformułowany jako  $f_k(a_j) - f_k(a_i) \leq v_k$ . Na tej podstawie wyznaczane są zbiory zgodności i niezgodności. Następnie wyznaczana jest relacja przewyższania, która zachodzi pomiędzy wariantami, dla których warunki zgodności i braku niezgodności są spełnione. Ostatnim krokiem jest konstrukcja grafu zależności między wariantami. Konstrukcję tę rozpoczyna się od umieszczenia na najwyższym poziomie wariantów, które nie są przewyższane przez żadne inne. Na kolejnym poziomie są umieszczane warianty, przewyższane przez warianty z poziomów wyższych, itd. Konstrukcję grafu przewyższania można również rozpocząć od poziomu najniższego i sukcesywnie kierować się w stronę jego wierzchołka [65, 66, 190, 191].

Każdą z metod z rodziny ELECTRE oblicza się podobnie jak ELECTRE I na zasadzie podania kryteriów i wariantów a następnie każdemu z wariantów, w macierzy przypisywane są wartości ocen poszczególnych kryteriów. Metoda ELECTRE Is rozwiązuje problem wyboru, posiada kryterium prawdziwe, oraz występują w niej progi równoważności i preferencji, które pozwalają wyodrębnić relację słabej i silnej preferencji [8-10]. W metodzie ELECTRE II rozróżnia się słabą i silną preferencję, która przy użyciu pięciu progów podawanych dla testów określa zgodność i brak zgodności badanego problemu [8, 63, 85]. ELECTRE III zajmuje się problemem porządkowania wariantów. Opiera się ona na pseudo-kryteriach oraz podawane są progi weta i wagi kryteriów. [10, 18, 84, 98, 119]. ELECTRE IV jest zbliżona do ELECTRE III pod względem wykorzystania pseudo-kryteriów. W podobny sposób następuje tutaj wyznaczanie ostatecznego rankingu wariantów (problemem

porządkowania) [119]. W metodzie tej generowany jest ostateczny ranking wariantów. ELECTRE Tri jest metodą bardzo zbliżoną pod względem proceduralnym do ELECTRE III. Wyznaczane są współczynniki zgodności i wiarygodności oraz wskaźniki niezgodności. Zajmuje się ona zagadnieniem sortowania oraz wykorzystuje pseudo-kryteria [65, 124, 175]. MELCHIOR — stosująca pseudo-kryteria oraz wzajemną relację, jest rozszerzeniem metody ELECTRE IV. Rankingowy charakter metod ELECTRE, w szczególności „demokratyczna” zasada większości decydująca o przewyższaniu wariantów w przypadku wsparcia „koalicji” i braku silnej „opozycji”, nie sprzyja stosowaniu tych metod do indywidualnej oceny produktów. Metody ELECTRE są jednakże stosowane do oceny rozważanych usprawnień produktu [111].

Inną od ELECTRE rodziną metod stosowanych do badania preferencji w wielokryterialnej ocenie są PROMETHEE (ang. *Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations*). Służą one do wyznaczenia syntetycznego rankingu alternatyw. Polega to na obliczeniu wspólnego balansu negatywnego i pozytywnego strumienia przewyższania oraz na zastosowaniu teorii grafów. Metody te nie dopuszczają kompensacji pomiędzy kryteriami oraz nie jest w nich przeprowadzana hierarchizacja problemu wyboru [60, 198]. Nie ma tu żadnych wytycznych dla określania wag kryteriów. W skład grupy metod PROMETHEE wchodzi: PROMETHEE I [9, 16] – w której ponadto występuje ranking częściowy oraz PROMETHEE II [9, 16, 98] — ranking kompletny. W metodach tej rodziny zastosowany wyróżnia się trzy rodzaje relacji:

- stan ścisłej preferencji  $a_i$  nad  $a_j$ , symbolicznie oznaczono tę preferencję jako  $(a_iPa_j)$ ;
- stan nierozróżnialności  $a_i$  od  $a_j$ , symbolicznie oznaczono tę preferencję jako  $(a_iIa_j)$ ;
- stan nieporównywalności pomiędzy  $a_i$  i  $a_j$ , symbolicznie oznaczono tę preferencję jako  $(a_iRa_j)$  [16].

Zastosowanie metod PROMETHEE jest powszechne z powodu względnej ich prostoty. Przedstawione metody są najczęściej stosowane do rozwiązywania wielu problemów wielokryterialnych.

Z przeprowadzonej analizy metod oceny wielokryterialnej wynika, że metody te służą do rozwiązywania różnych problemów wyboru oceny. Dodatkowo metody te wymagają innego poziomu wiedzy od decydenta, który je stosuje. Są też wrażliwe na dodawanie nowych elementów do zbioru alternatyw. Wynika to ze wzajemnej zależności alternatyw.

Wprowadzenie nowej alternatywy do zbioru dotychczasowych rozważanych alternatyw może zmienić oceny wzajemnych porównań pomiędzy nimi, co świadczy o zależności oceny od zawartości zbioru alternatyw. W tym celu zaleca się umieszczanie w zbiorze alternatyw wariantu idealnego, a następnie uniemożliwienie zmiany wartości tego wariantu. Rozwiązanie to pozwala na ustalenie skali odniesienia dla wartości kryteriów/atributów oceny [165].

Wśród wyróżnionych w tab. 4.3.1 metod wielokryterialnych jak wcześniej wskazano istotną grupę stanowią metody oparte na tzw. funkcji użyteczności. Pojęcie funkcji użyteczności wprowadza się w tych metodach po to, aby ustalić ogólną jakość wariantu wielokryterialnego wyboru oraz by dokonać agregacji wszystkich kryteriów do jednej funkcji. Pozwala to na uszeregowanie i uporządkowanie, oparte je na wieloatributowej teorii użyteczności, która jest zestawem reguł i aksjomatów. Modele funkcji użyteczności mogą być różne. Metody te oparte są o różne z czego najpopularniejsze wśród nich są modele addytywne i multiplikatywne. Dążą one do odnalezienia alternatywy o najbardziej zbliżonym do optymalnego bilansie wartości kryteriów. Zasadniczym założeniem metod opartych o funkcję użyteczności jest możliwość modelowania problemu wyboru przy pomocy funkcji o wartościach rzeczywistych, która może być maksymalizowana oraz względnie minimalizowana [175, 52].

Często stosowaną metodą wielokryterialnego wyboru jest metoda hierarchicznej analizy procesu AHP (ang. *Analytic Hierarchy Process*) opracowana przez Saaty'ego [161-166]. Jednym z zastosowań tej metody jest wielokryterialna ocena, której celem jest wyszukiwanie najlepszego obiektu spośród  $n$  obiektów porównywalnych przy czym zbiór obiektów jest przeliczalny i skończony. Każde kryterium poszukiwania może wiązać się z oceną maksymalizującą lub minimalizującą. Dla ogólności prezentacji metod AHP w dalszej części zaprezentowano ocenę z maksymalizacją. W przypadku minimum wystarczy rozważyć wartości ujemne kryterium. Schemat takich poszukiwań w metodzie AHP jest zgodny z tab. 4.3.2:

**Tabela 4.3.2** Tabela poszukiwań w przykładowym zadaniu wyboru najlepszego obiektu w skończonym i przeliczalnym zbiorze obiektów

	Kryteria ( $k$ )			
	$\zeta_1$	$\zeta_2$	...	$\zeta_k$
kierunki optymalizacji	max	max	...	max
ważność kryterium wagi $w_k$	$w_1$	$w_2$	...	$w_k$
decyzje $i$	Mierniki ocen obiektów ( $m_i^{(k)}$ )			
obiekt 1	$o_{01}^{(1)}$	$o_{02}^{(2)}$	...	$o_{0k}^{(k)}$
obiekt 2	$o_{11}^{(1)}$	$o_{12}^{(2)}$	...	$o_{1k}^{(k)}$
...	...	...	...	...
obiekt $n$	$o_{n1}^{(1)}$	$o_{n2}^{(2)}$	...	$o_{nk}^{(k)}$

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [163]

Założmy, że  $o_{ij}^{(k)}$  są wielkościami liczbowymi wyrażone liczbowo przy czym liczby te mogą być również miarami jakościowymi obiektów.

Działania w metodzie AHP da się ująć w trzech etapach:

- I. Budowa macierzy porównań parami dla  $n$  obiektów osobno w ramach każdego kryterium (macierze  $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(k)}$ ) oraz dla samych kryteriów ( $\zeta_1, \dots, \zeta_k$ ) (macierz  $A^{(0)}$ ). Porównywania te prowadzą do powstania  $k + 1$  macierzy porównań parami ( $A^{(0)}, A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(k)}$ );
- II. Wyznaczenie rankingów indywidualnych dla każdej macierzy etapu I;
- III. Wyznaczenie rankingu wielokryterialnego  $m$  obiektów.

Do oceny i porównań w etapie I można użyć specjalnej skali odniesienia. W takich porównaniach używa się 9-stopniowej skali przymiotnikowej przekładnej na wartości liczbowe (rangi), którą przedstawiono w tab. 4.3.3.

**Tabela 4.3.3** Liczbowe i werbalne wartości skali preferencji dla metody AHP

Ocena liczbowa	Ocena werbalna
1	Porównywane obiekty (warianty decyzyjne lub kryteria) są równoważne
2	Decydent waha się pomiędzy równoważnością i niewielką przewagą pierwszego z porównywanych obiektów nad drugim
3	Niewielka przewaga obiektu pierwszego nad drugim
4	Decydent waha się pomiędzy niewielką przewagą i dużą przewagą pierwszego z porównywanych obiektów nad drugim
5	Duża przewaga obiektu pierwszego nad drugim
6	Decydent waha się pomiędzy dużą przewagą i istotnie większą przewagą pierwszego z porównywanych obiektów nad drugim
7	Istotna większa przewaga obiektu pierwszego nad drugim
8	Decydent waha się pomiędzy istotnie większą przewagą i ogromną przewagą pierwszego z porównywanych obiektów nad drugim
9	Ogromna przewaga obiektu pierwszego nad drugim

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [163]

Każda macierz porównań parami  $((A^{(0)}, A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(k)})$  w etapie II powinna spełniać następujące warunki (4.3.4):

$$a_{ij}^{(k)} = \frac{1}{a_{ji}^{(k)}} \text{ oraz } a_{ii}^{(k)} = 1 \text{ (k = 0,1, 2, \dots, k)}$$

$$a_{ij}^{(k)} = a_{ir}^{(k)} \times a_{rj}^{(k)}$$
(4.3.4)

Wówczas możliwe jest wyznaczenie tzw. rankingów indywidualnych według wzoru (4.3.5), gdzie obliczamy średnią wartość  $s_i^{(k)}$  elementów  $\bar{a}_{ij}^{(k)}$  w każdej z wierszy unormowanej macierzy  $\bar{A}^{(k)}$

$$s_i^{(k)} = \sum_{j=1}^m \bar{a}_{ij}^{(k)} / n$$
(4.3.5)

gdzie:

$s_i^{(k)}$  - indywidualny indeks preferencji, gdzie  $s^{(k)} = [s_i^{(k)}]$  jest wektorem rankingu indywidualnego.

Wartość indeksu  $s_i^{(k)}$  wskazuje na pozycję obiektu  $i$  w rankingu indywidualnym w ramach kryterium  $\zeta$ , tj. im wyższa wartość  $s_i^{(k)}$ , tym wyższa pozycja obiektu  $i$  w ramach danego kryterium.

Podobnie dla macierzy porównań parami samych kryteriów  $A^{(0)}$ . Wartość indeksu  $s_i^{(0)}$  wskazuje tutaj na pozycję kryterium  $i$  w rankingu indywidualnym względem pozostałych  $k - 1$  kryteriów, tj. im wyższa wartość  $s_i^{(0)}$ , tym ważniejsze kryterium.

Kolejnym krokiem metody AHP (etap III) jest wyznaczenie rankingu wielokryterialnego. Uzyskujemy go wyliczając wektor wielokryteriowych indeksów preferencji  $P = [p_i]$ . Składowe wektora  $P$  wyliczane są według następująco wzoru (4.3.6):

$$p_i = \sum_{k=1}^k s_k^{(0)} s_i^{(k)}$$
(4.3.6)

Wartość wielokryterialnego indeksu preferencji na pozycję obiektu  $i$  w rankingu wielokryterialnym, tj. im wyższa wartość indeksu  $p_i$ , tym wyższa pozycja obiektu  $i$ .

W celu sprawdzenia poprawności ocen zawartych w macierzy porównań parami należy obliczyć współczynnik spójności  $CR$ , wzór (4.3.7)

$$CR = CI / RI \quad (4.3.7)$$

gdzie:

$CR$  -współczynnik spójności,

$CI$  - indeks spójności,

$RI$  - indeks losowy.

Według Saaty'ego wartość współczynnika  $CR$  nie powinna przekraczać 0,1. Większa wartość wskazuje na niekonsekwencje w porównywaniu alternatyw parami.

Indeks spójności  $CI$  wyliczany jest za wzoru (4.3.8):

$$CI = (\lambda_{\max}^{(k)} - n) / (n - 1) \quad (4.3.8)$$

gdzie:

$n$ - ilość oznaczonych obiektów, a  $\lambda_{\max}^{(k)}$  wymaga wyznaczenia kolumnowego wektora sum częściowych  $sw^{(k)} = [sw_i^{(k)}]$ , za pomocą wzoru (4.3.9 i 4.3.10):

$$sw^{(k)} = A^{(k)} s^{(k)} \quad (4.3.9)$$

$$\lambda_{\max}^{(k)} = \sum_{i=1}^n (sw_i^{(k)} / s_i^{(k)}) / n \quad (4.3.10)$$

Indeks losowych  $RI$  jest zależny od ilości uwzględnianych kryteriów oceny obiektów. Został on opublikowany dla przypadku  $n \leq 15$ . Wartość tego współczynnika przedstawiono tab. 4.3.4.

**Tabela 4.3.4** Wartości współczynnika zgodności R dla określonych ilości kryteriów

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,58

Źródło: opracowanie własne na podstawie [121]

Wyznaczenie współczynnika spójności kończy prace związane z generowaniem rankingu indywidualnego i testowanie poprawności (spójności) macierzy porównań parami. Szerzej na ten temat: [49, 121, 161-166, 188]

Metody typu UTA (ang. *UTilits Additives*) bazują na minimalizacji błędu funkcji użyteczności przy pomocy modelu programowania liniowego. W metodzie UTA tworzymy funkcje cząstkowe użyteczności, a na ich podstawie globalną funkcję użyteczności. Do decydenta w tej metodzie należy wybór podzbiór wariantów (tzw. zbiór referencyjny), które dobrze zna [61, 62, 171]. Metoda ta tworzy ranking od najlepszego do najgorszego rozwiązania decyzyjnego. Metoda TOPSIS [60, 175] dokonuje sortowania alternatyw względem ich podobieństwa do najbardziej preferowanego wariantu [44, 117]. Podobieństwo determinowane jest na podstawie minimalizacji dystansu do najbardziej pożądanego wariantu i maksymalizacji dystansu do najbardziej niepożądanego. Szerzej na ten temat: [44, 60, 117, 173, 175]

Ostatnią z metod technik agregacji jest badanie wielu metod w jednym modelu decyzyjnym. Zastosowanie więcej niż jednej metody do rozwiązania problemu decyzyjnego najczęściej przedstawiane jest jako narzędzie do porównania lub sprawdzenia wyników. Celem dokładnej weryfikacji jest utrzymanie tezy o słuszności otrzymanych pozytywnie wyników lub ich podważeniu w celu wykonania dalszych analiz. Problem doboru odpowiedniej metody do określonych zastosowań jest podejmowany w szeregu publikacjach. Hajkowicz i Higgins [77] badają możliwość zastosowania m.in. metod PROMETHEE II i Evamix w zarządzaniu zasobami wodnymi. W celu rozpatrzenia stosowalności wybranych metod, za pomocą narzędzi statystycznych, autorzy dowodzą poziom zgodności między wynikami uzyskanymi za pomocą każdej z metod. Ziemia i Piwowarski [209] poruszają problem wyboru odpowiedniej metody wielokryterialnej do porównywania produktów w serwisach internetowych, a De Brucker [43] badają stosowalność tego rodzaju rozwiązania w ocenie inteligentnych systemów transportowych. W publikacjach Teixeira de Almeida [186], autor opisuje wspomaganie decyzji wyboru dostawcy usług outsourcingu przy pomocy połączenia metod ELECTRE i MAUT. Dostępna jest również inna literatura dotycząca łącznego zastosowaniu dwóch lub więcej metod na różnych etapach procesu wyboru, gdzie próbę łączenia relacji przewyższania oraz funkcji użyteczności podejmują autorzy z wyspecjalizowanych dziedzin informatyki, ekonomii czy zarządzania [56, 63, 64, 119, 122, 132].

W pracach tych określenie najlepszej metody wielokryterialnej mającej rozwiązać określony problem następuje w sposób niesformalizowany. Świadczy to o wykonaniu przez



badaczy dogłębnej analizy problemu oraz zasobu dostępnych metod w celu wyboru metody najlepiej odpowiadającej charakterowi problemu. Analiza ta oparta jest na wybranej grupie czynników oraz na wynikach badań empirycznych. Autorzy dokonują analizy każdej z metod i posługując się heurystykami arbitralnie wskazują najlepszą z nich. Dostępny zakres literatury na ten temat obejmuje zarówno pozycje praktyczne, nakierowane na efektywne podejmowanie wyboru, jak i pozycje metodyczne z zakresu teorii zarządzania, a także techniczne analizy zastosowań różnych metod wspomagających podejmowanie wyboru oceny.

\* \* \*

Z przeprowadzonej w czwartym rozdziale analizy metod oceny wspomaganie wynika, że nadrzędnym zastosowaniem metod wielokryterialnych jest udzielenie wskazówek decydentowi w procesie wyboru oceny [153-155]. Ważnym elementem analizy wyboru jest branie pod uwagę czynników wyspecyfikowanych w procesie oceny użyteczności serwisów internetowych, oraz czynniki wynikowe implementacji wybranych wariantów. Istotnym aspektem metod wielokryterialnych jest całkowita jakość procesu wielokryterialnego wyboru uzależniona od przebiegu procesu modelowania i przeprowadzonych obliczeń [125]. Ocena użyteczności serwisu internetowego jest zadaniem wielokryterialnego wyboru. W dalszej części pracy problem takiej oceny zostanie zaprezentowany.

## Rozdział V

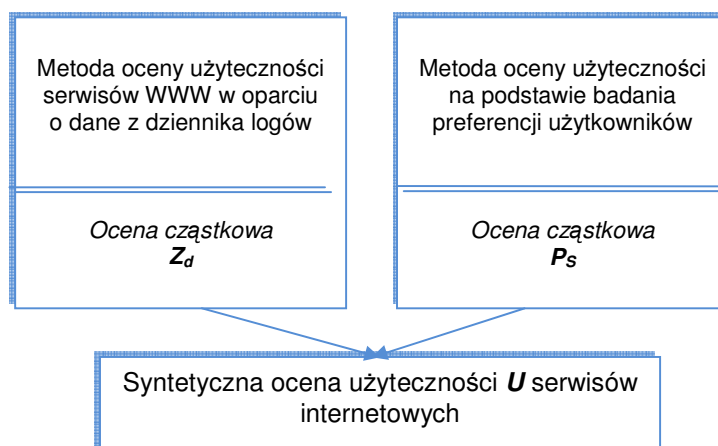
### Metoda wielokryterialnej oceny użyteczności serwisów internetowych

#### 5.1 Ogólny zarys metody oceny użyteczności serwisów internetowych

Jak pokazano w poprzednich rozdziałach potrzeby informacyjne użytkowników serwisów internetowych są zmienne w czasie. Mogą mieć różny charakter (np. są sporadyczne, periodyczne). Są zależne od mody, rozwoju technologii, własności intelektualnych człowieka, itp.

O użyteczności serwisów internetowych można ocenić dane zawarte w specjalnie dla tego celu tworzonych dziennikach (rejestrach) logów oraz zmienne w czasie preferencje użytkowników tych serwisów. Dane zawarte w dziennikach logów są danymi rzeczywistymi, pochodzą z eksploatacji serwisów i mają one historyczny charakter. Badanie preferencji użytkowników serwisów pozwala na odwzorowanie raczej bieżących i przyszłych potrzeb użytkowych i może dostarczać danych także niepewnych oraz niepełnych. Taki niepełny i niepewny charakter danych pochodzących z badania preferencji użytkowników może wynikać z metody doboru grupy użytkowników, których preferencje będą poddane badaniu a także z ograniczonego charakteru środków przeznaczonych na realizację takich badań. Dlatego ocena użyteczności serwisów internetowych oparta zarówno na danych historycznych jak i na danych świadczących o bieżących i przyszłych preferencjach użytkowników będzie miała pełniejszy charakter. Dodatkowo dane historyczne zawarte w dziennikach logów odwzorowują wymagania biznesowe powstałe na etapie projektowania, wdrażania serwisu i odnoszą się do dotychczasowej użyteczności serwisów na etapie ich eksploatacji zaś badanie bieżących oraz przyszłych preferencji użytkowych pozwoli uwzględnić te aspekty użyteczności, których nie uwzględniają dane z dzienników logów, np. moda, nowe technologie, ogólny rozwój cywilizacyjny, itp. Z przytoczonych względów wynika, że ogólny schemat metody oceny użyteczności serwisów internetowych powinien być oparty na ocenie użyteczności w oparciu o dane historyczne oraz ocenie użyteczności w oparciu o dane odwzorowujące bieżące i przyszłe preferencje użytkowników. Oceny te będą tzw. ocenami

cząstkowymi zaś ostatecznie do oceny użyteczności serwisów internetowych zostanie utworzona tzw. syntetyczna ocena użyteczności wyznaczona na podstawie dwóch ocen cząstkowych. Dlatego ogólny schemat metody oceny użyteczności serwisów internetowych jest zgodny z rys. 5.1.1.



**Rysunek 5.1.1** Schemat metody oceny użyteczności serwisów internetowych  
Źródło: opracowanie własne

Oznacza to, że w celu oceny użyteczności dowolnego serwisu WWW zgodnie z metodą zaprezentowaną schematycznie na rys. 5.1.1 należy:

1. Obliczyć użyteczność tego serwisu w oparciu o dane zawarte w dzienniku logów – ocena cząstkowa  $Z_d$ .
2. Ocenic użyteczność serwisu w oparciu o dane wynikające z badania preferencji grupy użytkowników tego serwisu – ocena cząstkowa  $P_s$ .
3. Dokonać ostatecznej oceny użyteczności  $U$  serwisu w postaci tzw. syntetycznej oceny użyteczności w oparciu o oceny cząstkowe  $Z_d$  oraz  $P_s$ .

Zaproponowaną syntetyczną ocenę użyteczności  $U$  serwisu internetowego można scharakteryzować następującymi własnościami:

- uwzględni zmienne w czasie potrzeby użytkowników;
- odwzorowuje zmiany wymagań biznesowych serwisów internetowych w ich otoczeniu użytkowym;
- zintegruje metodę oceny użyteczności w oparciu o dane historyczne i bieżące oraz przyszłe preferencje użytkowników tych serwisów;
- może zminimalizować okres czasu, w którym serwis internetowy jest niedopasowany do nowych potrzeb użytkowników;

- może wpłynąć na wydłużenie cyklu życia serwisów internetowych;
- daje możliwość rozszerzenia funkcjonalności serwisów internetowych o ocenę ich użyteczności.

Metody ocen cząstkowych  $Z_d$  oraz  $P_S$  i syntetyczną metodę oceny użyteczności  $U$  serwisów internetowych zgodnie z rys. 5.1.1 przedstawiono w kolejnych podrozdziałach 5.2, 5.3, 5.4 niniejszego rozdziału.

## 5.2 Metoda oceny użyteczności serwisów internetowych na podstawie danych z dzienników logów

W dziennikach logów zapisywane są dane o odwiedzających serwis użytkowników i ich zachowaniu na stronach internetowych.

Dla ogólności, aby ocenić użyteczność dowolnego serwisu w chwili  $t$  na podstawie jego dziennika logów założmy, że tym serwisem będzie serwis  $S_0$  z dziennikiem symbolicznie oznaczonym jako  $D_0$ . Dziennik  $D_0$  dostarcza danych o charakterystycznych cechach użytkownika serwisu  $S_0$ , przy czym cechom tym odpowiadają zawarte w  $D_0$  atrybuty opisujące sposób użytkownika serwisu  $S_0$ . Zbiór tych atrybutów w dzienniku  $D_0$  dla serwisu  $S_0$  oznaczmy symbolem  $A_0$  zgodnie ze wzorem (5.2.1):

$$A_0 = \{a_1^0, a_2^0 \dots a_m^0\} \quad (5.2.1)$$

gdzie:

$a_j^0$  - atrybut opisujący  $j$ -tą własność (cechę) sposobu użytkownika serwisu internetowego  $S_0$  w dzienniku logów  $D_0$ .

Użyteczność serwisu  $S_0$  oznaczona symbolicznie jako  $Z_{d_0}$  jest zmienna w czasie a jej wartość jest wartością nieznaną funkcji  $g$ , takiej, że:

$$Z_{d_0}(t) = g(A_0, \zeta, t) \quad (5.2.2)$$

gdzie:

$\zeta$  - jest nieznanym i niezidentyfikowanym w dzienniku logów  $D_0$  zbiorem czynników, mających wpływ na ocenę użyteczności serwisu  $S_0$ ,

$t$  - czas,

$A_0$  – zbiór atrybutów zdefiniowanych w dzienniku  $D_0$  serwisu  $S_0$ , zdefiniowany wzorem (5.2.1).

Brak informacji o funkcji  $g$  oraz zbiorze  $\zeta$  oraz brak metod ich identyfikacji powodują, że użyteczność  $Z_{d_0}(t)$  w chwili  $t$  serwisu  $S_0$  można wyznaczyć jako rangę wartości użyteczności serwisu  $S_0$  względem znanego zbioru atrybutów dostępnych w dziennikach logów innych serwisów podobnych, czyli takich, które posiadają taki sam zakres podstawowych funkcji przypisanych serwisom w chwili  $t$ . Informacja o randze wartości użyteczności serwisu  $S_0$  względem serwisów podobnych jest wówczas informacją jedynie możliwą do oceny użyteczności serwisu  $S_0$  w aspektach oceny katagorycznej, w biznesowym otoczeniu serwisu. Znajomość tej rangi pozwala również podjąć decyzje o konieczności podjęcia niezbędnych działań usprawniających serwis, gdy ta ranga i tym samym użyteczność serwisu  $S_0$  są niezadawalające dla twórców i właścicieli tego serwisu.

Dlatego dla dalszych rozważań założmy, że w chwili  $t$  dostępne są dodatkowo serwisy podobne do  $S_0$ . Niech tymi serwisami podobnymi do  $S_0$  są serwisy

$$S_1, S_2, \dots, S_n \quad (5.2.3)$$

gdzie:

symbolem  $n$  oznaczono liczbę serwisów podobnych do serwisu  $S_0$ , taką że  $n \geq 1$ .

Dla każdego serwisu  $S_i$  gdzie  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$  w dowolnej chwili  $t$  dostępny jest dziennik logów symbolicznie oznaczony jako  $D_i$ . Każdy z dzienników  $D_i$  serwisu  $S_i$  podobnego do  $S_0$  (dla  $i=1, 2, \dots, n$ ) zawiera kolekcję  $m_i$  atrybutów  $A_i$  świadczących o sposobie użytkowania tych serwisów, tzn.

$$\forall_{1 \leq i \leq n} \exists_{m_i \in I} A_i = \{a_1^i, a_2^i \dots a_{m_i}^i\} \quad (5.2.4)$$

gdzie:

$I$  – zbiór liczb całkowitych nieujemnych,

$n$  – liczba rozważanych dodatkowo serwisów,

$i \in \{1, 2, \dots, n\}$ ,

$m_i$  – liczba atrybutów w dzienniku  $D_i$

$a_j^i$  - atrybut opisujący  $j$ -ty sposób użytkowania serwisu internetowego  $S_i$  w dzienniku logów  $D_i$ ,  
 $j \in \{1, 2, \dots, m_i\}$ .

Rozważmy zbiór  $\Delta$  zdefiniowany zgodnie ze wzorem (5.2.5):

$$\Delta = \bigcap_{i=0}^n A_i \quad (5.2.5)$$

Zawiera on wspólne atrybuty charakteryzujące serwisów  $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$  z punktu widzenia ich użyteczność. Zbiór  $\Delta$  nie jest zbiorem pustym. Wynika to z tego, że w dziennikach logów serwisów internetowych znajdują się choćby najczęściej używane takie atrybuty jak, liczba odwiedzin, czas przebywania na stronie i inne omówione w rozdziale III niniejszej pracy.

Założmy, że zbiór  $\Delta$  zawiera  $p$  elementów, tzn. niech

$$\Delta = \{k_1, k_2, \dots, k_p\} \quad (5.2.6)$$

gdzie

$i \in \{1, 2, \dots, p\}$  oznacza numer elementu w zbiorze  $\Delta$ ,

$p$  – liczność zbioru  $\Delta$ ,

$k_i$  -  $i$ -ty element zbioru  $\Delta$ .

Elementy zbioru  $\Delta$  są miarami użyteczności serwisów. Przykładowo, częstym zbiorem kryteriów (elementów zbioru  $\Delta$ ) są:

– liczba odwołań do serwera, liczba odsłon wygenerowanych przez wybraną grupę celową (jako przykładowe  $k_1$ );

– liczba użytkowników odwiedzających serwis, estymowana liczba internautów z wybranej grupy celowej, którzy dokonali przynajmniej jednej odsłony na wybranej witrynie w danym miesiącu (jako przykładowe  $k_2$ );

– strony w sieci, z których użytkownicy wchodzą na serwis i strony, na które przechodzą po opuszczeniu serwisu (jako przykładowe  $k_3$ );

– strony, z których użytkownicy najczęściej opuszczają serwis (jako przykładowe  $k_4$ );

- liczbę odwołań do serwisu poprzez odnośniki z innych serwisów (jako przykładowe  $k_5$ );
- strony, z których najczęściej kierowany jest ruch na serwis (jako przykładowe  $k_6$ );
- okres największej aktywności odwiedzających, suma czasów spędzonych przez użytkowników (real user) na wybranej witrynie (jako przykładowe  $k_7$ );
- występowanie błędów w serwisie (po stronie klienta i po stronie serwera) (jako przykładowe  $k_8$ );
- zasięg strony internetowej jako liczby użytkowników, w wybranym okresie czasu zetknęła się z daną stroną internetową (jako przykładowe  $k_9$ );
- dane o systemach operacyjnych i przeglądarkach, z jakich korzystają odwiedzający serwis (jako przykładowe  $k_{10}$ );
- dane o regionach geograficznych, z których pochodzą odwiedzający serwis (jako przykładowe  $k_{11}$ );
- szybkość, z jaką wczytywane są strony serwisu i wyszukiwane są dane (jako przykładowe  $k_{12}$ );
- średnia liczba odsłon na użytkownika - liczba odsłon na wybranej witrynie wygenerowana przez przeciętnego użytkownika z wybranej grupy celowej w wybranym okresie czasu (jako przykładowe  $k_{13}$ );
- średnia liczba sesji na użytkownika - liczba sesji wygenerowana przez przeciętnego użytkownika z wybranej grupy celowej w wybranym okresie czasu (jako przykładowe  $k_{14}$ ),
- dopasowanie użytkowników grupy celowej - stosunek liczby użytkowników grupy celowej do liczby wszystkich użytkowników na wybranej witrynie w wybranym okresie czasu (jako przykładowe  $k_{15}$ ),
- współgładalność % - udział liczby użytkowników, którzy byli na wszystkich wybranych witrynach (na każdej z wybranych witryn) w wybranym okresie czasu, do liczby wszystkich użytkowników, którzy byli na wybranej witrynie w wybranym okresie czasu (jako przykładowe  $k_{16}$ );

Dla serwisów  $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$  oraz odpowiednich do nich dzienników  $D_0, D_1, D_2, \dots, D_n$  można wówczas utworzyć macierz danych źródłowych  $\Omega$  postaci zgodnej z tab. 5.2.1.

**Tabela 5.2.1.** Macierz danych źródłowych  $\Omega$  do oceny użyteczności serwisów WWW w oparciu o dane z dzienników logów

Wartość kryterium $k_1$ w pierwszej pozycji dziennika $D_0$	Wartość kryterium $k_2$ w pierwszej pozycji dziennika $D_0$	...	Wartość kryterium $k_p$ w pierwszej pozycji dziennika $D_0$
Wartość kryterium $k_1$ w drugiej pozycji dziennika $D_0$	Wartość kryterium $k_2$ w drugiej pozycji dziennika $D_0$	...	Wartość kryterium $k_p$ w drugiej pozycji dziennika $D_0$
...	...	...	...
Wartość kryterium $k_1$ w ostatniej pozycji dziennika $D_0$	Wartość kryterium $k_2$ w ostatniej pozycji dziennika $D_0$	...	Wartość kryterium $k_p$ w ostatniej pozycji dziennika $D_0$
Wartość kryterium $k_1$ w pierwszej pozycji dziennika $D_1$	Wartość kryterium $k_2$ w pierwszej pozycji dziennika $D_1$	...	Wartość kryterium $k_p$ w pierwszej pozycji dziennika $D_1$
Wartość kryterium $k_1$ w drugiej pozycji dziennika $D_1$	Wartość kryterium $k_2$ w drugiej pozycji dziennika $D_1$	...	Wartość kryterium $k_p$ w drugiej pozycji dziennika $D_1$
...	...	...	...
Wartość kryterium $k_1$ w ostatniej pozycji dziennika $D_1$	Wartość kryterium $k_2$ w ostatniej pozycji dziennika $D_1$	...	Wartość kryterium $k_p$ w ostatniej pozycji dziennika $D_1$
...	...	...	...
Wartość kryterium $k_1$ w pierwszej pozycji dziennika $D_n$	Wartość kryterium $k_2$ w pierwszej pozycji dziennika $D_n$	...	Wartość kryterium $k_p$ w pierwszej pozycji dziennika $D_n$
Wartość kryterium $k_1$ w drugiej pozycji dziennika $D_n$	Wartość kryterium $k_2$ w drugiej pozycji dziennika $D_n$	...	Wartość kryterium $k_p$ w drugiej pozycji dziennika $D_n$
...	...	...	...
Wartość kryterium $k_1$ w ostatniej pozycji dziennika $D_n$	Wartość kryterium $k_2$ w ostatniej pozycji dziennika $D_n$	...	Wartość kryterium $k_p$ w ostatniej pozycji dziennika $D_n$

Źródło: opracowanie własne

W dalszych rozważaniach założmy, że macierz  $\Omega$  jest macierzą o wymiarze  $N \times p$  gdzie  $N$  jest liczbą wierszy tej macierzy a  $p$  liczbą jej kolumn (atrybutów ze zbioru  $\Delta$ ). Niektóre z atrybutów (miar) dzienników logów (elementy zbioru  $\Delta$ ) mogą być względnie zależne od siebie, istotne lub nie z punktu widzenia badania użyteczności. Mogą też wymagać obliczenia (np. ilość odwołań, szybkość, z jaką wczytywane są strony serwisu i wyszukiwane są dane czy średnia liczba sesji na użytkownika). Mogą również zawierać tzw. szum informacyjny, który jest wynikiem różnych błędów, jakie mogą pojawiać się w danych pochodzących z dzienników logów. Źródłem takich błędów mogą być powody techniczne (np. okresowa niedostępność serwisu wynikająca z przyczyn technicznych), ale również merytoryczne (np. wynikające z nieświadomego lub celowo zaplanowanego użytkownika serwisu). Istnienie takich szumów w danych zapisanych w zbiorze  $\Omega$  utrudnia wyodrębnienie informacji prawdziwych, pewnych i istotnych z punktu widzenia wiarygodności oceny. Dlatego dysponując macierzą  $\Omega$  (dane z dzienników  $D_0, D_1, D_2, \dots, D_n$  logów dla serwisów  $S_0, S_1, S_2, \dots,$



$S_n$ ) należy zastosować odpowiednią metodę czyszczenia, porządkowania i walidacji danych zawartych w tym zbiorze, co zmniejszy ilość szumów informacyjnych. Ogólnie metody czyszczenia, porządkowania, walidacji, normalizacji nazwano wstępną obróbką danych z dzienników logów serwisów internetowych i zaprezentowano je w podrozdziale 5.2.1. Niezależnie od wstępnej obróbki danych dla zapewnienia wiarygodności oceny użyteczności serwisów internetowych niezbędne jest wyznaczenie spośród kryteriów ze zbioru  $\Delta$  tych kryteriów, które są istotne do oceny użyteczności. Metodę tę nazwano w pracy redukcją kryteriów oceny użyteczności i zaprezentowano ją w podrozdziale 5.2.2.

### 5.2.1 Wstępna obróbka danych zawartych w dziennikach logów serwisów internetowych

Wstępna obróbka danych uzyskany z dzienników logów obejmuje:

- usuwanie wierszy i kolumn z macierzy  $\Omega$ , które zawierają niepełne dane;
- obliczenie wartości kryteriów ze zbioru  $\Delta$  na podstawie danych zawartych w macierzy  $\Omega$ ;
- normalizację danych (zamiana wartości zawartych w macierzy  $\Omega$  na wartości przynależne do jednakowej przestrzeni odniesienia).

W celu otrzymania tablicy danych zawierające nieznanne wartości atrybutów do w pełni zdefiniowanej tablicy informacyjnej 5.2.1 należy w tym zakresie zastosować dwa uogólnienia. Pierwsze jest oparte na wartościowanej relacji tolerancji atrybutów dla przypadku, gdy brakuje wartości. Interpretacja relacji tolerancji przy redukcji atrybutów ze zbiorów danych odnosi się do sytuacji, w których niekompletność opisu wynika z ostatecznej niedostępności informacji o wartościach pewnych atrybutów dla niektórych obiektów. Drugi przypadek redukcji kryterium  $k_i$  ( $i$ -ty element) ze zbioru  $\Delta$  w tablicy informacyjnej  $\Omega$  występuje, przy niesymetrycznej relacji prawdopodobieństw dla przypadku podobnych. Oznacza to, że redukuje się te kryteria  $k_i$  ( $i$ -ty element) ze zbioru  $\Delta$ , w których występuje zależność pomiędzy kilkoma innymi stałymi kryteriami  $k_j$  ( $j$ -ty element) z tego zbioru gdzie  $(j \neq i) \wedge (1 \leq i \leq n) \wedge (1 \leq j \leq n)$ . Trzeci przypadek to normalizacja danych gdzie następuje zamiana wartości zawartych w macierzy  $\Omega$  na wartości przynależne do jednakowej przestrzeni odniesienia. Poprzez normalizację dopasowano uzyskane wartości tak, aby

mieściły się w określonym przedziale ponadto należy zwrócić uwagę na to, że wartości zawarte w macierzy  $\Omega$  pochodzą z innego zakres wartości i dlatego dane trzeba znormalizować i odnieść do wspólnego zakresu odniesienia. Jedną z metod normalizacji jest *min-max normalization* wzór (5.2.1.1) [95, 96]:

$$neww = \frac{w - \min}{\max - \min} (new\ max - new\ min) + new\ min \quad (5.2.1.1)$$

gdzie:

*newmin* - nowa wartość minimalna, którą chcemy uzyskać,

*newmax* - nowa wartość maksymalna,

*min* - dotychczasowa wartość minimalna,

*max* - dotychczasowa wartość maksymalna,

*w* - wartość oceny w dotychczasowej skali.

Po wykonaniu czynności wstępnej obróbki danych zawartych w macierz  $\Omega$  z atrybutami ze zbioru  $\Delta$  uzyskuje się macierz  $\Gamma$  i kryteriami ze zbioru  $\Pi$ . Macierz  $\Gamma$  jest zgodna z tab. 5.2.1.1 i zaś zbiór kryteriów  $\Pi$  ze wzorem (5.2.1.2).

$$\Pi = \{q_1, q_2, \dots, q_u\} \subseteq \Delta \wedge u \in I \wedge u \leq p \quad (5.2.1.2)$$

gdzie:

*I* - zbiór liczb całkowitych dodatnich,

$\Delta$  - zbiór kryteriów przed obróbką wstępną macierzy  $\Omega$  (tab. 5.2.1),

*u* - liczba kryteriów oceny użyteczności serwisów internetowych po obróbce wstępnej.

**Tabela 5.2.1.1** Macierz  $\Gamma$  danych źródłowych z dzienników logów po wstępnej obróbce (po obliczeniach, normalizacji i odrzuceniu danych niepełnych) ze zbiorem kryteriów  $\Pi$

	$q_1$	$q_2$	...	$q_u$
$S_0$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_0$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_0$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_0$
$S_1$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_1$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_1$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_1$
$S_2$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_2$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_2$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_2$
...	...	...		...
$S_n$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_n$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_n$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_n$

Źródło: opracowanie własne

## 5.2.2 Badanie istotności kryteriów oceny

Aby przeprowadzić ocenę serwisów internetowych pod względem ich użyteczności na podstawie atrybutów zawartych w macierzy danych  $\Gamma$  o serwisach po obróbce wstępnej z kryteriami oceny  $\Pi$  należy wybrać ze zbioru  $\Pi$  te kryteria, które są istotne z punktu widzenia celu oceny. Dodatkowo, ze zbioru odróżnialnych kryteriów  $\Pi$  należy odrzucić również te, które są elementami zbędnymi w tym zbiorze, i te, które nie należą do tzw. reduktów zbioru  $\Pi$  [48]. Redukty umożliwiają usunięcie pewnych elementów zbioru (w tym przypadku zbioru  $\Pi$ ) bez utraty istotności wyników w procesie oceny.

Według definicji reduktom  $P$  nazywa się taki zbiór *dostępnych danych*, w którym obiekty są opisane na zbiorze kryteriów  $\Phi$  (gdzie zachodzą zależności  $\Phi \subseteq \Pi \subseteq \Delta$ ), dla którego algorytm wyvodu wiedzy (w tym przypadku oceny użyteczności serwisu internetowego) będzie osiągał ogólnie zdefiniowaną funkcję zgodności.

Redukcja danych może przyczynić się do

1. Zwiększenia efektywności wyvodu wiedzy o użyteczności serwisu;
2. Zmniejszenia czasu rozpoznawania wiedzy o tej użyteczności;
3. Wyeliminowania szumów i błędów ze zbioru danych;
4. Zmniejszenia wymagań, co do zasobów obliczeniowych metody;
5. Zmniejszenia złożoności struktury reprezentacji wiedzy o rozważanym problemie;
6. Wskazanie kompromisu pomiędzy poziomem dostępu do danych a ich spójnością

i wartością przyjętej funkcji oceny.

Celem redukcji zbioru  $\Pi$  macierzy  $\Gamma$  jest uzyskanie najmniej licznych zbioru pozwalającego rozróżnić warianty oceny końcowej, a tym samym zredukować ilość wymiarów oceny i pozostawić te atrybuty ze zbioru  $\Pi$ , które są istotne do oceny użyteczności

W literaturze znane są różne metody określenia reduktów. Należą do nich m.in. metody ukierunkowane na wyznaczanie reduktów o zadanej długości, oparte na wszystkich dostępnych danych, metody oparte na algorytmach ewolucyjnych. W procesie redukcji danych stosuje się również metody polegające na selekcji cech (atrybutów - kryteriów) za pomocą wyboru podzbioru cech (atrybutów-kryteriów)  $\Phi$ , takich, że  $\Phi \subseteq \Pi \subseteq \Delta$  np. poprzez usunięcie ze zbioru  $\Pi$  kolumn macierzy  $\Gamma$  o zbyt małej zmienności wyznaczonej w oparciu o tzw. statystyczną miarę zmienności atrybutu, lub metody oparte na podobieństwie cech.

Jedną z metod redukcji jest metoda poprzez badanie istotności. Aby wyznaczyć względną istotności otrzymanych atrybutów posłużono się metodą zbiorów przybliżonych [133-136], które ułatwiają tworzenie reguł ze zbioru danych oraz umożliwiają badanie danych pod względem nie tylko istotności, ale i pewności reguł które ta metoda generuje (więcej na temat istotności danych w rozdziale III niniejszej pracy).

W celu zastosowania metody zbiorów przybliżonych do badania istotności cech ze zbioru  $\Pi$  należy uzupełnić macierz informacyjną  $\Gamma$  o wektor z atrybutem decyzyjnym  $d$  (użyteczność) zdefiniowanym wzorem (5.2.2.1) do formy macierzy zgodnej z tab. 5.2.2.1. Macierz tę (zgodną z tab. 5.2.2.1) w dalszej części pracy oznaczono symbolem  $\Psi$ .

$$d = \begin{bmatrix} d_0 \\ d_1 \\ \dots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (5.2.2.1)$$

gdzie

$d_i$  – oznacza użyteczność serwisu  $S_i$ ,

$i$  – numer kolejnego serwisu, przy czym  $i \in I \wedge 0 \leq i \leq n$ ,

$n$  – wyznacza liczbę analizowanych serwisów,

$I$  – zbiór liczb całkowitych nieujemnych.

Dopiero tabela  $\Psi$  umożliwił analizę istotności kryteriów ze zbioru  $\Pi$ .

**Tabela 5.2.2.1** Macierz  $\Psi$  istotnych danych źródłowych do oceny użyteczności serwisów WWW z atrybutem decyzyjnym  $d$  (po obróbce wstępnej i redukcji nieistotnych kryteriów)

	$q_1$	$q_2$	...	$q_u$	$d$
$S_0$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_0$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_0$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_0$	$d_0$
$S_1$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_1$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_1$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_1$	$d_1$
$S_2$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_2$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_2$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_2$	$d_2$
...	...	...		...	...
$S_n$	Wartość kryterium $q_1$ w $D_n$	Wartość kryterium $q_2$ w $D_n$		Wartość kryterium $q_u$ w $D_n$	$d_n$

*Źródło: opracowanie własne*

Ostatecznie w wyniku zastosowania reduktów poprzez badanie istotności atrybutów zbioru  $\Pi$  uzyskuje się zbiór niezależnych i istotnych atrybutów zwanych w dalszej treści pracy kryteriami oceny użyteczności serwisów w oparciu o dzienniki logów. Oznaczmy zbiór tych kryteriów jako  $\Phi$  zgodnie ze wzorem (5.2.2.2)

$$\Phi = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_r\} \quad (5.2.2.2)$$

gdzie  $r$  jest licznością zbioru  $\Phi$ . Należy zauważyć, że liczby  $r$  oraz  $u$  i  $p$  spełniają warunek (5.2.2.3), taki że

$$r \leq u \leq p \quad (5.2.2.3)$$

oraz, że

$$\Phi \subseteq \Pi \subseteq \Delta \quad (5.2.2.4)$$

Dopiero tak wyznaczony zbiór kryteriów  $\Phi$  opisanych w dziennikach  $D_0, D_1, D_2, \dots, D_n$  serwisów  $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$  może posłużyć do oceny użyteczności tych serwisów, również użyteczności  $S_0$ . Znając kryteria ze zbioru  $\Phi$  w oparciu o dane z dzienników logów można w tym celu utworzyć tabelę zgodną z tab. 5.2.2.2.

**Tabela 5.2.2.2** Macierz  $\Theta$  istotnych danych źródłowych do oceny użyteczności serwisów WWW w oparciu o dane z dzienników logów

	$Q_1$	$Q_2$	...	$Q_r$
$S_0$	Wartość kryterium $Q_1$ w $D_0$	Wartość kryterium $Q_2$ w $D_0$	...	Wartość kryterium $Q_r$ w $D_0$
$S_1$	Wartość kryterium $Q_1$ w $D_1$	Wartość kryterium $Q_2$ w $D_1$	...	Wartość kryterium $Q_r$ w $D_1$
...	...	...	...	...
$S_n$	Wartość kryterium $Q_1$ w $D_n$	Wartość kryterium $Q_2$ w $D_n$	...	Wartość kryterium $Q_r$ w $D_n$

Źródło: opracowanie własne

Oznaczmy macierz danych źródłowych, zaprezentowaną w tab. 5.2.2.2 symbolem  $\Theta$ . Jej sformalizowana postać jest zgodna ze wzorem (5.2.2.5),

$$\Theta = \begin{bmatrix} o_{0,1} & o_{0,2} & \dots & o_{0,r} \\ o_{1,1} & o_{1,2} & \dots & o_{1,r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ o_{n,1} & o_{n,2} & \dots & o_{n,r} \end{bmatrix} \quad (5.2.2.5)$$

gdzie:

$n+1$  - liczba serwisów poddanych badaniu użyteczności,

$r$  - liczność zbioru kryteriów  $\Phi$ ,

$o_{i,j}$  - element tabeli  $\Theta$ ,

$i \in \{0, \dots, n\}, j \in \{1, \dots, r\}$  są numerem wierszy i kolumn macierzy  $\Theta$ ,

$Q_j$  - wartość kryterium w dzienniku logów  $D_j$ .

Macierz  $\Theta$  zawiera istotne kryteria oceny użyteczności serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$  oraz wartości tych kryteriów wyznaczone na podstawie ich dzienników logów  $D_0, D_1, \dots, D_n$ . Macierz ta jest zatem tablicą informacyjną do wielokryterialnej oceny użyteczności serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$ .

### 5.2.3 Ocena użyteczności serwisów na podstawie danych z dzienników logów

W celu oceny użyteczności serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$  na podstawie macierzy  $\Theta$  z kryteriami ze zbioru  $\Phi$  należy wybrać odpowiednią metodę spośród tych, które zaprezentowano w rozdziale IV pracy. Oznaczmy poszukiwaną metodę oceny wielokryterialnej serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$  symbolem  $M$ .

Metoda  $M$  powinna umożliwić definiowanie wag różnych kryteriów ze zbioru  $\Phi$  ze względu na różne składowe posiadające różny wpływ na preferencje użytkowników. Ponadto powinna umożliwić porównanie wszystkich serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$  pomiędzy sobą.

W wyborze poszukiwanej metody  $M$  nie dopuszcza się sytuacji, w której nie jest możliwe porównanie kryteriów między serwisami. Warunek ten jest możliwy do osiągnięcia w tym przypadku ponieważ rozważane serwisy są podobne funkcjonalnie (serwisy internetowe powinny znajdować się w wybranej grupie tematycznej lub powinny zawierać tę samą strukturę informacyjną) zgodnie z przyjętymi założeniami metody zaprezentowanej w rozdziale 5.2.

Kolejnym problemem wyboru odpowiedniej metody wielokryterialnej  $M$  jest istnienie w niej możliwości rozmycia przedziałów oceny preferencji w wielokryterialnym wyborze. Rozmycie to powinno występować ze względu na możliwość wystąpienia różnic między serwisami, np. różna skala liczby użytkowników porównywanych serwisów (od kilku do wielu tysięcy użytkowników).

Wybrana metoda  $M$  powinna rozpatrywać problem porządkowania lub wyboru rangi oceny. W mniejszym stopniu powinny tu być zastosowane metody ukierunkowane na sortowanie lub opis kryteriów. Pozytywną cechą metody  $M$  jest forma udostępniania wyników metody (naturalna skala oceny wynikowej metody).

Problem wyboru metody  $M$  jest również problemem wielokryterialnym.

Ostatecznie w celu wyboru metody  $M$  użyto metody ELECTRE I i sformułowano kryteria, które umożliwią wybór najlepszej z dostępnych metod wielokryterialnych do oceny użyteczności serwisów. Przyjętymi kryteriami wyboru metody  $M$  są kryteria oznaczone symbolicznie kryteria  $f_1, f_2, \dots, f_6$ . Mają one następujące znaczenie:

$f_1$  - czy metoda definiuje wagi?

$f_2$  - czy metoda dopuszcza sytuację nieporównywalności wariantów oceny?

$f_3$  - czy metoda zapewnia rozmycie przedziałów preferencji?

$f_4$  - czy metoda rozpatruje problem porządkowania lub wyboru?

$f_5$  - czy metoda umożliwia dekompozycję problemu oceny?

$f_6$  - czy wartości kryteriów ocen są podawane w naturalnym języku czy skali ilościowej?

Dla ustalenia wag kryteriów oceny  $f_1, f_2, \dots, f_6$  w metodzie ELECTRE I wykorzystano skalę Likerta. Jest to technika pomiarowa oparta na wykorzystaniu standaryzowanych kategorii odpowiedzi. Wykorzystanie skali Likerta umożliwiło odpowiednie dopasowanie przez ekspertów wartości liczbowej do badanego problemu związanego w tym przypadku z wyborem odpowiedniej metody  $M$  oceny użyteczności serwisów internetowych na podstawie dzienników logów. Skala ta składa się z pięciu odpowiedzi ułożonych w porządku od stopnia całkowitej akceptacji, do całkowitego odrzucenia [63, 112]. W omawianym przypadku wartość 1 oznacza bardzo małą istotność danego kryterium, a przypisanie dla wag wartości 5 sugeruje, że wskazane kryterium oznacza dużą istotność. Kierunki preferencji oraz wagi ustalone dla każdego kryterium poprzez grupę ekspertów zawarto w tab. 5.2.3.1

**Tabela 5.2.3.1** Kierunki preferencji oraz wagi poszczególnych kryteriów

L.p.	Kryterium	Kierunek preferencji	Waga
$f_1$	czy metoda obejmuje zdefiniowanie wag?	max	3
$f_2$	czy metoda dopuszcza sytuację nieporównywalności wariantów oceny?	min	5
$f_3$	czy metoda zapewnia rozmycie przedziałów preferencji?	max	4
$f_4$	czy metoda rozpatruje problem porządkowania lub wyboru?	max	5
$f_5$	czy metoda umożliwia dekompozycję problemu oceny?	max	3
$f_6$	czy wartości kryteriów oceny są podawane w naturalnym języku czy skali ilościowej?	max	2

Źródło: opracowanie własne

Metodę ELECTRE I w procesie analizy i wyboru metody  $M$  oceny użyteczności serwisów internetowych zastosowano z następujących powodów (więcej na temat metody ELECTRE I w rozdziale IV):

- rozpatrywano wybór jednej metody  $M$  spośród wielu, tak by miała ona najlepszą

stosowalność w ocenie serwisów internetowych;

– wszystkie rozpatrywane kryteria wyboru  $f_1, f_2, \dots, f_6$  metody  $M$  mogą przyjmować tylko wartości binarne 1 lub 0 (prawda, fałsz), wystarczające w jej wyborze;

– ze względu na ocenę kryteriów  $f_1, f_2, \dots, f_6$  w skali binarnej, nie ma potrzeby wykorzystywania tzw. progów weta.

Do wyboru metody  $M$  metodą ELECTRE I przyjęto wszystkie metody wielokryterialnej oceny opisane w rozdziale IV, a mianowicie: ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS, ELECTRE Iv, ELECTRE TRI, MELCHIOR, PROMETHEE I, PROMETHEE II, TOPSIS, UTA oraz AHP. Aby wskazać jaką z rozważanych metod przyjąć za najlepszą posłużono się badaniem opinii ekspertów. Wyniki uzyskane z badania wybranych metod zestawiono, w tab. 5.2.3.2.

**Tabela 5.2.3.2** Agregacja kryteriów w wyborze metody  $M$  na podstawie obliczeń metodą ELECTRE I

Lp.	METODA	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$
$a_1$	ELECTRE II	1	0	1	1	0	1
$a_2$	ELECTRE III	1	1	1	1	0	1
$a_3$	ELECTRE IV	0	1	1	1	0	1
$a_4$	ELECTRE IS	1	1	1	1	0	1
$a_5$	ELECTRE Iv	1	1	0	1	0	1
$a_6$	MELCHIOR	0	1	1	1	0	1
$a_7$	PROMETHEE I	1	1	1	1	0	1
$a_8$	PROMETHEE II	1	0	1	1	0	1
$a_9$	TOPSIS	1	0	1	1	0	0
$a_{10}$	UTA	0	0	1	1	0	1
$a_{11}$	AHP	1	0	1	1	1	0
$a_{12}$	ELECTRE TRI	1	1	1	0	0	1

*Źródło: opracowanie własne*

Należy zauważyć, że w tab. 5.2.3.2 pewne warianty przyjmują takie same wartości dla wszystkich kryteriów. Są to pary metod: ELECTRE II, PROMETHEE II, ELECTRE IV oraz MELCHIOR oraz trójka ELECTRE III, ELECTRE I i PROMETHEE I. Wobec tych sformułowań w rzeczywistości rozpatrywano 8 wariantów. W trakcie przeprowadzanej procedury obliczeniowej ELECTRE I uzyskano macierz współczynników zgodności, którą zaprezentowano w tab. 5.2.3.3.

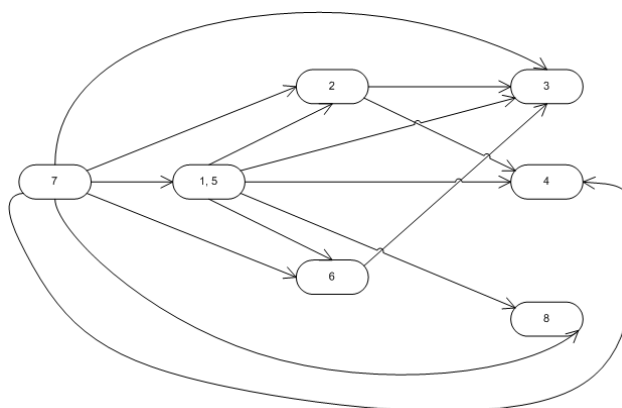


**Tabela 5.2.3.3** Macierz zgodności na podstawie obliczeń metodą ELECTRE I

L.p.		ELECTRE II / PROMETHEE II	ELECTRE III / ELECTRE IS / PROMETHEE I	ELECTRE IV / MELCHIOR	ELECTRE IV	TOPSIS	UTA	AHP	ELECTRE TRI
1	ELECTRE II / PROMETHEE II	1	1	1	1	1	1	0.86	1
2	ELECTRE III / ELECTRE IS / PROMETHEE I	0.77	1	1	1	0.77	0.77	0.64	1
3	ELECTRE IV / MELCHIOR	0.64	0.86	1	0.86	0.64	0.77	0.5	0.86
4	ELECTRE IV	0.59	0.82	0.82	1	0.59	0.59	0.45	0.82
5	TOPSIS	0.91	0.91	0.91	0.91	1	0.91	0.86	0.91
6	UTA	0.86	0.86	1	0.86	0.86	1	0.73	0.86
7	AHP	0.91	0.91	0.91	0.91	1	0.91	1	0.91
8	ELECTRE TRI	0.55	0.77	0.77	0.77	0.55	0.55	0.41	1

Źródło: opracowanie własne

W obliczeniach metodą ELECTRE I przyjęto próg zgodności  $s=0.9$ . Oznacza to, że dla pary porównywanych wariantów test zgodności jest spełniony, gdy wariant pierwszy jest tak samo dobry jak drugi względem wszystkich kryteriów o wadze większej od 2. W wyniku zastosowania metody ELECTRE I otrzymano graf przewyższania zgodny z rys. 5.2.3.1, na którym użyto numeracji metod zgodnej z tab. 5.2.3.3 (więcej na temat metody ELECTRE I w rozdziale IV niniejszej pracy).



**Rysunek 5.2.3.1** Graf przewyższania obliczoną ELECTRE I

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że najlepszą metodą  $M$  według metody ELECTRE I jest metoda AHP (na rys. 5.2.3.1 metoda o numerze 7 o najwyższym przewyższeniu), zaś metody ELECTRE II, PROMETHEE II (na rys. 5.2.3.1 metoda numer 1) i TOPSIS (na rys. 5.2.3.1 numer 5) są uznane za lepsze od wszystkich innych metod poza

metodą AHP. Dzięki zastosowaniu metody wielokryterialnej ELECTRE I uzyskano końcowe zestawienie wyników, które potwierdza wybór metody AHP na podstawie kryteriów  $f_1, f_2, \dots, f_6$  jako metody  $M$  służącej do oceny użyteczności serwisu  $S_0$  oraz oceny użyteczności serwisów  $S_1, S_2, \dots, S_n$  na podstawie danych zawartych w dziennikach logów tych serwisów  $D_0, D_1, \dots, D_n$ . Dodatkowo należy podkreślić, że z przeprowadzonej analizy wyników uzyskanych metodą ELECTRE I do wyboru metody wielokryterialnej oceny serwisów internetowych wynika, iż brak jest przesłanek pozwalających stwierdzić, że dokonany wybór metody AHP jako metody  $M$  jest niesłuszny.

Stosując metodę AHP (podrozdział 4.3 w pracy) jako wybraną metodę oceny wielokryterialnej  $M$  do oceny użyteczności serwisów internetowych  $S_0, S_1, \dots, S_n$  (obiekty oceny w metodzie AHP) na podstawie danych zawartych w wyznaczonej w rozdziale 5.2.2 macierzy informacyjnej  $\Theta$  (tab. 5.2.2.2) z kryteriami ze zbioru  $\Phi$ , należy:

1. Zbudować macierz porównań parami dla obiektów oceny  $S_0, S_1, \dots, S_n$  osobno w ramach każdego kryterium spośród kryteriów  $Q_1, Q_2, \dots, Q_r$  przynależnych do zbioru  $\Phi$  przy czym porównanie to prowadzi do powstania  $r+1$  ( $k = r$  w metodzie AHP z rozdziału 4.3) macierzy porównań; oznaczymy wyniki tych porównań jako macierze  $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(r)}$  zaś macierz porównań kryteriów  $Q_1, Q_2, \dots, Q_r$  oznaczymy symbolem  $A^{(0)}$ ;
2. Wyznaczyć ranking indywidualnie dla każdej z macierzy  $A^{(0)}, A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(r)}$
3. Wyznaczyć ranking wielokryterialny dla serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$ ; wg tego rankingu każdy serwis  $S_i$  otrzyma ocenę użyteczności  $Z_{d_i}$  gdzie  $i \in \{0, 1, \dots, n\}$ .

Procedury realizacji kroków 1, 2 i 3 zostały zaprezentowane w literaturze i rozdziale IV.

Ostatecznie w wyniku zastosowania metody AHP uzyskane zostaną oceny użyteczności serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$  (a w szczególności użyteczność serwisu  $S_0$ ) w formie wektora  $Z_d$  zgodnego z następującym wzorem (5.2.3.1):

$$Z_d = \begin{bmatrix} Z_{d_0} \\ Z_{d_1} \\ \dots \\ Z_{d_n} \end{bmatrix} \quad (5.2.3.1)$$

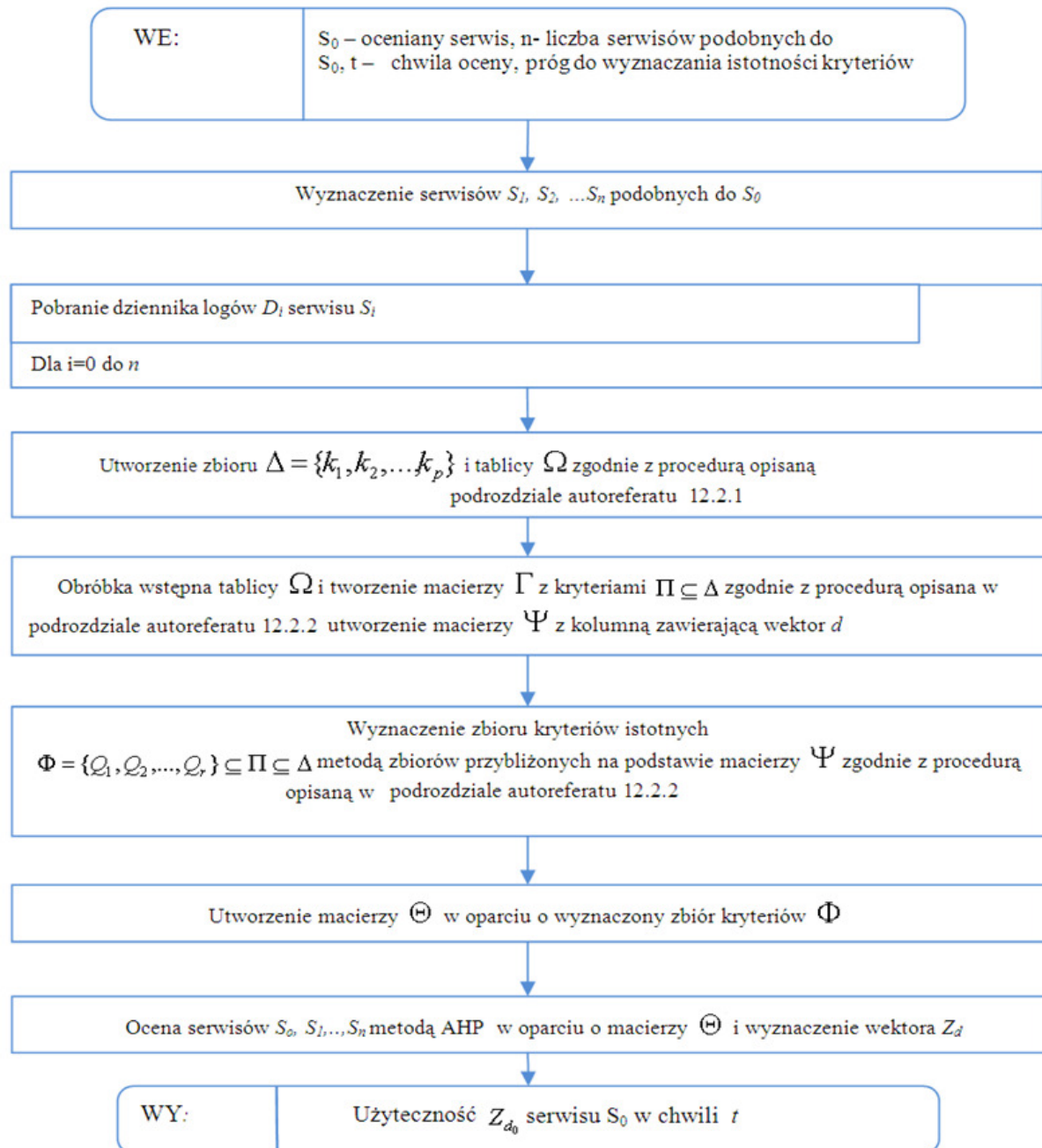
gdzie:

$Z_{d_i}$  - użyteczność serwisu  $S_i$ ,

$i \in \{0, 1, \dots, n\}$ ,

$n$  - ilość rozważonych serwisów.

Schematycznie wyznaczenie oceny  $Z_{d_0}$  dla serwisu  $S_0$  zilustrowano na rys. 5.2.3.2



**Rysunek 5.2.3.2** Algorytm oceny cząstkowej  $Z_d$  (patrz: rys. 5.1.1) dla dowolnego serwisu  $S_0$

*Źródło: opracowanie własne*

W dalszej części pracy otrzymana ocena cząstkowa  $Z_d$  posłużyła w budowie ostatecznego modelu metody w syntetycznej ocenie użyteczności serwisów internetowych w obliczeniach i zastosowaniu kryteriów utworzonych z istotnych danych z dzienników logów WWW.

### 5.3 Badanie preferencji użytkowników w zakresie oceny użyteczności serwisów internetowych

Istotnym etapem metody zaprezentowanej na rys. 5.1.1 jest ocena użyteczności serwisów internetowych w oparciu o dane wynikające z badania preferencji grupy użytkowników tego serwisu. Do rozwiązania tego problemu wykorzystano metodę wielowymiarowej analizy funkcjonalności, czyli tzw. metodę oceny punktowej [30-38]. Metoda oceny punktowej opiera się na swoistej hierarchii elementów oraz ich odległości od wielkości maksymalnie możliwej do uzyskania. W metodzie hierarchię charakteryzuje uporządkowany w sposób rosnący lub malejący, szereg wskazujący na stopień realizacji kryterium globalnego, który obejmuje wszystkie podkryteria [33]. W metodzie punktowej zbierane są informacje o wyróżnionych kryteriach. Przypisywana jest im wartość wg złożonej skali (tab. 5.3.1) wartości oraz analizowane wyniki umieszczane są w tabeli zbiorczej. Należy zaznaczyć, że w tej metodzie nie określa się relacji pomiędzy poszczególnymi kryteriami. Za miarę można uważać nadanie poszczególnym kryteriom (lub ich grupom) skale preferencji. Liniowa skala preferencji w postaci znormalizowanej określa udział poszczególnych kryteriów w ostatecznym wyniku. Wyznacza, to jednorazową relację pomiędzy kryteriami w odniesieniu do całości oceny. Jest również „uśrednioną” miarą dla poszczególnych kryteriów [31] i nie indywidualizuje oceny dla każdego z kryteriów. Grupa ekspertów poprzez wyznaczenie zbioru kryteriów eliminuje lub ogranicza ich brak odpowiedniości do sytuacji, a wyznaczenie odpowiedniego algorytmu preferencji umożliwi przeliczanie wskaźników wartości na ilościowe zawarte w tab. 5.3.2 [35]. Należy zaznaczyć, że dla sprawdzenia poprawności oceny formularza przez ekspertów i ograniczenie subiektywizmu wyznaczamy medianę, ale tylko w przypadku, gdy grupa serwisów internetowych jest nierównoważna, czyli nie jest powiązana ze sobą tematyką, funkcjonalnością czy rodzajem [21, 22, 23]. Wyznaczenie mediany w przypadku badania serwisów internetowych nierówno ważnych w ocenie grupowej ekspertów nie likwiduje subiektywizmu, ale go zmniejsza. Więcej na temat

doboru ekspertów i metod badania ich opinii zaprezentowano w pracy w rozdziale II podpunkt 2.5.

Należy zaznaczyć, że w pracy zastosowane kryteria są traktowane równoważnie a skali preferencji przypisywano wartości współczynników. Na podstawie licznych publikacji Chmielarza W. [30] założenia przyjętej metody oceny preferencji użytkowników serwisów internetowych wytyczono następujące etapy:

- powołanie oceniającego zespołu ekspertów złożonego z przedstawicieli użytkowników i potencjalnych użytkowników Internetu z określonej grupy badanych serwisów internetowych;
- określenie kryteriów szczegółowych oceny serwisów internetowych, ich hierarchii oraz zależności pomiędzy czynnikami oceny czyli stworzenie szczegółowego formularza [Załącznik 4] ;
- ocena ekspercka wybranych serwisów internetowych występujących w danej dziedzinie oraz charakterystyka tych serwisów w badanym sektorze/branży;
- przypisanie kategoriom z grup kryteriów odpowiednich punktów na podstawie przyjętych;
- zebranie wyników w formie tabel indywidualnych i zestawienia wyników w formie tabel zbiorczych;
- analiza wyników ostatecznych i wyciągnięcie wniosków.

W metodzie punktowej eksperci przypisują kryteriom oceny według skali zgodnej z tab. 5.3.1.

**Tabela 5.3.1** Punktowa zasada oceny każdego z badanych kryteriów

<b>Skala punktowa</b>	<b>Objaśnienie</b>
<b>0</b>	brak cechy
<b>0,25</b>	niski (zadawalający) poziom cechy
<b>0,5</b>	średni (dostateczny) poziom cechy
<b>0,75</b>	wysoki (dobry) poziom cechy
<b>1</b>	bardzo wysoki (bardzo dobry) poziom cechy

Źródło: opracowanie własne na podstawie [30]

Ponieważ w badaniach opinii ekspertów można stosować jedną z wielu skal to w celu oceny preferencji stosuje się normalizację (*min-max normalization*) zgodną ze wzorem (5.3.1), która dostosowuje uzyskane wartości tak aby mieściły się w określonym przedziale [95, 96]:

$$P''_{S_i} = \frac{w - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} (P_{\text{newmax}} - P_{\text{newmin}}) + P_{\text{newmin}} \quad (5.3.1)$$

gdzie:

$P_{\text{newmin}}$  - nowa wartość minimalna, którą chcemy uzyskać,

$P_{\text{newmax}}$  - nowa wartość maksymalna,

$P_{\min}$  - dotychczasowa wartość minimalna,

$P_{\max}$  - dotychczasowa wartość maksymalna,

$w$  - wartość oceny w dotychczasowej skali.

Jednak zaprezentowana skala daje wyniki z przedziału od 0 do 1. Lepszą gradacją ocen w badaniu opinii ekspertów uzyskuje się stosując oceny wyznaczone w liczbach naturalnych. Można wówczas stosować skalę preferencji zgodną z tab. 5.3.2.

**Tabela 5.3.2** Skala preferencji użytkowników

<b>Skala ekspercka</b>	<0,1	0,11-0,2	0,21-0,3	0,31-0,4	0,41-0,5	0,51-0,6	0,61-0,7	0,71-0,8	0,81-0,9	0,91-1
<b>Skala Preferencji</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>

*Źródło: opracowanie własne*

Po przyjęciu przez eksperta skali opartej na liczbach naturalnych bazując na funkcji odwzorowania z tab. 5.3.2 wyznaczmy cząstkową ocenę  $P_S$  dla  $S_i$ .

Ostatecznie w wyniku zastosowania metody punktowej zostaną uzyskane preferencje użytkowników w ocenie użyteczności serwisów  $S_0, S_1, \dots, S_n$  (a w szczególności użyteczność serwisu  $S_0$ ) w formie wektora  $P_S$  zgodnego z następującym wzorem

$$P_S = \begin{bmatrix} P_{S_0} \\ P_{S_1} \\ \dots \\ P_{S_n} \end{bmatrix} \quad (5.3.2)$$

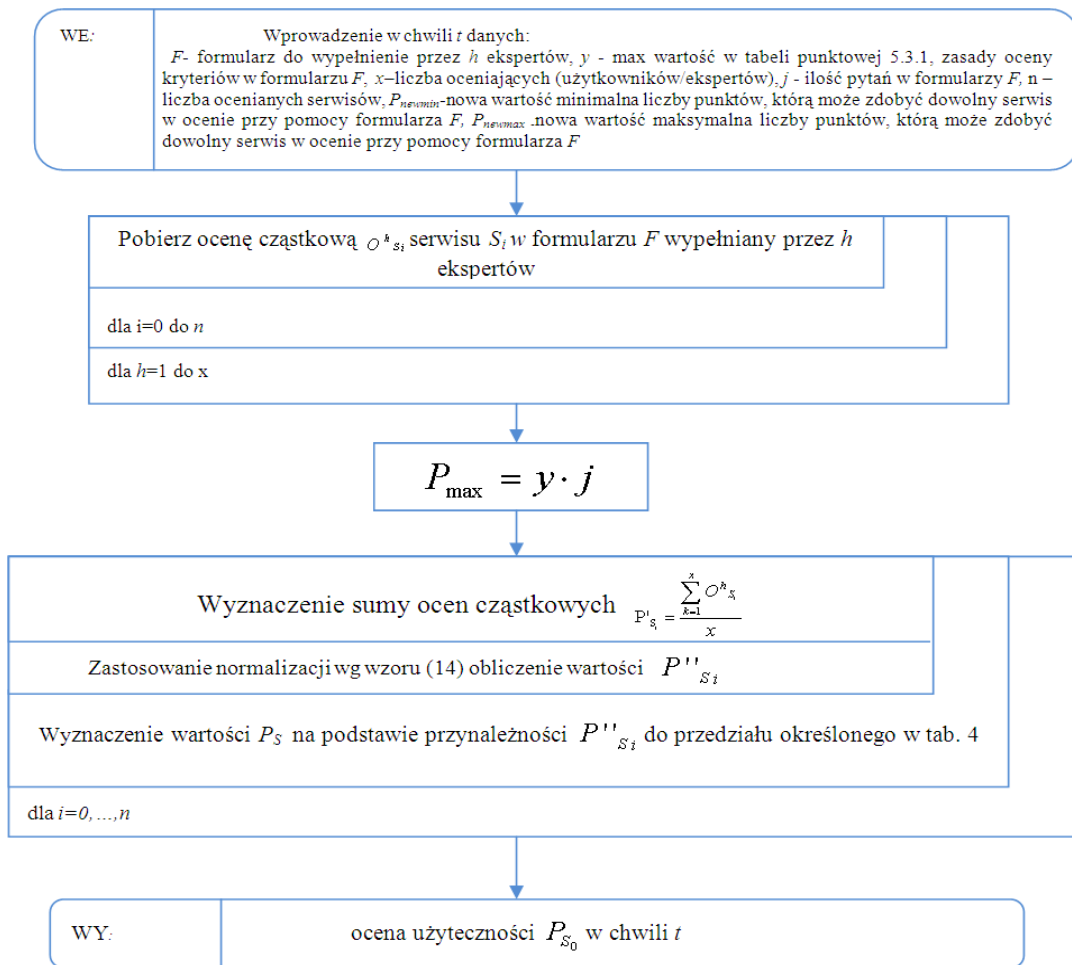
gdzie:

$P_{S_i}$  - preferencje użytkowników w ocenie użyteczności serwisu  $S_i$ ,

$i \in \{0, 1, \dots, n\}$ ,

$n$  - ilość rozważonych serwisów.

Schematycznie wyznaczenie oceny  $P_{S_0}$  dla serwisu  $S_0$  zilustrowano na rys. 5.3.1:



**Rysunek 5.3.1** Algorytm oceny użyteczności dowolnego serwisu  $S_0$  metodą badania preferencji użytkowników (ocena cząstkowa  $P_S$  z rys. 5.1.1)  
Źródło: opracowanie własne

Zastosowana metoda punktowa umożliwi ocenę cząstkową  $P_S$  dla każdego z badanych serwisów internetowych, który stanowi fragment szeroko pojętych zamierzeń dotyczących oceny użyteczności serwisów internetowych z punktu widzenia klienta, czyli preferencji użytkowników. Dodatkową funkcją metody wielowymiarowej analizy funkcjonalności jest monitoring badanego serwisu internetowego. W pracach Chmielarz W. od 2003 roku udowodnił, że metoda punktowa w ocenie serwisów internetowych jest racjonalna oraz łatwa do przyswojenia. W metodzie tej nie określa się kryteriów pod względem najgorszy/najlepszy jest tylko pochodną od znormalizowanej odległości [30-38]. Stosowana metodyka posiada wady takie jak: subiektywizm ocen eksperckich, nieadekwatność wyznaczonych kryteriów do

oceny sytuacji oraz problemy ze sprawdzeniem oceny różnych kryteriów do porównywalności [185]. Należy jednak zaznaczyć, że aby zmniejszyć subiektywność wyznaczenia oceny preferencji użytkowników w ocenie grupowej dla nie równoważnych badanych obiektów ważne jest zastosowanie mediany, która ten subiektywizm zmniejsza.

## 5.4 Syntetyczna ocena użyteczności serwisów internetowych

Kolejnym etapem utworzenia syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych (rys. 5.1.1) jest połączenie oceny cząstkowej  $Z_d$  i oceny cząstkowej  $P_S$  (podrozdział 5.2 i 5.3) badanych serwisów internetowych. Znaczenie syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych metody oceny niezawodności w pracy rozumie się jako ocenę uwzględniającą zarówno dane rzeczywiste z przeszłości jak i ocenę preferencji użytkowników. W metodzie syntetycznej ocena w oparciu o dane z dzienników logów agregacja ocen odbywa się według addytywnej funkcji użyteczności, syntetyzującej udziały wagowe kryteriów oraz wartości stopnia spełnienia ułamkowej funkcji celu przez każde z kryteriów. Oceny stopnia spełnienia każdego z kryteriów dla rozważanych wariantów pozyskuje się wyłącznie metodą porównań parami. W metodzie oceny w oparciu o preferencje użytkowników otrzymujemy agregację ocen na podstawie wymiarowej analizy funkcjonalności oraz skali preferencji z tab. 5.3.2. Należy zaznaczyć, że ważny jest w syntetycznej metodzie jednolity system odniesień miar ocen gdzie oceny są wyrażone w skali od 0-1 (ocena cząstkowa  $Z_d$  i  $P_S$ ). W celu uzyskania wagi oceny odniesionej do porównywalnych zakresów ocen należy dokonać normalizacji oceny  $Z_d$  względem ocen  $P_S$ . W syntetycznej ocenie użyteczności serwisów internetowych dane uzyskane z dzienników logów to dane rzeczywiste zaś dane preferencji jako dane niepewne, niepełne oraz wrażliwe na dobór reprezentatywnej grupy użytkowników (ekspertów). Dlatego w końcowej ocenie użyteczności uwzględniono również wagę obu ocen za pomocą wskaźnika  $\beta$ . W określeniu oceny wagi  $\beta$  można zasięgnąć opinii eksperta. Ekspert może rozważać, że prawdopodobieństwo wystąpienia błędu otrzymanych ocen cząstkowych  $Z_d$  i  $P_S$  zawsze jest znana i wówczas  $\beta$  jest tym prawdopodobieństwem. W przypadku gdy prawdopodobieństwo uzyskania poprawnych ocen  $Z_d$  i  $P_S$  nie jest obiektywne (jest to prawdopodobieństwo



subiektywne lub ewentualnie mieszane) o doborze  $\beta$  decyduje ekspert. Szerzej wybór wartości  $\beta$  opisano w literaturze [85-89, 178].

Reasumując w celu wyznaczenia syntetycznej użyteczności serwisów internetowych w oparciu o dane z dzienników logów i badaniu z zastosowaniem normalizacji ocen  $Z_d$  i  $P_S$  otrzymuje się użyteczność  $U_i$  badanego serwisu internetowego  $S_i$  zgodnie ze wzorem (5.4.2).

$$U_i = \beta \cdot Z_{d_i} \cdot n + (1 - \beta) \cdot P_{S_i} \quad (5.4.2)$$

gdzie:

$U_i$  - użyteczność dowolnego serwisu internetowego  $S_i$ ,

$P_{S_i}$  - użyteczność serwisu  $S_i$  wyznaczona metodą badania preferencji użytkowników,

$Z_{d_i}$  - użyteczność serwisu  $S_i$  wyznaczona metodą AHP serwisów  $S_i$ ,

$n$  – liczba ocenianych serwisów,

$i \in \{0,1,\dots,n\}$

$\beta$  - waga oceny ( $0 \leq \beta \leq 1$ ).

Aby przedstawić sytuację w jakiej może znaleźć się ekspert dokonujący wybór  $\beta$ , zaprezentowano przykładowe wartości tego współczynnika w tab. 5.4.1.

**Tabela 5.4.1** Przykładowe wartości współczynnika  $\beta$  - wagi oceny serwisu  $S_i$  we wzorze (5.4.2)

Lp.		kryterium oceny	wartość $\beta$	Wzór syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych
1.	kryterium Hurwicza	Optymizm otrzymanych ocen serwisów internetowych	$\beta = 0,6$ ekspert w przypadku oceny cząstkowej $Z_d$ wybiera najlepszą z wybranej decyzji, dane rzeczywiste zapewniają większy wskaźnik wiarygodności	$U_i = 0,6 \cdot Z_{d_i} \cdot n + (1 - 0,6) \cdot P_{S_i}$
2.	Kryterium Laplace'a	Prawdopodobieństwo otrzymanych ocen preferencji użytkowników i serwisów internetowych jest równe	$\beta = 0,5$ ekspert w przypadku oceny cząstkowej $Z_d$ wybiera jednakowe kierunki działania w wyborze wagi	$U_i = 0,5 \cdot Z_{d_i} \cdot n + (1 - 0,5) \cdot P_{S_i}$
3.	kryterium Walda	Brak oceny preferencji użytkowników	$\beta = 1$ ekspert wybiera jeden współczynnik optymizmu jako daną rzeczywistą nie subiektywną ocenę cząstkową $Z_d$	$U_i = 1 \cdot Z_{d_i} \cdot n + (1 - 1) \cdot P_{S_i}$
4.		Brak podobnych serwisów internetowych	$\beta = 0$ ekspert wybiera jeden współczynnik optymizmu jako ocenę cząstkową $P_S$	$U_i = 0 \cdot Z_{d_i} \cdot n + (1 - 0) \cdot P_{S_i}$

Źródło: opracowanie własne

Ostatecznie w wyniku oceny syntetycznej serwisów internetowych  $S_0, S_1, \dots, S_n$  uzyskuje się użyteczność syntetyczną w postaci wektora  $U_i$  zgodnego z następującym wzorem (5.4.3).

$$U_i = \begin{bmatrix} U_0 \\ U_1 \\ \dots \\ U_n \end{bmatrix} \quad (5.4.3)$$

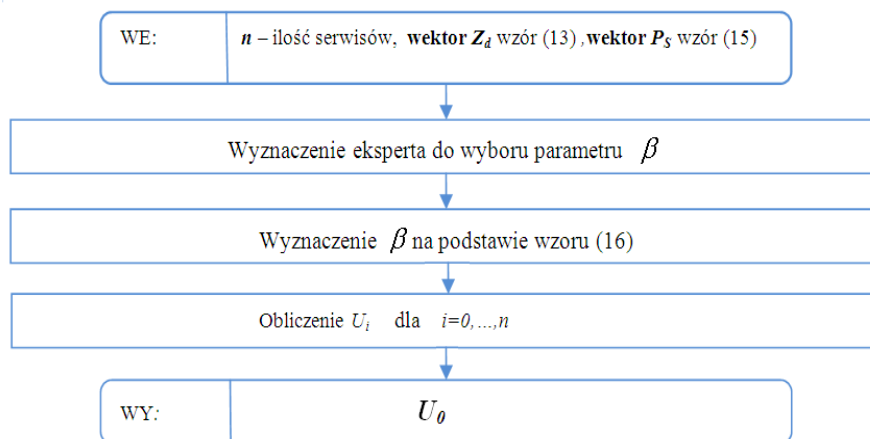
gdzie:

$U_i$  - ocena użyteczność serwisu  $S_i$ ,

$i \in \{0, 1, \dots, n\}$ ,

$n$  - ilość rozważonych serwisów.

Schematycznie wyznaczanie oceny  $U$  dla serwisu  $S_0$  zilustrowano na rys. 5.4.2:



**Rysunek 5.4.1** Algorytm przedstawiający ocenę użyteczności serwisów internetowych  $U_i$   
*Źródło: opracowanie własne*

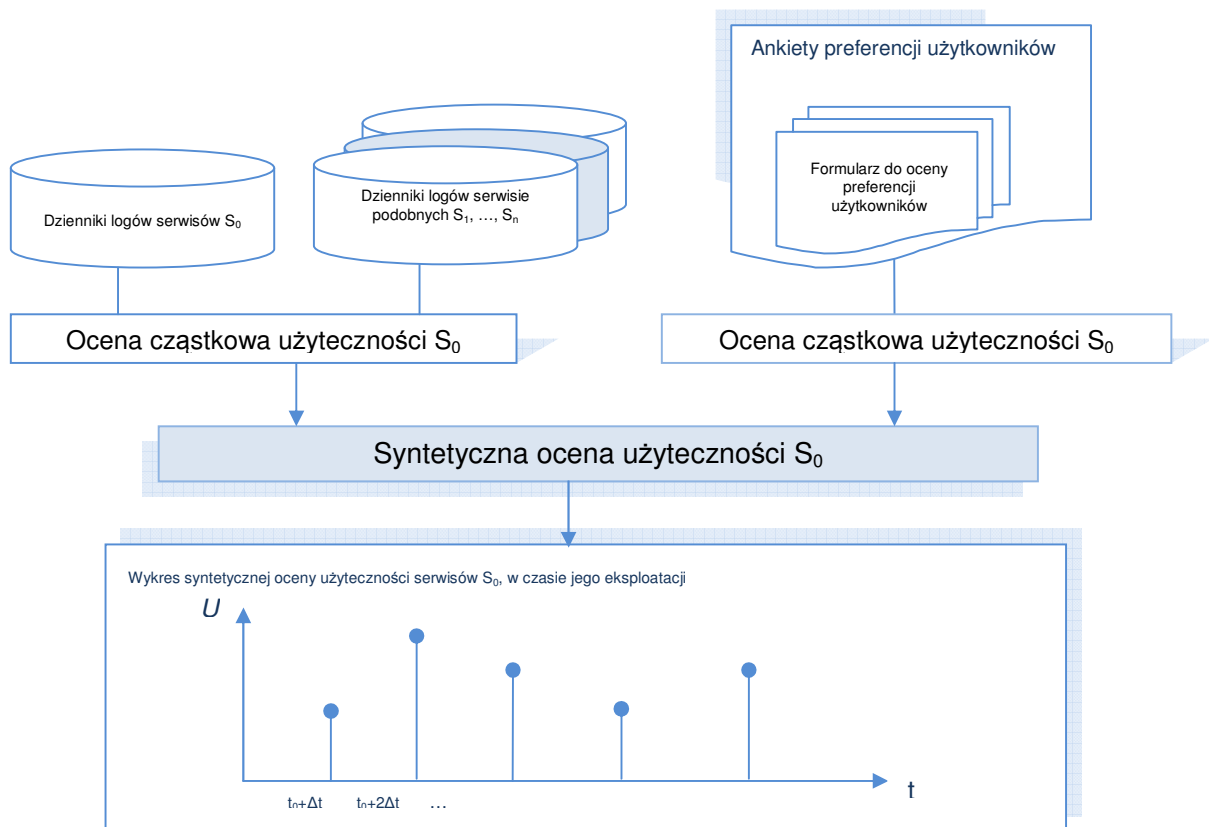
## 5.5 Zastosowanie metody

Zastosowanie opracowanej metody oceny użyteczności serwisów internetowych cechuje duża różnorodność wyboru grup serwisów internetowych jak również ilość wyboru tych serwisów. Na rys. 5.5.1 przedstawiono model funkcjonalności opisanej metody oceny użyteczności serwisów internetowych. W celu dopasowania serwisów internetowych jak i preferencji użytkowników należy:

1. Zaimplementować bazę danych, w której będą znajdować się dane z dzienników logów, niezbędne do oceny użyteczności serwisów internetowych do zmiennych potrzeb użytkowników;

2. Zaimplementować kwestionariusze w preferencjach użytkowników czynniki wpływające na użyteczność badanych grup serwisów internetowych.

Dzięki temu zostaną rozszerzone funkcje w metodzie syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych.



**Rysunek 5.5.1** Model funkcjonowania syntetycznej globalnej metody oceny użyteczności serwisów  
*Źródło: opracowanie własne*

Wówczas w syntetycznej metodzie oceny serwisy internetowe badane będą pod kątem ich użyteczności a realizacja działań opisana w niniejszym rozdziale, zgodnie z metodą, której schemat zaprezentowano w podrozdziale 5.1, umożliwi ocenę użyteczności serwisów internetowych. Dzięki tej metodzie możliwe będą również:

- obserwacja procesu zmian preferencji użytkowników;
- weryfikacja bieżących potrzeb użytkowników Internetu;

– pozyskiwanie informacji na podstawie monitoringu badanych serwisów oraz jednego serwisu internetowego.

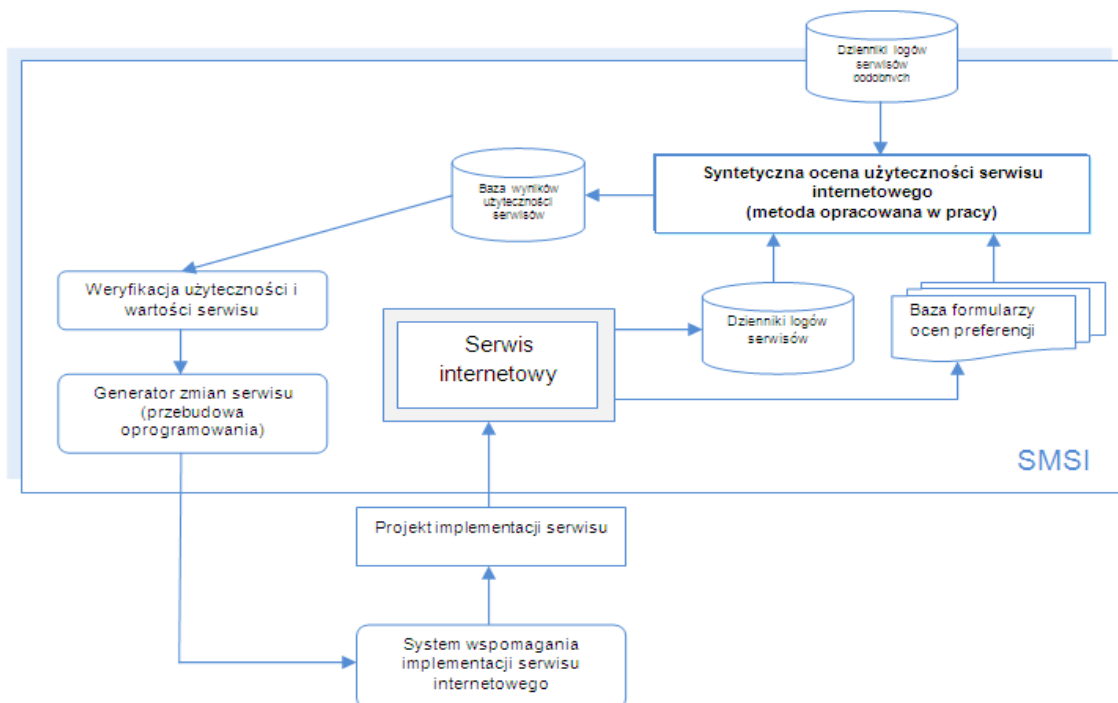
Opracowana metoda oceny użyteczności serwisów internetowych umożliwia bieżący pomiar i ocenę działań serwisów internetowych w ich otoczenia. W dowolnej chwili administrator serwisu internetowego, w porozumieniu z ekspertem, analitykiem, projektantem i twórcą serwisu internetowego może dzięki wynikom uzyskanym z metody:

1. Oceniać użyteczność badanych serwisów uwzględniając preferencję użytkowników i podjąć decyzję o konieczności dopasowania ich do panujących trendów;

2. Dokonać zmiany serwisów internetowych zgodnie z rzeczywistością celów biznesowych oraz ich otoczenia.

Istotą zaprezentowanej metody jest możliwość oceny oraz dopasowanie serwisów do zmiennych w czasie potrzeb użytkowników.

Syntetyczna metoda oceny użyteczności serwisów internetowych może być elementem systemu informatycznego wspomagającego budowę, reorganizację, restrukturyzację i modyfikację serwisu internetowego. Koncepcję takiego systemu opartą na systematycznej metodologii oceny użyteczności serwisów internetowych zaprezentowano na rys. 5.5.3.



**Rysunek 5.5.2** System informatyczny do budowy, restrukturyzacji, reorganizacji i modyfikacji serwisu internetowego (SMSI)

*Źródło: opracowanie własne*

Pod pojęciem restrukturyzacji rozumie się tu taką przebudowę serwisu by uczynić go bardziej użytecznym. Ocena wartości serwisu może być wyznaczona w tym systemie ze stosunkiem użyteczności serwisu do kosztu spełnionej funkcji przez ten serwis. Zaprezentowany system informatyczny należy do klasy systemów CASE. Wydobywa cykl życia serwisu i pozwala na dopasowanie serwisu do zmiennych w czasie potrzeb biznesowych jego użytkowników. Umożliwia też automatyzację prac w obszarze tzw. reengineeringu systemu oprogramowania a w tym przypadku serwisu internetowego i jest zgodny z prowadzeniem tzw. audiorigu (przeгляdu) serwisu. Opracowana w pracy metoda umożliwia również prowadzenie benchmarkingu zewnętrznego organizacji, która udostępnia serwis internetowy, bowiem jej produkt (serwis) jest porównywalny pod względem, użyteczności z innymi serwisami (serwisami podobnymi). Jest również narzędziem w doskonaleniu działań organizacji w tzw. outsourcingu ukierunkowanym na zwiększanie skuteczności i efektywności organizacji udostępniającej serwis.

## 5.6 Ocena i ograniczenia metody

W literaturze Kotarbiński T. określił metodę jako system postępowania, czyli sposób wykonywania czynu złożonego, polegającego na określonym doborze i układzie jego działań składowych, a przy tym uplanowanym i nadającym się do wielokrotnego stosowania [105]. W takim sensie opracowana w pracy procedura w podrozdziale 5.1-5.3 jest metodą. Metoda zaprezentowana w pracy jest sposobem wykonania złożonego zadania, jakim jest ocena użyteczności serwisów internetowych uwzględniając preferencję użytkowników. Metoda ma charakter proceduralny, jest działaniem zaplanowanym i możliwym do wielokrotnego stosowania. Można w niej zastosować dowolny plan badania grup serwisów internetowych różnego rodzaju jak zbadać pod względem użyteczności jeden serwis. Dodatkowo takie elementy jak możliwość utworzenia rankingu użytecznych serwisów internetowych, możliwość zastosowania w przebudowie infrastruktury serwisu. Metoda ta może być użyta w dowolnym rodzaju grup serwisów internetowych jak również w dowolnej ilości. Ilość serwisów internetowych zależna będzie od postawionego problemu oceny użyteczności badanych serwisów. Dodatkowo metoda pozwala w czasie rzeczywistym na:

1. Gromadzenie danych z dzienników logów, czyli stworzenie swoistej bazy wiedzy do oceny użyteczności;

2. Gromadzenie danych do oceny preferencji użytkowników w badanych serwisach internetowych.

Dodatkowo metoda omówiona w pracy ma także następujące właściwości:

1. Umożliwia tworzenie scenariuszy biznesowych dla badanego serwisu internetowego,
2. Może być zastosowana do badania użyteczności na dowolnym serwisie internetowym,
3. Uwzględnia ewolucje badanych serwisów internetowych i preferencję użytkowników,
4. Uwzględnia nie tylko potrzeby użytkowników, ale również dopasowanie otoczenia Internetu.

Różnica między opracowaną metodą a istniejącymi już metodami zawartymi w literaturze bierze pod uwagę wyłącznie statystyczny charakter potrzeb użytkowników jak również strukturę danych, występujących w wewnętrznej bazie danych badanego serwisu internetowego. Metoda ta uwzględnia czas jak również trendy panujące w danym momencie w Internecie. Uwzględnione aspekty, które zostały opisane i zastosowane w metodzie wnoszą nową jakość w ocenie użyteczności serwisów internetowych uwzględniając potrzeby użytkowników Internetu.

Należy zauważyć, że szeroki aspekt zmienności preferencji użytkowników, uwzględniony w opracowanej metodzie, ma dodatkowo adaptacyjny a nie sztywny (jednokrotnie realizowany) charakter. Adaptacja polega tu na możliwości dopasowania zmian w preferencjach użytkowników, gdzie zdefiniowanie przez eksperta kryteria, wyrażają odpowiednią funkcję przynależności do serwisu internetowego w danej grupie badawczej. Przy badaniu oceny cząstkowej można indywidualnie zbadać preferencje użytkowników dla każdego z badanych serwisów internetowych. Indywidualna ocena użyteczności serwisów internetowych wynika z przyjętych założeń z projektu tego serwisu, czyli in. użyteczność projektowana. Metoda oceny użyteczności serwisów internetowych uwzględniając preferencje użytkowników oparta jest na bieżącym pomiarze, odróżnia to tę metodę w sposób istotny od innych rozwiązań. Należy zaznaczyć, że zastosowanie metody oceny użyteczności serwisów internetowych usprawnień zmianę reorganizacji serwisów internetowych w trakcie przeprowadzania badań oraz po przeprowadzeniu badań oceny użyteczności. Pozwoli to ocenić nie tylko dopasowanie serwisów internetowych do preferencji użytkowników, serwisów internetowych do otoczenia i trendów panujących w Internecie czy stopnia realizacji

strategii biznesowych serwisów, ale także wprowadzenia skutków zmian (usprawnień) w danym momencie. Te cechy, które zostały wymienione w niniejszym rozdziale przedstawionej metody mają innowacyjny charakter.

Metoda wymaga weryfikacji i oceny, wyróżniamy dwa możliwe główne sposoby weryfikacji i dowodu słuszności metody. Należą do nich:

- weryfikacja empiryczna z użyciem eksperymentu weryfikacji;
- dowód słuszności metody oparty na podstawach teoretycznych dziedziny lub wielu dziedzin, do których się metoda odnosi (np. inżynieria systemów działania, ekonometria, inżynieria wymagań, metodologia projektowania, teoria identyfikacji);
- możliwa jest również weryfikacja, która łączy oba sposoby, w której odpowiednie aspekty metody dowodzi się wywodem teoretycznym, a inne praktycznym.

W przeprowadzonych badaniach na potwierdzenie słuszności metody oceny użyteczności serwisów internetowych zaistniały sytuacje, w których nie byłoby możliwe przeprowadzenie weryfikacji empirycznej opracowanej w niniejszej pracy metody dla serwisów internetowych:

1. Serwis internetowy nie został do końca opracowany i wdrożony na serwer, który umożliwia ocenę tego serwisu internetowego;

2. Blokada serwisów internetowych z różnych badanych grup nie wyraża zgody lub nie udostępnia strukturę danych statystycznych lub logów WWW.

W pierwszym przypadku nie istnieje możliwość zbadania preferencji użytkowników bez udostępnienia oraz skorzystania z badanego serwisu przez użytkowników Internetu. Ocena takiego serwisu jest nie realna a udostępnienie nie licznej grupie użytkowników empirycznej weryfikacji serwisu internetowego nie oceni jej pod względem preferencji użytkowników, co w przedstawionej metodzie jest jednym z założonych celów. W drugim przypadku brak dostępu do danych z logów WWW z zewnętrznej struktury badanego serwisu internetowego nie umożliwi przedstawienie odpowiednich danych rzeczywistych, które umożliwiają interpretację użytecznych serwisów internetowych pod kątem jej użyteczności.

Realizacja wymienionych zadań wymagałaby ingerencji eksperta w aspekty działalności firm posiadającej serwisy internetowe, tzw. klauzulą poufności. Jest to główna bariera uniemożliwiająca przeprowadzenie takiego eksperymentu. W przypadku braku danych (stosowanie klauzuli poufności) dla wybranych grup serwisów internetowych stosując

zaproponowaną metodę użyteczności można skorzystać z baz danych, które udostępniają firmy tworzące swoistą bazę wiedzy. Bazę wiedzy jest zbiorem informacji logów, Cookie i ścieżek sesyjnych tylko tych serwisów, które posiadają audyt i są zarejestrowane.

Metodę zweryfikowano w pracy praktycznie na podstawie studium przypadku (rozdział VI) oraz dowodu teoretycznego następujących aspektów metody:

- wieloaspektowego określenia preferencji użytkowników;
- wykorzystania znanych metod oceny użyteczności oraz wielokryterialnych.

## 5.7 Wady i zalety syntetycznej metody oceny użyteczności serwisów internetowych

Przedstawione w rozprawie wyniki badań metody syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych uwzględniły dwa poziomy oceny cząstkowej  $Z_d$  i  $P_S$  użyteczności serwisów internetowych. Każdy z nich reprezentował odmienne cechy strukturalne i tym samym różne sposoby realizacji oceny użyteczności serwisów internetowych.

Zaproponowana metoda badań oceny użyteczności ma bardzo duże zastosowanie, ale przy jej wykorzystywaniu należy pamiętać o wadach i zaletach oraz ograniczeniach, które przedstawiono w tab. 5.7.1 na podstawie przeprowadzonego eksperymentu.

**Tabela 5.7.1** Zalety i wady zaproponowanej metody

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dają możliwości przebadania dużej liczby grup osób;</li> <li>• Dostarczają ilościowych danych na temat serwisu;</li> <li>• Odbywają się w naturalnym środowisku (z wykorzystaniem osobistego komputera) lub laboratorium (praca ekspertów);</li> <li>• Badania są szybkie i względnie tanie (biorąc pod uwagę liczbę przebadanych użytkowników), uwzględniamy również badania w laboratorium;</li> <li>• Dają elastyczność w tworzeniu różnych typów zadań dostosowanych do kontekstu danego użytkownika;</li> <li>• Nie wymagają od badacza dostosowania się do ograniczeń wybranego softu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nie zawsze dają możliwość wejścia w interakcję z użytkownikiem, obserwowanie jego reakcji emocjonalnych, zadawania pytań pogłębiających temat;</li> <li>• Skłaniają klienta do koncentracji na danych ilościowych;</li> <li>• Wielkość próby nie zawsze jest adekwatna do oczekiwanych wyników.</li> </ul>

*Zródło: opracowanie własne*

Podstawową zaletą metody syntetycznej oceny użyteczności jest duża elastyczność, która jest wynikiem wielowymiarowej strukturyzacji pola tematycznego, które reprezentują różne rodzaje serwisów internetowych. Metoda ta umożliwia usprawnianie serwisów internetowych w okresie ich eksploatacji, ponieważ wymagania do serwisów są zmienne w czasie, czyli metoda umożliwia zweryfikowanie w dowolnym momencie danych. Metoda ta



pokazuje nowy sposób badań nad użytecznością serwisów internetowych opartą na preferencjach użytkowników.

## 5.8 Porównanie syntetycznej metod użyteczności serwisów internetowych z innymi metodami

Badania nad użyteczności obejmują szeroki zakres technik oraz narzędzie służących pomiarowi, ocenie i porównaniom łatwości posługiwania się serwisami internetowymi przez użytkownika, efektywności realizacji zadań w serwisie, ogólnej satysfakcji użytkownika oraz innych pokrewnych zagadnień. Badania te są coraz silniej rozwijającą się gałęzią. Z dnia na dzień pojawiają się nowe narzędzia dające badaczom szerokie pole wyboru. Dynamiczny rozwój rynku zmusza projektantów do dokonywania wyboru pomiędzy różnymi narzędziami i technikami. Aby porównać metody użyteczności dokonana została analiza porównawcza metod. Analiza porównawcza w niniejszym rozdziale rozumiana jest jako „*proces polegający na porównaniu wielkości, jakie możemy zaobserwować w badanym podmiocie z wartościami spotykanymi w szerszej grupie podmiotów o zbliżonej specyfice. Celem tej analizy jest wyznaczenie relatywnej pozycji podmiotu względem grupy odniesienia oraz estymacji wskaźników nie obserwowanego lub badanego u analizowanego podmiotu, który występuje w grupie odniesienia na bazie pozostałych wskaźników*” [104].

W tab. 5.8.1 przedstawiono analizę metod oceny użyteczności na podstawie kryteriów Albert B. [6] w której uwzględniono własną metodę badawczą oceny użyteczności serwisów internetowych:

- standardowa wielkość próby – ile osób podlega badaniu;
- otoczenie badawcze – naturalne (np.: dom, biuro) lub w laboratorium;
- miary badawcze – miary, które umożliwiają ocenę użyteczności takie jak liczbę kliknięć, czas realizacji zadania, poprawność wykonywania zadania;
- badanie zachowań – czy można śledzić zachowania użytkownika w trakcie badania,
- badania opinii – czy można badać opinie i postawy w trakcie badań;
- pytania potestowe – czy po zakończeniu badań można zadać użytkownikowi jeszcze dodatkowe pytania;
- przedmiot badania – co może podlegać badaniu;
- wpływ moderatora – na ile jest silny wpływ moderatora na działania badanych.

	Analiza ruchu	Ankietowanie użytkowników	Postacie i scenariusze	Grupy dyskusyjne	Analiza opinii	Testy funkcjonalności	Ocena preferencji	Metoda wielokryterialna
Miary badawcze	ilościowe	Ilościowe jakościowe	jakościowe	jakościowe	jakościowe	jakościowe	jakościowe	ilościowe

**Tabela 5.8.1** Porównanie metod użyteczności serwisów internetowych

<b>Wielkość próby</b>	duża/mała	mała	mała	mała	mała	duża/mała	mała	duża/mała
<b>Otoczenie badawcze</b>	sztuczne	naturalne sztuczne	sztuczne	naturalne sztuczne	naturalne	naturalne sztuczne	naturalne	naturalne sztuczne
<b>Wpływ moderatora</b>	nie	tak/nie	tak	tak/nie	nie	nie	tak/nie	nie
<b>Pytania potestowe</b>	nie	tak	tak	tak	tak	nie	tak	tak
<b>Badanie zachowań</b>	tak	tak/nie	tak/nie	tak	nie	tak	tak	tak/nie
<b>Badanie opinii</b>	tak	tak	nie	tak	tak	tak	tak	tak
<b>Przedmiot badań</b>	wybrany	wszystkie	wybrany	wszystkie	wybrany	wybrany	wszystkie	wybrany
<b>Czas badań</b>	długi krótki	długi	krótki	długi krótki	długi krótki	długi krótki	długi krótki	długi krótki
<b>Zastosowanie</b>	cały czas	cały czas	etap planowania	etap planowania	cały czas	etap planowania	etap planowania	cały czas
<b>Koszt</b>	duży	duży mały	duży mały	duży mały	duży mały	duży mały	duży mały	mały

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6]

Przedstawiona tab. 5.8.1 na podstawie kryteriów Albert B [6] analizuje porównawczą różnicę między stosowanymi już metodami badań a metodą przedstawioną w niniejszej rozprawie. Badania nad użytecznością są ciągle udoskonalane, wybór odpowiedniej metody jest duży a większość z przedstawionych metod opiera się na preferencjach użytkowników. Należy zaznaczyć, że ukazane metody użyteczności serwisów internetowych, które są stosowane na etapie ich projektowania różnią się od metod użyteczności w okresie ich eksploatacji. Większość metod wymaga od ekspertów kilkutygodniowej weryfikacji danych, wysokich kosztów na oprogramowanie, sprzęt oraz badania. Weryfikacja wyników nie w każdej metodzie daje zadawalające efekty a podsumowanie wyników wymaga długookresowych analiz. Użyteczność serwisów internetowych jest zmienna w czasie a procesy starzenia się systemów, zmiana preferencji użytkowników, rozwój narzędzi programowych i sprzętowych w informatyce nie we wszystkich metodach są uwzględniane. Zaproponowana metoda umożliwi efektywne, szybkie oraz tańsze badanie oceny serwisów internetowych w porównaniu z innymi metodami.

## Rozdział VI

### Studium przypadków użycia metody oceny użyteczności serwisów internetowych

#### 6.1 Wprowadzenie

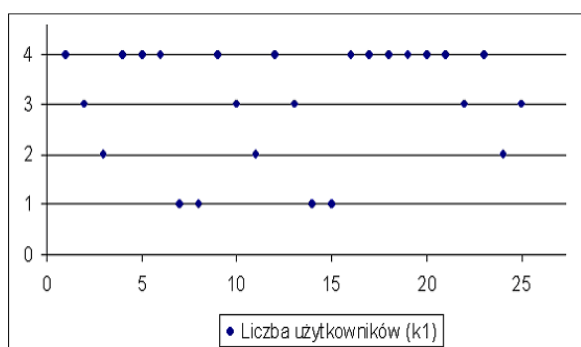
W celu potwierdzenia słuszności zaproponowanej w rozdziale V syntetycznej metody oceny użyteczności rozważono serwisy w księgarniach internetowych działających na terenie Polski za okres dwóch lat (2009-2010). Do badań wybrano pięć popularnych w Polsce księgarni internetowych (Dane w załączniku 2 i 3 na podstawie [116]). Należy zaznaczyć, że co roku dziennikarze portalu money.pl i tygodnika Wprost badają około 100 największych i najpopularniejszych serwisów internetowych (nie tylko w obszarze usług świadczonych przez księgarnię. Każdy serwis został zbadany pod kątem 60 kryteriów użyteczności i funkcjonalności serwisów internetowych i sklasyfikowany w ogólnym rankingu serwisów internetowych. Dla nich zastosowano syntetyczną ocenę użyteczności. Ocenę przeprowadzono co pół roku w okresie dwóch lat. Oceniono użyteczność wybranych serwisów na podstawie dzienników logów oraz w opinii ekspertów. Badane serwisy należą do grupy serwisów podobnych funkcjonalnie (głównie funkcję przez nie realizowane są takie same). Uzyskano tym samym oceny użyteczności tych przykładowych serwisów. Ostatecznie porównano je z ogłoszonym przez Wprost i portalu money.pl rankingiem badanych serwisów w tym samym okresie dwóch lat [117].

#### 6.2 Zastosowanie metody oceny użyteczności serwisów internetowych na przykładzie e-księgarni.

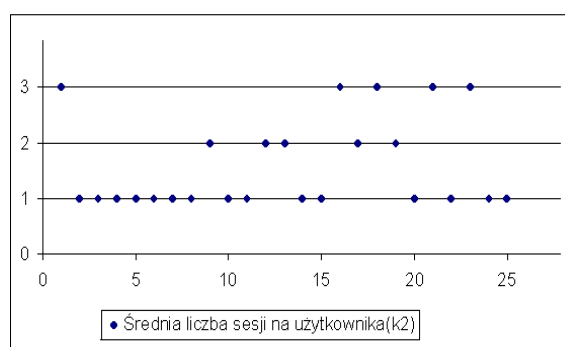
Pierwszym krokiem w syntetycznej metodzie oceny użyteczności było wyznaczenie oceny cząstkowej  $Z_d$  na podstawie dzienników logów. Po otrzymaniu ocen cząstkowych  $Z_d$  w celu scharakteryzowania rynku e-commerce na podstawie preferencji użytkowników wyznaczono ocenę cząstkową  $P_S$  poprzez metodę wielowymiarowej analizy funkcjonalności pięciu

badanych podobnych funkcjonalnie księgarni internetowych. Należy zaznaczyć, że ocena cząstkowa  $P_S$  obliczona została na podstawie opinii ekspertów, którzy w opinii posługiwali się skalą punktową oraz wpisywali w odpowiednie formularze [Załącznik 4] wyniki ustaleń, obrazując poszczególne kryteria (0 - brak cechy, 0,25 - niski (zadawalający) poziom cechy, 0,5 - średni (dostateczny) poziom cechy, 0,75 - wysoki (dobry) poziom cechy, 1 - bardzo wysoki (bardzo dobry) poziom cechy). Ostatnim krokiem analizy jest połączenie ocen cząstkowych  $Z_d$  oraz  $P_S$  i wyznaczenie użyteczności dla każdej z badanych księgarni z 2009 i 2010 roku.

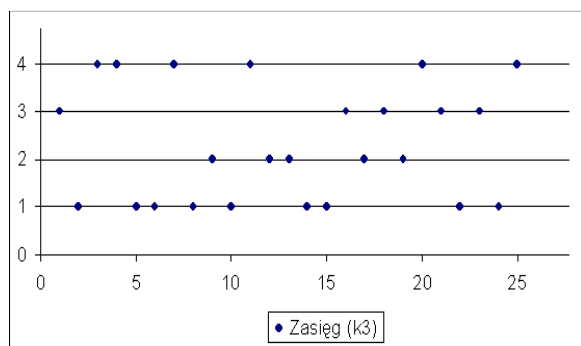
W ocenie cząstkowej  $Z_d$  w celu dopasowania danych z dzienników logów [Załącznik 1] do tablicy informacyjnej (tab. 5.2.1) został wyznaczony następujący zbiór danych ilościowych: *liczba użytkowników* ( $k_1$ ), *średnia liczba sesji na użytkownika* ( $k_2$ ), *czas* ( $k_3$ ), *liczba odston* ( $k_4$ ), *współoglądalność* ( $k_5$ ), *zasięg* ( $k_6$ ). W kolejnym kroku oceny  $Z_d$  przeprowadzono badanie istotność wybranych kryteriów. Zastosowano tu metody zbiorów przybliżonych. Dane z dzienników logów poddano dyskretyzacji  $d$ . Wyniki tej dyskretyzacji danych zaprezentowano na rys. 6.2.1- 6.2.6.



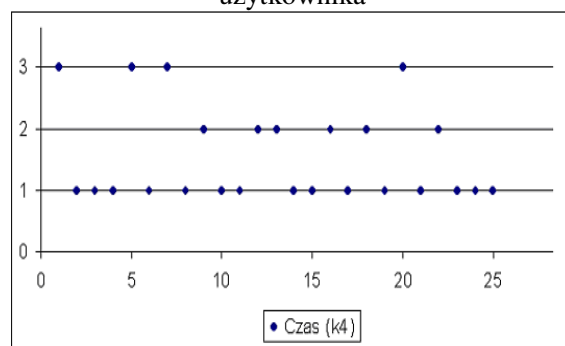
**Rysunek 6.2.1** Atrybut warunkowy  $k_1$ : Liczba użytkowników



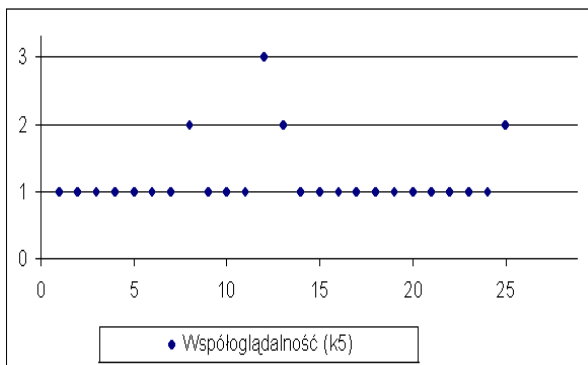
**Rysunek 6.2.2** Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie  $k_2$ : Średnia liczba sesji na użytkownika



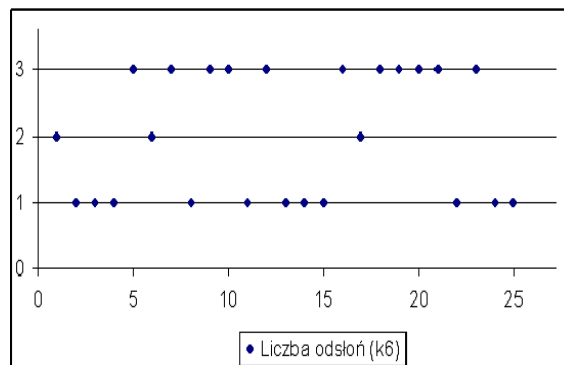
**Rysunek 6.2.3** Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie  $k_3$ : Zasięg



**Rysunek 6.2.4** Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie  $k_4$ : Czas



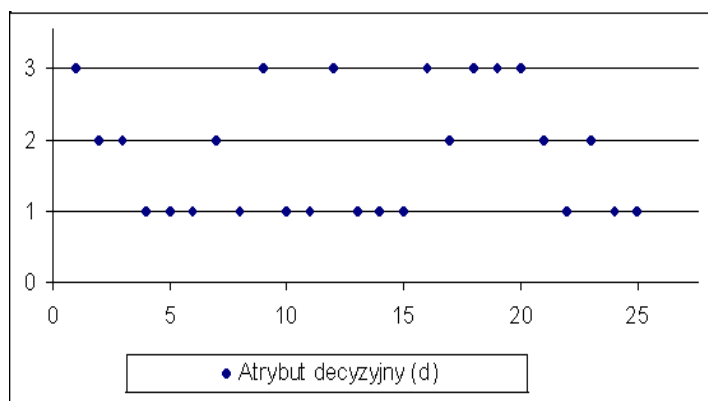
**Rysunek 6.2.5** Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie  $k_5$ : Współgładalność



**Rysunek 6.2.6** Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie  $k_6$ : Liczba odsłon

### Atrybut decyzyjny oraz jego kodowanie d

Aby określić skalę użyteczności danego serwisu internetowego wprowadzono atrybut decyzyjny  $d$ . Został on określony w oparciu o dane zgromadzone według najbardziej specjalistycznego i uznanego w środowisku rankingu wybranych serwisów internetowych, oraz firm zajmujących się badaniem użyteczności i funkcjonalności serwisów [145-148]. Jest ona zgodna z rys. 6.2.7



**Rysunek 6.2.7** Atrybut decyzyjny oraz jego kodowanie d

Przyporządkowanie wartości dyskretnej do wartości kryteriów i serwisów oraz atrybutu decyzyjnego pozwoliło na utworzenie tablicy informacyjnej w formie tab. 6.2.1. Jest to tablica zgodna z macierzą  $\Psi$  z rozdziału 5.2.2 (tab. 5.2.2.1) i kryterium  $\Pi$  wzór (5.2.1.2).

**Tabela 6.2.1** Tablica informacyjna analizowanego problemu w formie zakodowanej

Lp/S	Atrybuty warunkowe						d
	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	
S <sub>1</sub>	4	3	3	3	1	2	3
S <sub>2</sub>	3	1	1	1	1	1	2
S <sub>3</sub>	2	1	4	1	1	1	2
S <sub>4</sub>	4	1	4	1	1	1	1
S <sub>5</sub>	4	1	1	3	1	3	1
S <sub>6</sub>	4	1	1	1	1	2	1
S <sub>7</sub>	1	1	4	3	1	3	2
S <sub>8</sub>	1	1	1	1	2	1	1
S <sub>9</sub>	4	2	2	2	1	3	3
S <sub>10</sub>	3	1	1	1	1	3	1
S <sub>11</sub>	2	1	4	1	1	1	1
S <sub>12</sub>	4	2	2	2	3	3	3
S <sub>13</sub>	3	2	2	2	2	1	1
S <sub>14</sub>	1	1	1	1	1	1	1
S <sub>15</sub>	1	1	1	1	1	1	1
S <sub>16</sub>	4	3	3	2	1	3	3
S <sub>17</sub>	4	2	2	1	1	2	2
S <sub>18</sub>	4	3	3	2	1	3	3
S <sub>19</sub>	4	2	2	1	1	3	3
S <sub>20</sub>	4	1	4	3	1	3	3
S <sub>21</sub>	4	3	3	1	1	3	2
S <sub>22</sub>	3	1	1	2	1	1	1
S <sub>23</sub>	4	3	3	1	1	3	2
S <sub>24</sub>	2	1	1	1	1	1	1
S <sub>25</sub>	3	1	4	1	2	1	1

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Załącznik 1]*

W wyniku zastosowania teorii zbiorów przybliżonych do tab. 6.2.1 określono atrybuty, które w najwyższym stopniu decydują o poziomie ich względnej istotności. Każdy z konceptów posiada swoje górne oraz dolne przybliżenie (wzór 3.5.2 rozdział III). Jakość przybliżenia rodziny konceptów decyzyjnych przy uwzględnieniu wszystkich atrybutów warunkowych wynosi:  $\gamma(F) = 0,92$ . Oznacza to, że dla 92% przykładów umożliwia generowanie reguł pewnych, gdzie liczba reguł sprzecznych wynosi 2. Należy zaznaczyć, że opracowano reduct bezwzględny i względny ze zbioru atrybutów warunkowych oraz określona została względna istotność tych atrybutów, wzory (3.5.3 -3.5.7) z rozdziału III. W tab. 6.2.2 została przedstawiona względna istotność atrybutów za pomocą zbiorów przybliżonych.

**Tabela 6.2.2** Istotność atrybutów za pomocą zbiorów przybliżonych

Atrybut	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$
Istotność	0.3043	0.0000	0.1304	0.2609	0.0000	0.1739

względna istotność (wzór 3.5.7)



Analizując wygenerowane wyniki można stwierdzić, że atrybuty  $k_2, k_6$  spośród sześciu badanych można odrzucić, ponieważ ich istotność wynosi 0. Oznacza to, że dany atrybut można usunąć z tablicy informacyjnej, ponieważ można go potraktować jako zbędny szum informacyjny niemający znaczenia dla oceny użyteczności. Względna istotność atrybutów klasyfikuje się od 13% do 30%, co powoduje, że obiekty należące do tych klas są najlepiej sklasyfikowane. Otrzymane atrybuty ze zbioru danych  $\Psi$  po zastosowaniu teorii zbiorów przybliżonych utworzyły tablicę informacyjną  $\Theta$  (tab. 5.2.1) składającą się z czterech istotnych atrybutów stanowiących zbiór kryteriów  $Q$  ze wzoru (5.2.2.2) taki, że  $Q_1$  - liczba użytkowników,  $Q_2$  stanowi liczbę odślon,  $Q_3$  - zasięg,  $Q_4$  - czas. Macierz  $\Theta$  jest macierzą zredukowanych i istotnych danych źródłowych do oceny użyteczności serwisów internetowych w oparciu o dane z dzienników logów. Ostatecznie na podstawie macierzy  $\Theta$  oraz metody wielokryterialnej AHP wyznaczono ocenę cząstkową  $Z_d$ . Tab. 6.2.3 i 6.2.4 weryfikuje poprawność otrzymanych wyników z metody AHP (więcej na temat w rozdziale IV).

**Tabela 6.2.3** Szczegółowe zestawienie ocen badanych kryteriów i wariantów (2009) metodą AHP

2009 VI-XII				
Index preferencji				
Kryteria Warianty	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$
merlin.pl	0,342	0,11	0,05	0,07
empik.pl	0,056	0,05	0,16	0,13
wysylkowa.pl	0,13	0,25	0,43	0,59
gandalf.com.pl	0,342	0,5	0,27	0,26
kolporter.pl	0,13	0,11	0,08	0,03
<b>CI</b>	0,014	0,032	0,018	0,061
<b>CR</b>	0,013	0,028	0,016	0,054
wagi	0,25	0,29	0,29	0,18
2009 VI-XII				
Index preferencji				
Kryteria	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$
merlin.pl	0,12	0,34	0,11	0,026
empik.pl	0,038	0,06	0,03	0,11
wysylkowa.pl	0,508	0,13	0,5	0,5
gandalf.com.pl	0,264	0,34	0,29	0,09
kolporter.pl	0,07	0,13	0,06	0,04
<b>CI</b>	0,057	0,014	0,099	0,012
<b>CR</b>	0,05	0,013	0,096	0,011
wagi	0,25	0,29	0,29	0,18

*CR* – wskaźnik zgodności wzór (4.3.7) *CI* – współczynnik rozbieżności wzór (4.3.8)

**Tabela 6.2.4** Szczegółowe zestawienie ocen badanych kryteriów i wariantów (2010) metodą AHP

2010 VI-XII				
Index preferencji				
Kryteria Warianty	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$
merlin.pl	0,422	0,5	0,19	0,5
empik.pl	0,171	0,11	0,13	0,25
wysylkowa.pl	0,069	0,11	0,06	0,05
gandalf.com.pl	0,269	0,23	0,58	0,12
kolporter.pl	0,069	0,05	0,04	0,08
<b>CI</b>	0,016	0,044	0,05	0,034
<b>CR</b>	0,014	0,04	0,045	0,03
wagi	0,25	0,29	0,29	0,18

2010 VI-XII				
Index preferencji				
Kryteria	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$
merlin.pl	0,098	0,36	0,05	0,51
empik.pl	0,043	0,08	0,09	0,24
wysylkowa.pl	0,525	0,36	0,41	0,11
gandalf.com.pl	0,29	0,16	0,41	0,1
kolporter.pl	0,043	0,04	0,05	0,04
<b>CI</b>	0,048	0,035	0,019	0,043
<b>CR</b>	0,043	0,031	0,017	0,039
wagi	0,25	0,29	0,29	0,18

*CR* – wskaźnik zgodności wzór (4.3.7) *CI* – współczynnik rozbieżności wzór (4.3.8)

Na podstawie metody AHP oraz wyników zawartych w przedstawionych powyżej tab. 6.2.3 i 6.2.4 przedstawiono w tab. 6.2.5 i 6.2.6 zestawienie końcowe wyników w metodzie użyteczności serwisów internetowych w oparciu o dane z dzienników logów metodą AHP oraz wyznaczono ocenę cząstkową  $Z_d$ .

**Tabela 6.2.5** Zestawienie końcowe wyników w metodzie użyteczności serwisu w oparciu o dane z dzienników logów (2009) metodą AHP

2009 VI-XII					
Kryteria Warianty	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Z_d$
merlin.pl	0,342	0,105	0,052	0,068	<b>0,142</b>
empik.pl	0,056	0,047	0,162	0,134	<b>0,098</b>
wysylkowa.pl	0,13	0,245	0,428	0,503	<b>0,315</b>
gandalf.com.pl	0,342	0,497	0,275	0,26	<b>0,353</b>
kolpoler.pl	0,13	0,105	0,084	0,035	<b>0,093</b>
<b>WEKTOR WAG KRYTERIÓW</b>	<b>0,247</b>	<b>0,289</b>	<b>0,289</b>	<b>0,176</b>	

2009 VI-XII					
Kryteria Warianty	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Z_d$
merlin.pl	0,12	0,342	0,113	0,256	<b>0,206</b>
empik.pl	0,038	0,056	0,034	0,11	<b>0,055</b>
wysylkowa.pl	0,508	0,13	0,501	0,504	<b>0,396</b>
gandalf.com.pl	0,264	0,342	0,289	0,087	<b>0,263</b>
kolpoler.pl	0,07	0,13	0,063	0,043	<b>0,08</b>
<b>WEKTOR WAG KRYTERIÓW</b>	<b>0,247</b>	<b>0,289</b>	<b>0,289</b>	<b>0,176</b>	

**Tabela 6.2.6** Zestawienie końcowe wyników w metodzie użyteczności serwisu w oparciu o dane z dzienników logów (2010) metodą AHP

2010 VI-XII					
Kryteria	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Z_d$
Warianty					
merlin.pl	0,422	0,503	0,192	0,502	<b>0,393</b>
empik.pl	0,171	0,109	0,131	0,254	<b>0,156</b>
wysykowa.pl	0,069	0,109	0,061	0,049	<b>0,075</b>
gandalf.com.pl	0,269	0,227	0,577	0,119	<b>0,319</b>
kolpoler.pl	0,069	0,053	0,04	0,076	<b>0,057</b>
<b>WEKTOR WAG KRYTERIÓW</b>	<b>0,247</b>	<b>0,289</b>	<b>0,289</b>	<b>0,176</b>	
2010 VI-XII					
Kryteria	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Z_d$
Warianty					
merlin.pl	0,098	0,36	0,047	0,508	<b>0,231</b>
empik.pl	0,043	0,079	0,091	0,242	<b>0,102</b>
wysykowa.pl	0,525	0,36	0,408	0,108	<b>0,37</b>
gandalf.com.pl	0,29	0,162	0,408	0,104	<b>0,255</b>
kolpoler.pl	0,043	0,04	0,045	0,039	<b>0,042</b>
<b>WEKTOR WAG KRYTERIÓW</b>	<b>0,247</b>	<b>0,289</b>	<b>0,289</b>	<b>0,176</b>	

Po otrzymaniu oceny cząstkowej  $Z_d$  syntetycznej oceny przykładowych serwisów internetowych kolejnym etapem jest wyznaczenie otrzymanie oceny cząstkowej  $P_s$  na podstawie badania opinii użytkowników w tym celu opracowano formularz [Załącznik 4]. Do oceny w badaniu opinii użytkowników wykorzystano pięć kryteriów, które zostały przez ekspertów wyznaczone na podstawie teorii Nielsena J. o użyteczności serwisów internetowych, [128, 196]. Tymi kryteriami były:

- wizualizacja strony głównej (w tym uwzględniono: ilość i jakość elementów grafiki na stronie głównej serwisu, narzędzia marketingu internetowego, możliwość kontaktu z pracownikami witryny oraz przejrzystość menu);
- oferta serwisu internetowego (w tym uwzględniono: cenniki asortymentu oraz koszt transportu, przejrzystość listy oferowanych produktów, jakość prezentacji graficznej asortymentu, ilość i jakość opisu asortymentu);
- obsługa procesu usługowego (w tym uwzględniono: składanie zamówień na produkt, sposób zapłaty i odbioru towaru: możliwość pobrania cennika, sposób zapłaty, sposób dostawy i zniżki);
- asortyment i ceny (w tym uwzględniono: ograniczona ilość produktów w podstawowych, porównywalnych kategoriach);
- poprawność technologiczna – sprawdzenie poprawności kodu HTML oraz CSS (strony: <http://validator.w3.org>, <http://jigsaw.w3.org/css-validator>) oraz na którym pojawi się dany sklep w wyszukiwarkach i portalach typu: onet.pl i interna.pl.

Badanie opinii użytkowników odniesiono do tych samych serwisów jakie rozważano w ocenie cząstkowej  $Z_d$ . W ocenie serwisów metodą zgodną z formularzem [Załącznik 4] maksymalna suma ilości punktów z metody punktowej wynosiła 19. Jednak żaden z serwisów internetowych nie osiągnął takiej maksymalnej liczby punktów w 2009 i 2010 roku. Wyniki preferencji użytkowników na podstawie metody punktowej przedstawiono w tab. 6.2.7 i 6.2.8.

**Tabela 6.2.7** Podsumowanie preferencji użytkowników w roku 2009

Podsumowanie 2009 I-VI				Podsumowanie 2009 VI-XII			
księgarnie	$P_{Si}$	$P_{max}$	$P''_{Si}$	księgarnie	$P_{Si}$	$P_{max}$	$P''_{Si}$
empik.pl	12,25	19	0,653333333	empik.pl	13	19	0,68
wysylkowa.pl	7,25	19	0,373333333	wysylkowa.pl	9	19	0,466666667
merlin.pl	15,5	19	0,813333333	merlin.pl	16	19	0,84
gandalf.com.pl	11,25	19	0,586666667	gandalf.com.pl	10,25	19	0,533333333
kolpoler.pl	7,5	19	0,386666667	kolpoler.pl	10	19	0,52

$P''_{Si}$  - końcowa ocena preferencji ekspertów (wzór 5.3.1)

**Tabela 6.2.8** Podsumowanie preferencji użytkowników w roku 2010

Podsumowanie 2010 I-VI				Podsumowanie 2010 VI-XII			
księgarnie	$P_{Si}$	$P_{max}$	$P''_{Si}$	księgarnie	$P_{Si}$	$P_{max}$	$P''_{Si}$
empik.pl	10,75	19	0,56	empik.pl	12,75	19	0,666666667
wysylkowa.pl	8,75	19	0,453333333	wysylkowa.pl	14,75	19	0,773333333
merlin.pl	10,25	19	0,533333333	merlin.pl	12,5	19	0,653333333
gandalf.com.pl	11	19	0,573333333	gandalf.com.pl	15,5	19	0,813333333
kolpoler.pl	8,25	19	0,426666667	kolpoler.pl	13	19	0,68

$P''_{Si}$  - końcowa ocena preferencji ekspertów (wzór 5.3.1)

Aby obliczyć końcowa ocenę preferencji użytkowników na podstawie wyników  $P''_{Si}$  w oparciu o funkcja odwzorowania z tab. 5.3.2 wyznaczono cząstkową ocenę  $P_S$  dla badanych księgarń internetowych. Są one zgodne z tab. 6.2.9 i 6.2.10.

**Tabela 6.2.9** Ocena preferencji użytkowników księgarń internetowych (2009)

e-księgarnie	$P''_{Si}$	$P_S$
<b>2009 I-VI</b>		
empik.pl	0,653333333	7
wysylkowa.pl	0,373333333	4
merlin.pl	0,813333333	9
gandalf.com.pl	0,586666667	6
kolpoler.pl	0,386666667	4
<b>2009 VI-XII</b>		
empik.pl	0,68	7
wysylkowa.pl	0,466666667	5
merlin.pl	0,84	9
gandalf.com.pl	0,533333333	6
kolpoler.pl	0,52	6

$P_S$  – ocena cząstkowa na podstawie tab. 5.3.2

**Tabela 6.2.10** Ocena preferencji użytkowników księgarni internetowych (2010)

e-księgarnie	$P''_{Sj}$	$P_S$
<b>2010 I-VI</b>		
empik.pl	0,56	6
wysylkowa.pl	0,4533333333	5
merlin.pl	0,5333333333	6
gandalf.com.pl	0,5733333333	6
kolpoler.pl	0,4266666667	5
<b>2010 VI-XII</b>		
empik.pl	0,6666666667	7
wysylkowa.pl	0,7733333333	8
merlin.pl	0,6533333333	7
gandalf.com.pl	0,8133333333	9
kolpoler.pl	0,68	7

$P_S$  – ocena cząstkowa na podstawie tab. 5.3.2

Po otrzymaniu wyników z oceny grupowej ekspertów należy sprawdzić czy dobór serwisów internetowych jak i osób odpowiadających na pytania z formularzy jest słuszny, należy zastosować odpowiednią metodę. Należy zaznaczyć, że medianę stosuje się w sytuacjach, kiedy w ocenach ekspertów występują obiekty nie równoważne w przypadku, gdy serwisy są nie podobne do siebie. Przy wyborze księgarni internetowych (serwisy równoważne) i doboru grupy ekspertów metodę wyznaczenia mediany można nie stosować, ponieważ w ocenie grupowej sprawdza się odległość między badanymi obiektami, i czym mniej są podobne serwisy internetowe tym odległość jest oddalona a w odwrotnej sytuacji, gdy serwisy są podobne lub takie same uporządkowanie jest zbliżone do wyboru najlepszego serwisu z grupy obiektów ocenianych.

Ważności kryteriów i preferencji alternatyw względem każdego kryterium uzyskujemy z oceny cząstkowej  $Z_d$  a preferencje użytkowników z oceny cząstkowej  $P_S$ . Końcowy wynik to ocena użyteczności badanych księgarni internetowych pod względem preferencji użytkowników wyznaczona przy użyciu wzoru  $U$  (wzór 5.4.2). Na podstawie opisu zaproponowanej metody w tab. 6.2.13 i w tab. 6.2.14 przedstawiono wyniki, które umożliwiły ocenę użyteczności badanych księgarni internetowej w latach 2009 – 2010. Należy zaznaczyć, że na podstawie definicji zawartych w rozdziale V oraz wyboru eksperta dla  $\beta$  przyjmujemy wartość przypadku oceny cząstkowej  $Z_d$   $\beta = 0,6$ , gdzie ekspert wybiera najlepszą z wybranej decyzji dla danych rzeczywistych. Dane rzeczywiste zapewniają większy wskaźnik wiarygodności a w przypadku oceny cząstkowej  $P_S$  prawdopodobieństwo preferencji użytkowników może być nie pewne. W tab. 6.2.11 i 6.2.12 przedstawiono wyniki ocen

częstkowych oraz ocenę użyteczności badanych księgarni internetowych dla poszczególnych lat.

**Tabela 6.2.11** Tabela zbiorcza wyników ocen użyteczności z roku 2009

e-księgarnie	$Z_d$	$P_S$	$n$	$\beta Z_{dn}$	$(1-\beta)P_S$	$U$
<b>2009 I-VI</b>						
empik.pl	<b>0,098</b>	7	5	0,294	2,8	3,094
wysyłkowa.pl	<b>0,315</b>	4	5	0,945	1,6	2,545
merlin.pl	<b>0,142</b>	9	5	0,426	3,6	4,026
gandalf.com.pl	<b>0,353</b>	6	5	1,059	2,4	3,459
kolpoler.pl	<b>0,093</b>	4	5	0,279	1,6	1,879
<b>2009 VI-XII</b>						
empik.pl	<b>0,055</b>	7	5	0,165	2,8	2,965
wysyłkowa.pl	<b>0,396</b>	5	5	1,188	2	3,188
merlin.pl	<b>0,206</b>	9	5	0,618	3,6	4,218
gandalf.com.pl	<b>0,263</b>	6	5	0,789	2,4	3,189
kolpoler.pl	<b>0,08</b>	6	5	0,24	2,4	2,64

**Tabela 6.2.12** Tabela zbiorcza wyników ocen użyteczności z roku 2010

e-księgarnie	$Z_d$	$P_S$	$n$	$\beta Z_{dn}$	$(1-\beta)P_S$	$U$
<b>2010 I-VI</b>						
empik.pl	<b>0,156</b>	6	5	1,38	2,4	<b>3,78</b>
wysyłkowa.pl	<b>0,075</b>	5	5	0,975	2	<b>2,975</b>
merlin.pl	<b>0,393</b>	6	5	2,565	2,4	<b>4,965</b>
gandalf.com.pl	<b>0,319</b>	6	5	2,195	2,4	<b>4,595</b>
kolpoler.pl	<b>0,057</b>	5	5	0,885	2	<b>2,885</b>
<b>2010 VI-XII</b>						
empik.pl	<b>0,102</b>	7	5	0,306	2,8	<b>3,106</b>
wysyłkowa.pl	<b>0,37</b>	8	5	1,11	3,2	<b>4,31</b>
merlin.pl	<b>0,231</b>	7	5	0,693	2,8	<b>3,493</b>
gandalf.com.pl	<b>0,255</b>	9	5	0,765	3,6	<b>4,365</b>
kolpoler.pl	<b>0,042</b>	7	5	0,126	2,8	<b>2,926</b>

Wyniki zaprezentowane w tab. 6.2.13 i 6.2.14 przedstawiają ocenę finalną użyteczności serwisów internetowych z 2009 i 2010 roku przedstawioną w formie rankingu od najlepszej użyteczności w badanej księgarni internetowej do najgorszej.

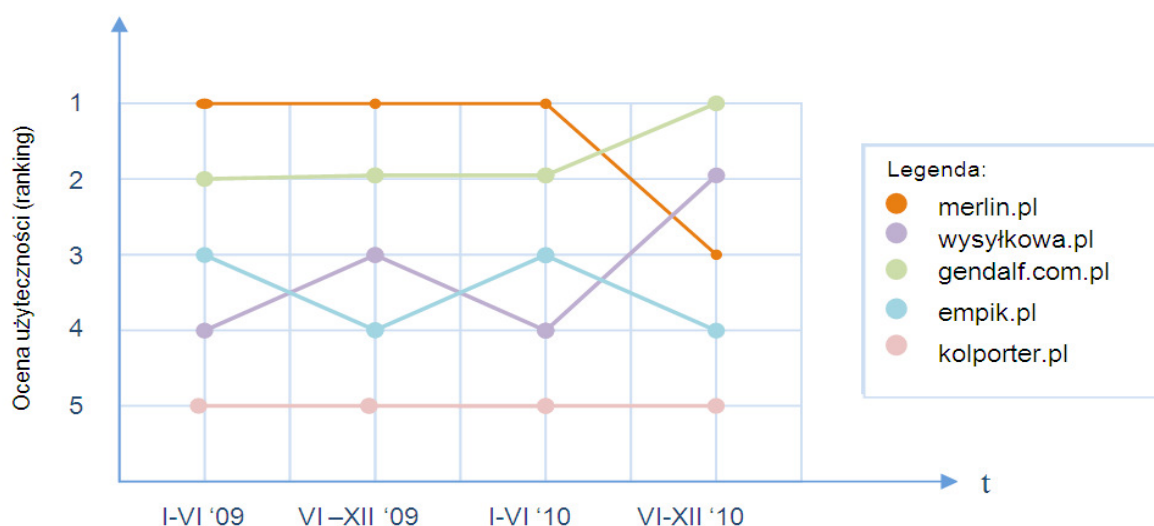
**Tabela 6.2.13** Ranking finalny księgarni internetowych 2009 na podstawie oceny użyteczności

2009 I-VI		Ranking	2009 VI-XII	
merlin.pl	4,026	<b>I</b>	merlin.pl	4,218
gandalf.com.pl	3,459	<b>II</b>	gandalf.com.pl	3,189
empik.pl	3,094	<b>III</b>	wysyłkowa.pl	3,188
wysyłkowa.pl	2,545	<b>IV</b>	empik.pl	2,965
kolpoler.pl	1,879	<b>V</b>	kolpoler.pl	2,64

**Tabela 6.2.14** Ranking finalny księgarni internetowych 2010 na podstawie oceny użyteczności

2010 I-VI		Ranking	2010 VI-XII	
merlin.pl	4,965	I	gandalf.com.pl	4,365
gandalf.com.pl	4,595	II	wysyłkowa.pl	4,31
empik.pl	3,78	III	merlin.pl	3,493
wysyłkowa.pl	2,975	IV	empik.pl	3,106
kolpoler.pl	2,885	V	kolpoler.pl	2,926

Należy zaznaczyć, że przy weryfikacji wyników odstęp roczny między badanymi serwisami nie wpływa na dużą różnicę między pierwszym a drugim miejscem rankingu. Rozkład oceny użyteczności w czasie dla badanych serwisów internetowych przedstawia rys. 6.2.8.



**Rysunek 6.2.8.** Wykres rankingu wg syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych w okresie 2009-2010

*Źródło: opracowanie własne*

### 6.3 Porównanie wyników księgarni internetowych z wynikami portalu money.pl i tygodnika Wprost

W celu scharakteryzowania odwzorowania zaproponowanej metody syntetycznej oceny użyteczności na rynku elektronicznym w branży księgarni internetowej wg rankingu czasopisma Wprost z 2009/2010 roku i dziennikarzy Money.pl [118] porównano i zaprezentowano słuszność metody. Ranking czasopisma Wprost z i dziennikarzy Money.pl w latach 2009/2010 [118] jest zgodny z rys. 6.3.1 oraz 6.3.2.

Książki		
poz. sklep		ocena
1	merlin.pl	76
2	gandalf.com.pl	69
3	empik.com	68
4	taniaksiążka.pl	66
5	swiatksiazki.pl	64
6	lideria.pl	63
7	zlotemysli.pl	62
8	poczytaj.pl	58
9	petlaczasu.pl	57
10	inbook.pl	56

**Rysunek 6.3.1** Ranking księgarni internetowej w 2009 roku

Źródło: opracowane na podstawie [118]

Książki		
poz.	sklep	punktacja
1	gandalf.com.pl	67,5
2	merlin.pl	66,5
3	kolporter.pl	65
4	wysylkowa.pl	62
5	pwn.pl	58,5
6	inbook.pl	57,5
7	kdc.pl	57
8	nexto.pl	55
9	lideria.pl	54,5
	bookmaster.pl	54,5

**Rysunek 6.3.2** Ranking księgarni internetowej w 2010 roku

Źródło: opracowane na podstawie [118]

W celu porównania ocen uzyskanych przez opracowaną w pracy syntetyczną metodę oceny użyteczności serwisów internetowych w tab. 6.3.1 i 6.3.2 podsumowano dwa okresy z badania za rok 2009 oraz 2010 i wyliczono średnią ważoną za ten okres, co umożliwiło porównanie wyników obu metod.

**Tabela 6.3.1** Ranking finalny księgarni internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności 2009

2009		
Ranking	księgarnie internetowe	Wynik końcowy
I	merlin.pl	4,122
II	gandalf.com.pl	3,324
III	empik.pl	3,0295
IV	wysylkowa.pl	2,8665
V	kolpoler.pl	2,2595

**Tabela 6.3.2** Ranking finalny księgarni internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności 2010

2010		
Ranking	księgarnie internetowe	Wynik końcowy
I	gandalf.com.pl	3,861
II	merlin.pl	3,536
III	wysylkowa.pl	3,2675
IV	empik.pl	2,987
V	kolpoler.pl	2,5485

W tab. 6.3.3 i 6.3.4 zaprezentowano ocenę uzyskana z syntetycznej metody oceny użyteczności serwisów internetowych i według portalu money.pl i tygodnika Wprost.



**Tabela 6.3.3** Ranking porównywalny księgarń internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności oraz według portalu money.pl i tygodnika Wprost w 2009

2009		
Ranking wg syntetycznej metody oceny użyteczności	księgarnie internetowe	Ranking wg portalu Money.pl i tygodnika Wprost
I	merlin.pl	I
II	gandalf.com.pl	II
III	empik.pl	III
IV	wysylkowa.pl	Brak serwisu w klasyfikacji
V	kolpoler.pl	Brak serwisu w klasyfikacji

**Tabela 6.3.4** Ranking porównywalny księgarń internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności oraz według portalu money.pl i tygodnika Wprost w 2010

2010		
Ranking wg syntetycznej metody oceny użyteczności	księgarnie internetowe	Ranking wg portalu Money.pl i tygodnika Wprost
I	gandalf.com.pl	I
II	merlin.pl	II
III	wysylkowa.pl	IV
IV	empik.pl	Brak serwisu w klasyfikacji
V	kolpoler.pl	III

Uzyskane wyniki w tab. 6.3.3 oraz 6.3.4 dowodzą porównywalnej słuszności syntetycznej metody oceny użyteczności serwisów internetowych. Dodatkowo przedstawione w tab. 6.3.3 i w tab. 6.3.4 dowodzą, że zaprezentowanej w pracy syntetycznej metodzie oceny użyteczności ilość kryteriów jest w stosunku do rankingu portalu money.pl i tygodnika Wprost mniejsza a metoda badawcza mniej skomplikowana. Koszty nad badaniami użyteczności serwisów internetowych są nieznane, ale jakość zaprezentowanych wyników wskazuje duże zaangażowanie portalu money.pl i tygodnika Wprost [118] o czym świadczą badania i opinie umieszczone w serwisach internetowych na temat oceny użyteczności. Metody stosowane w obydwu przypadkach uwzględniają preferencję użytkowników. Wartością dodaną w zaprezentowanej syntetycznej metodzie oceny użyteczności jest uwzględnienie danych z dzienników logów. Metoda ta usprawni pracę analityków przy dopasowaniem serwisów internetowych do bieżących potrzeb użytkownika w okresie eksploatacji tych serwisów.

## Rozdział VII

### Podsumowanie

Celem niniejszej rozprawy było opracowanie metody oceny użyteczności dowolnego serwisu internetowego, z uwzględnieniem zmiennych preferencji jego użytkowników oraz uwarunkowań biznesowych podmiotu, dla którego utworzono ten serwis. Pod pojęciem użyteczności serwisów internetowych zgodnie z definicją z podrozdziału 2.3, rozumie się taką cechę tych serwisów osiąganą w procesie ich projektowania, wytwarzania i eksploatacji, która umożliwi najlepszą ergonomię ich użycia z uwzględnieniem intuicyjnej nawigacji, ułatwieniem dostępu do poszukiwanej przez użytkownika informacji oraz zapewni zrozumiałą dla użytkownika komunikację [127, 128].

Zaprezentowana metoda opiera się na ocenie użyteczności w oparciu o dane historyczne (ocena użyteczności na podstawie dzienników logów) oraz dane odwzorowujące bieżące i przyszłe preferencje użytkowników (badania ankietowe). Oceny te są ocenami cząstkowymi. Oznaczono je w pracy symbolicznie jako  $Z_d$  – ocena użyteczności na podstawie logów) i  $P_s$  - ocena użyteczności w wyniku badań ankietowych (badanie preferencji użytkowników).

Ostatecznie do oceny użyteczności serwisów internetowych została utworzona tzw. syntetyczna ocena użyteczności serwisów internetowych. Metoda syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych składa się z trzech etapów, które zostały przedstawione na ogólnym schemacie metody w rozdziale V (rys. 5.1.1).

W pierwszym etapie do oceny użyteczności serwisów internetowych wykorzystano ocenę cząstkową  $Z_d$ . Do tej oceny wykorzystano wielokryterialną metodę AHP. Metodę tę użyto do danych pochodzących z dostępnych plików dzienników logów, przy czym dane te poddano wcześniej wstępnej obróbce obejmującej tzw. czyszczenie danych, weryfikację istotności danych i redukcję danych nieistotnych. Dane te reprezentowały odpowiedni wymiar kryteriów i zbiorów wariantów w metodzie AHP. Uzyskana ocena cząstkowa  $Z_d$  pozwoliła na weryfikację użytecznych serwisów pod kątem badanych kryteriów z dzienników logów w czasie.

W drugim etapie syntetycznej metody oceny użyteczności serwisów internetowych zastosowano metodę badania opinii użytkowników (ekspertów) i badania ankietowe, zgodne z opracowanym formularzem. Do zebranych danych zastosowano tzw. ocenę punktową, która umożliwiła uzyskanie oceny cząstkowej  $P_S$ , a weryfikacja wstępna oceny opierała się na swoistej hierarchii elementów oraz ich odległości od wielkości maksymalnie możliwej do uzyskania w procesie ankietyzacji. W tym etapie kategorie tematyczne były włączane w zależności od rodzaju badanych serwisów internetowych, które opracowywane zostały przez ekspertów na potrzeby badanej użyteczności lub dostosowane na potrzeby danej organizacji.

Ostatni etap syntetycznej metody oceny użyteczności serwisów internetowych jest agregacją (połączeniem) uzyskanych ocen cząstkowych  $Z_d$  i  $P_S$  badanych serwisów internetowych. W tym celu zastosowano kryterium optyimizmu Hurwicza i podejście odnoszące się do warunków niepewności wynikającej z braku danych o rzeczywistych wartościach wag ocen cząstkowych. Należy zaznaczyć, że w syntetycznej ocenie użyteczności serwisów internetowych dane uzyskane z dzienników logów to dane rzeczywiste zaś dane ankietowe to dane niepewne, niepełne oraz wrażliwe na dobór reprezentatywnej grupy użytkowników (ekspertów). Dlatego w końcowej ocenie użyteczności uwzględniono również wagę obu ocen za pomocą wskaźnika  $\beta$ . W określeniu wagi  $\beta$  można zasięgnąć opinii eksperta.

Przedstawiona w rozprawie metoda oceny użyteczności serwisów internetowych uwzględnia dwa poziomy oceny serwisów a mianowicie preferencje użytkowników oraz dane rzeczywiste uzyskane z dzienników logów. Każda z nich reprezentuje odmienne cechy strukturalne i tym samym w różny sposób dokonuje oceny serwisów. Dlatego syntetyczna ocena użyteczności jest metodą wieloaspektową i w tym sensie jest metodą wielokryterialną.

W celu porównania z innymi metodami zaproponowanej w pracy syntetycznej metody oceny użyteczności została przedstawiona analiza metod (podrozdział 5.8) na podstawie kryteriów Albert B. [6] Badania nad użytecznością są ciągle udoskonalane, wybór odpowiedniej metody jest duży a większość z przedstawionych metod opiera się tylko na preferencjach użytkowników. Należy zaznaczyć, że zaproponowana metoda umożliwia efektywne, szybkie oraz tańsze badanie oceny serwisów internetowych w porównaniu z innymi metodami (tab. 5.8.1).

Metodę zaprezentowaną w pracy zweryfikowano w oparciu o studium przypadku (rozdział VI), gdzie rozważono serwisy internetowe działające w branży księgarski, działających na terenie Polski i porównano otrzymany wynik (ranking) z rankingiem czasopisma Wprost z 2009/2010 roku i dziennikarzy Money.pl [118]. Weryfikacja wyników syntetycznej metody oceny użyteczności serwisów internetowych i porównanie tych wyników z rankingiem czasopisma Wprost i dziennikarzy Money.pl dała pozytywny wynik co zostało przedstawione w podrozdziale 6.3.

W pracy sformułowano hipotezę, że opracowana metoda oceny użyteczności serwisów internetowych może być nowym istotnym elementem architektury systemu informatycznego, wspomagającym proces odnawiania, modernizacji i przebudowy serwisu.

Prawdziwość tej hipotezy wynika z przedstawionej w pracy koncepcji systemu SMSI (rys. 5.5.2), który wspomaga proces odnawiania, modernizacji i przebudowy wybranego serwisu internetowego.

Nowością w pracy jest taka wielokryterialna i wieloaspektowa ocena użyteczności serwisów internetowych, w której powiązано dwa źródła danych, a mianowicie dane rzeczywiste z eksploatacji serwisów z danymi ankietowymi uzyskanymi w procesie ankietowych badań preferencji użytkowników (ekspertów) a także możliwość zautomatyzowanie procesów reorganizacji i takiej przebudowy serwisu, aby zwiększyć użyteczność serwisu. Można taką automatyzację uzyskać poprzez implementację zaprezentowanej w pracy metody.

Perspektywy dalszych badań na tym polu mogą mieć dwa kierunki. Pierwszy kierunek to powiązanie proponowanej metody z oceną serwisów w oparciu o nowe kryteria, które powinny być gromadzone w dziennikach logów, a których w nich nie ma oraz badanie wpływu wyboru tzw. serwisów podobnych na wyniki oceny. Drugi kierunek badań autorka upatruje w projektowaniu systemów informatycznych zgodnych z koncepcją systemu z rys. 5.5.2 (SMSI) i tworzeniu nowych narzędzi do oceny użyteczności. Dodatkowo interesującym kierunkiem dalszych badań jest połączenie metody oceny z bazą wiedzy w jedno narzędzie do modyfikowania wewnętrznych struktur serwisów internetowych.

## Literatura

*(publikacje własne zostały wyróżnione pogrubioną czcionką)*

1. Agrawal R. Srikant R., Fast Algorithms for Mining Association Rules. VLDB, Chile ISBN 1-55860-153-8 1994
2. Agrawal R., Imielinski T. Swami A.N., Mining Association Rules between Sets of Items In Large Databases. SIGMOD, 22(2), 1993 s. 207-16
3. Agrawal R., Srikant R. Mining Sequential Patterns, Proc. of the 11th International Conference on Data Engineering, 1995
4. Al-Harbi K.M. Al-S. Application of the AHP in project management, International Journal of Project Management, 19, 19-27, 2001
5. Alarcon M.J., Grau J.B., Torres J.. Application of ELECTRE I method to restoration actions in telecommunication network maintenance. In Industrial Electronics, IEEE International Symposium on 3430-3434, 2007
6. Albert B. Tedesco D, Beyond The Usability Lab. Conducting Large-scale, On-Line User Experience Study. Morgan Kaufmann, MA USA, 2010
7. Almeida. Multicriteria modelling of repair contract based on utility and ELECTRE I method with dependability and service quality criteria. Annals of Operations Research, 138:113-126, 2005
8. Anand Raj P. Multicriteria methods in river basin planning - a case study. Water Science and Technology, 31:261-272, 1995
9. Araz C., Ozkarahan I. Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. International Journal of Production Economics, 106:585-606, April 2007
10. Augusto M., Lisboa J., Yasin M., Rui Figueira J.. Benchmarking in a multiple criteria performance context: An application and a conceptual framework. European Journal of Operational Research, 184:244-254, 2008
11. Baharad E. Nitzan S., On the selection of the same winner by all scoring rules. Social Choice and Welfare, 26, 2006
12. Baharad E. Nitzan S., The borda rule, Condorcet consistency and Condorcet Stability, Economic Theory, 22, 2003
13. Barnes S.J, Vidgen R.T. Data triangulation and web quality metrics: A case study in e-government. Information&Management, No 43, 2006 s. 767-777
14. Bates M., The design of browsing and berrypicking techniques for the search interface, [www.gseis.uclua.edu/faculty/bates/berrypicking.html](http://www.gseis.uclua.edu/faculty/bates/berrypicking.html) 1989
15. Brachman R., Khabaza T., Kloesgen W., Piatetsky-Shapiro G., Simoudis E. Industrial applications of data mining and knowledge discovery, Communications of ACM, 1996.
16. Brans S.J., Mareschal. Promethee methods, 2005
17. Brookshear J.G. Informatyka w ogólnym zakresie, WTN 2003
18. Buchanan J., Vanderpooten D. Ranking projects for an electricity utility using ELECTRE III. International Transactions in Operational Research, 14:309-323, 2007
19. Budnicki Z. Podstawy informatycznych systemów zarządzania, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993
20. Bury H., Wagner D. Wpływ wyboru metody wyznaczania oceny grupowej na wynik ekspertyzy W: Tadeusz Trzaskalik (red.), Modelowanie Preferencji a Ryzyko,

- Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2010, s. 259-276
21. Bury H., Wagner D., Determining group judgment when ties can occur, Proceedings of 13th IEEE IFAC International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics MMAR, 2007, Szczecin, Polska, s. 779–784.
  22. Bury H., Wagner D., Group Judgment With Ties. Distance-Based Methods. New Approaches in Automation and Robotics, H. Aschemann ed., I-Tech, 2008, s. 153–172.
  23. Bury H., Wagner D., Pozycyjne oceny grupowe dla obiektów równoważnych, *Badania Operacyjne i Systemowe: Decyzje, Gospodarka, Kapitał Ludzki i Jakość*, Warszawa, 2008, s. 53-64.
  24. Bury H., Wagner D., Some positional methods of group judgment – a unified approach, Proceedings of 11th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics MMAR, Międzyzdroje, Polska, 2005, s. 869–874.
  25. Bury H., Wagner D., Zastosowanie mediany Litvaka do wyznaczania oceny grupowej w przypadku występowania obiektów równoważnych, *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą* 10, Bydgoszcz 2007, s. 19–34.
  26. Catledge L.D., Pitkow J.E., Characterizing Browsing Strategies in the World Wide Web, Proc. of the 3rd Int'l World Wide Web Conference, 1995
  27. Chen M. S, Park J.S. You P.S. Efficient Data Mining for Path Traversal Patterns” IEEE Transactions of Knowledge and Data Engineering, Vol. 10. No. 2, March/April 1998
  28. Chen M.S., Han J., Yu P.S., Data mining: an overview from a database perspective, IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering, 8, 1996
  29. Ching-Hsue Cheng, Kuo-Lung Yang, and Chia-Lung Hwang. Evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight. *European Journal of Operational Research*, 116:423-435, July 1999
  30. Chmielarz W, Próba oceny stron WWW polskich sklepów internetowych, w mat. konf. Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie pod red. R. Knosali, WNT, Warszawa 2002, s. 178-187.
  31. Chmielarz W. Analiza atrybutów wybranych księgarni internetowych, materiały konferencji HCI, 2003.
  32. Chmielarz W. Analiza porównawcza wybranych księgarni internetowych 2003 [www.swo.ae.katowice.pl/\\_pdf/53.pdf](http://www.swo.ae.katowice.pl/_pdf/53.pdf) dostęp od 2003
  33. Chmielarz W. Metody oceny werbalnych księgarni internetowych Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie obszar: Gospodarka oparta na wiedzy 2010
  34. Chmielarz W. Metody oceny witryn banków internetowych w zakresie obsługi klienta indywidualnego, *Rachunkowość bankowa* 2008
  35. Chmielarz W. Modele efektywnych zastosowań elektronicznego biznesu w sektorach gospodarki polskiej, red. Chmielarz W, Wydawnictwo WSEI, Warszawa 2007
  36. Chmielarz W. Ocena użyteczności internetowych witryn sklepów komputerowych. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą* Tom 13, 2008 s. 17-24
  37. Chmielarz W. Przełączniki metodyczne w ocenie witryn internetowych sklepów komputerowych, rozdział 43w: *Zarządzanie Wiedzą i Technologiami informatycznymi* red. C Ormowski, Z. Kowalczyk, E Szczerbinki, nr.4 seria: Automatyka i Informatyka, Pomorskie wydawnictwo Naukowo-Techniczne PWNT Gdańsk 2008 s. 361-368
  38. Chmielarz W. *Systemy elektrycznej bankowości*, Difin, Warszawa 2005
  39. Chun-Chin Wei, Chen-Fu Chien, and Mao-Jiun J. Wang. An ahp-based approach to erp system selection. *International Journal of Production Economics*, April 2005, 96:47-62
  40. Cohen J. *Serwisy WWW Projektowanie, tworzenie i zarządzanie*, Wydawnictwo Helion

- 2004
41. Consulting <http://www.amrconsulting.pl> dostęp 5.01.12
  42. Davenporta T. Prusaka L. Information Ecology, 2002
  43. De Brucker K., Verbeke A., Macharis C., The Applicability of multicriteria-analysis to the evaluation of intelligent transport system (ITS). Research in Transportation Economics, Vol. 8, Is. 1, 2004, s.151-179
  44. Deng-Feng Li. Compromise ratio method for fuzzy multi-attribute group decision making. Applied Soft Computing, 7:807-817, June 2007
  45. Desbarats, Gus., Usability: form that says function. Industrial Management & Data Systems 95, no. 5:3-6, 1995
  46. Dillon A., Information Architecture in JASIST. Just Where Did We Come From? The Journal of the Society for Information Science and Technology 10, 2002, s. 821–823.
  47. Disign <http://www.designinginteractions.com/interviews> - zestaw wywiadów z czołowymi postaciami zajmującymi się projektowaniem interakcji. dostęp 5.10.11
  48. Dominik A. Analiza danych z zastosowaniem teorii zbiorów przybliżonych, Praca Dyplomowa Magisterska opiekun dr inż. R. Podraza Warszawa 2004
  49. Downarowicz, O., Krause J., Sikowski M., Stachowski W., Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego, Wybrane metody ergonomii i nauki o eksploatacji, Wydz. Zarz. i Ekon. PG, Gdańsk, 2002 s. 7-42.
  50. Duncan Luce R, Raiffa H. Gry i decyzje. PWN, Warszawa 1964.
  51. Dyche J. CRM. Relacje z klientami Helion 2002
  52. Dyer J. S., Fishburn P. C., Steuer R. E., Wallenius J., Zionts S. Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: The Next Ten Years, Management Science, Vol. 38, No. 5, 1992
  53. Dyer. Maut — multiattribute utility theory, 2005
  54. Dymecki B Raport z audytu użyteczności serwisów spółek giełdowych 2008
  55. E-Mage [www.e-mage.pl](http://www.e-mage.pl) dostęp 6.12.10
  56. Ertugrul, Karakasoglu., Comparison of fuzzy ahp and fuzzy topsis methods for facility location selection. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2007
  57. Ezeife C.I., Su Y. Mining Incremental Association Rulet with Generalized FP-tree Proceedings of the Fifteenth Canadian Conference on Artificial Intelligence (AI 2002), Calgary, Canada, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer-Varlage, Berlin Heidelberg 2002
  58. Fabisiak L. **A comparison of multiple-criteria decision-making methods in evaluation of website utility**, “Rola informatyki w rozwoju regionalnym”. rozdziały w monografiach naukowych Uniwersytetu Szczecińskiego Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa Szczecin, WNEiZ Uniwersytetu Szczecińskiego, 2010
  59. Fabisiak L. **Eksploracja danych w serwisach internetowych** czasopismo "Metody Informatyki Stosowanej" III/2009
  60. Fabisiak L., Szarafińska M., **Analiza porównawcza metod wielokryterialnych w ocenie audiencji serwisów internetowych**, Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych 2010
  61. Fabisiak L., Wolski W. „**Metody analizy wielokryterialnej w ocenie użyteczności serwisów internetowych**” Zarządzanie wiedzą w warunkach kryzysu finansowego gospodarki, Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą 2010
  62. Fabisiak L., Wolski W., **Ocena audiencji serwisów internetowych**, Polskie

- Towarzystwo Badań Operacyjnych i Systemowych. Publikacja w Zeszytach Naukowych Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą 2010
63. Fabisiak L., Ziemba P. **Metody Wielokryterialnego wspomagania decyzji w ocenie użyteczności serwisów internetowych** Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2011
  64. Fabisiak L., Ziemba P. **Wybrane metody analizy wielokryterialnej w ocenie użyteczności serwisów internetowych**, Konferencja "Problemy Społeczeństwa Informacyjnego" Szczecin 2011
  65. Figueira J., Mousseau V., Roy B., ELECTRE Methods. In: Figueira, J., Greco S., Ehrgott M. (Eds.), Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, Springer, 2005, s.133-162
  66. Figueira J., S. Greco, M. Ehrgott, Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys, Springer, 2005
  67. Forlicz S., Mikroekonomiczne aspekty przepływu informacji między podmiotami rynkowymi, Wyższa Szkoła Bankowa, Poznań, ISBN: 83-86808-23-3, 1996
  68. Fredlein A. Web Projekt Management, Morgan Kaufmann Publisher, San Francisco 2001
  69. Gajek L., Wnioskowanie statystyczne dla studentów. Modele i metody. Warszawa: 1998
  70. Garrett J.J, The Elements of User Experience, user-centered design for the web, New. Riders, 2002
  71. Gintis H., The individual in economic theory: a research agenda, Dep. Of Economics, Univerdity of Massachusetts, Amherst 1998
  72. Grabisch, Labreuche. Fuzzy measures and integrals in MCDA, 2005.
  73. Grayling, Trevor. Fear and loathing of the help menu: A usability test of on-line help., Technical Communication 45, no. 2:168, May 1998
  74. Greń J. Gry statystyczne i ich zastosowania. PWE, Warszawa 1972.
  75. Guitouni A., J.-M. Martel, Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method, European Journal of Operational Research 109, 1998, 501-521.
  76. Guitouni A., Martel Jean-Marc, Philippe Vincke P., A framework to choose a discrete multicriterion aggregation procedure.
  77. Hajkowicz S., Higgins A., A comparision of multiple criteria analysis techniques for water resource management. European Journal of Operational Research, No. 184, 2008, s.255-265.
  78. Hamron A. Mantura A, Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań 1998
  79. Han J., Kamber M. Data mining: concepts and techniques, Morgan Kaufmann Pub., 2006
  80. Hand D., Mannila H., Smith P., Eksploracja danych, WNT, Warszawa 2006
  81. Hart-Davidson, William, Bernhardt G, McLeod M, Rife M, Grabill J T., Coming to Content Management: Inventing Infrastructure for Organizational Knowledge Work., Technical Communication Quarterly 17, 2008, no. 1: 10-34
  82. Hartigan J. Clustering Algorithms, John Wiley 1975
  83. HCI <http://hci.pjwstk.edu.pl/indem.php?page=fun> dostęp 6.12.10
  84. Hokkanen J., Pekka S.. Electre III and iv decision aids in an environmental problem. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 1997, 6:215-226
  85. Huang W.C., Chien-Hua, C., Keelung T.. Using the ELECTRE II method to apply and analyze the differentiation theory. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2005, 5:2237-2249
  86. Hurwicz L., Designing Economic Mechanisms. Cambridge: University Press.



- ISBN 0521836417 Stanley Reiter, 2006.
87. Hurwicz, L. The design of mechanisms for resource allocation, *Amer. Econ. Rev.*, 63, 1973, s. 1– 30.
  88. Hurwicz, L., On the Concept and Possibility of Informational Decentralization, *American Economic Review*, 59(2), 1969, s. 513– 524
  89. Hurwicz, L., What is the Cease Theorem?, *Japan and the World Economy*, 7(1), 1995, s. 49–74
  90. I-Metria [http://imetria.com/Documents/doc/eHandel% 2003](http://imetria.com/Documents/doc/eHandel%2003) dostęp 16.9.10
  91. Interaction <http://www.interaction-design.org/> - strona internetowa grupująca informacje nt. projektowania interakcji człowiek-komputer dostęp 6.12.10
  92. Interaktywnie <http://interaktywnie.com/biznes/blog-ekspercki/usability> dostęp 5.11.11
  93. Internetstandart - <http://www.internetstandard.pl/> 2010 dostęp 5.11.11
  94. IXDA <http://www.ixda.org/> - strona internetowa IxDA stowarzyszenia projektowania interakcji dostęp 6.12.10
  95. Jain, A., Nandakumar, K., Ross, A., Score normalization in multimodal biometric systems, *Pattern Recognition* (38), No. 12, 2270-2285, December 2005
  96. Jankowski N., Ontogeniczne sieci neuronowe. O sieciach zmieniających swoją strukturę, Akademska Oficyna Wydawnicza Exit, 2003. Silnika indukcyjnego, *Zeszyty Problemowe BOBRME Komel*, nr. 76/2007, s. 83-88
  97. Jędrzejczyk Z., Skrzypek J., Kukuła K., Walkosz A., *Badania operacyjne w przykładach i zadaniach* Pod redakcją Karola Kukuły, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s. 158-159
  98. Kangas A., Kangas J., Pykaelainen J.. Outranking methods as tools in strategic natural resources planning. *Silva Fennica*, 35:215-227, 2001
  99. Karagiannidis A., Moussiopoulos N. Application of electre iii for the integrated management of municipal solid wastes in the greater athens area. *European Journal of Operational Research*, 97:439-449, March 1997
  100. Karwatka T., *Usability w Usability-biznesie. Co kieruje moim klientem*, Helion 2009
  101. Klein G. Sources of Power: How people make decisions. Art. *Economist* Herbert Simon coined the term (a cross between satisfying and sufficing) w *Models of Man: Social and Rotional*, Wiley, 1957
  102. Klimkiewicz M., Moczulska K publikacja, *Zastosowanie zbiorów przybliżonych do analizy satysfakcji klienta serwisu pojazdów*
  103. Kobsa A., Koenemann J., Pohl W.: *Personalized Hypermedia Presentation Techniques from Improving On-line Consumer Relationship*, *The Knowledge Engineering Review* 16(2) 2001, s.111-155
  104. Kocjan J. Wycena/analiza porównawcza <http://www.gospodarka.pl/48850,Wycena-analiza-porownawcza,1,20,2.html> dostęp 30.04.10
  105. Kotarbiński T. *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk*, Ossolineum, Wrocław 1961
  106. Krug S. *Nie każ mi myśleć*, New Riders, Helion 2006
  107. Kujawiak M, Kłopotek M.A. “Wykrywanie reguł związków w plikach Web Logów, 2003
  108. Kukuła K. *Badania operacyjne w przykładach i zadaniach*. Wyd. IV zm., WN PWN, Warszawa 2002
  109. L. Internet Statistics Compendium, E-consultancy [www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.html?csnumber=22749](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.html?csnumber=22749) dostęp 6.12.10
  110. Larose D.T, *Odkrywanie wiedzy z danych*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2006

111. Le Teno J. F., Mareschal B., An interval version of promethee for the comparison of building products' design with ill-defined data on environmental quality. *European Journal of Operational Research*, 109:522-529, September 1998
112. Linacre J.M., Optimizing Rating Scale Category Effectiveness, *Journal of Applied Measurement* 2002, s. 85-106.
113. Małachowski B., Zintegrowany model podejmowania decyzji w doborze kompetentnych partnerów do projektu badawczego, Politechnika Szczecińska, rozprawa Doktorska 2008
114. Mannila H., Toivonen H., Verkamo A.I. Efficient algorithms for discovering association rules. *AAAI Workshop on Knowledge Discovery in Dataases (SIGKDD)* Seattle, 1994, s. 181-92
115. Margasiński I., Zapewnienie Anonimowości przy przeglądaniu stron WWW, Instytut telekomunikacji, Politechnika Warszawska 2008
116. Megapanel PBI/Germius Megaplanet - Megaplanet PBI/Gemus, dostęp 1.12.09, 1.12.10
117. Mei-Tai Chu, Joseph Shyu, Gwo-Hshiung Tzeng, and Rajiv Khosla. Comparison among three analytical methods for knowledge communities group-decision analysis. *Expert Systems with Applications*, 33:1011-1024, November 2007.
118. Menager [http://menager.money.pl/strategie/marketing\\_i\\_sprzedaz/artikul/internetowy; biznes; skazany; na; sukces, 62, 0, 190270.html](http://menager.money.pl/strategie/marketing_i_sprzedaz/artikul/internetowy; biznes; skazany; na; sukces, 62, 0, 190270.html) dostęp 1.12.09, 1.12.10
119. Milani A. S., Shanian A., El-Lahham C.. Using different electre methods in strategic planning in the presence of human behavioral resistance. *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, 2006
120. Minocha S. i in. nr. 12 2004
121. Miszczyński M., Wielokryteriowa optymalizacja dyskretna; wybrane metody, Uniwersytet Łódzki, Łódź 2007, s. 5
122. Moffett A., Sarkar S., Incorporating multiple criteria into the design of conservation area networks: a minireview with recommendations. *Diversity and Distributions*, 12:125-137, March 2006
123. Morzy T, Wojciechowski M, Zakrzewicz M., Web Sers Clustering, *Proc of the ISCIS 2000 Conference* 2000
124. Mousseau V., Słowiński R., Zielniewicz P.. A user-oriented implementation of the ELECTRE Tri method integrating preference elicitation support. *Computers & Operations Research*, 27:757-777, June 2000
125. Munda. Multiple criteria decision analysis and sustainable development, 2005
126. Nardi B. I O'Day V, *Information Ecologies* 2005
127. Nielsen J., Projektowanie funkcjonalnych serwisów internetowych, Helion Gliwice 2003
128. Nielsen, J., and Molich Heuristic evaluation of user interfaces, *Proc. ACM CHI'90 Conf.* (Seattle, WA, 1-5 April), 1990, s. 249-256
129. Nojszewski D., Architektura informacji w kontekście budowy przestrzeni informacyjnej sieciowych systemów informacyjnych, Katedra Informatyki Gospodarczej, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie 2008
130. Nojszewski D., Logika wyszukiwania i mechanizmy działania sieciowych systemów wyszukiwujących, materiały z VII konferencji z cyklu: Problemy Społeczeństwa Globalnej Informacji: Informacja – dobra lub zła nowina, Międzyzdroje, 27-28 maja 2004
131. Nowak J. Wprowadzenie do matematycznego formułowania problemów decyzyjnych. Instytut Badań Naukowych Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości im. Bogdana Jańskiego, Warszawa 1999

132. Opricovic S., Tzeng Gwo-Hshiung. Extended vikor method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178:514-529, April 2007
133. Pawlak Z., Grzymała-Busse J., Słowiński R., Ziarko W., Rough sets. *Communications of the ACM*, 38 (11), 1995, s. 89-95
134. Pawlak Z., Rough sets. *International Journal of Information & Computer Sciences* 11, 1982
135. Pawlak Z., Skowron A., A rough set approach for decision rules generation, ICS Research Report 23/93, Warsaw University of Technology, 1993
136. Pawlak Z., Skowron A., Rough sets and Boolean reasoning. *Information Sciences*, No. 177, 2007, s. 41-73
137. Pearrow M., *Funkcjonalność stron internetowych*. Helion, Gliwice 2002
138. Perego A., A. Rangone (1996), On integrating tangible and intangible measures in AHP applications: A reference framework, W: *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 3, 1836-1841, 1996
139. Perkowski M., Etzioni O., Adaptive Web Sites: an AI challenge, *Proc 15th Int. Joint Conf AI 1997*
140. Peterson M.P. *Interactive and Animated Cartography*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall 1995
141. Phyo A., *Web Design -Projektowanie atrakcyjnych stron WWW*, Helion, Gliwice 2003
142. Pirolli P., Pitkow J., Rao R., "Silk From a Sow's Ear: Extracting Usable Structure from the World Wide Web", *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 96)*, 1999
143. Pitkow J. In search of reliable usage data on the WWW. *Sixth Int'l World Wide Web Conference*, Santa Clara, California 1997
144. PJWSTJ - Human-Computer Interaction <http://hci.pjwstk.edu.pl/indem.php?page=fun> dostęp 6.12.10
145. Ranking - <http://ranking.pl/> 2010 dostęp 1.12.10
146. Ranking 2009 <http://ranking.money.pl/2009/> dostęp 1.12.09
147. Ranking 2010 <http://ranking.money.pl/2010/> dostęp 1.12.10
148. Rosenfeld L., Morville P., *Architektura informacji w serwisach internetowych*, Gliwice, Wydawnictwo Helion, 2003
149. Roszkowski M. *Architektura informacji w serwisach hipertekstowych*. *Zagadnienia informacji Naukowej* nr 2, 2004, s.13-29
150. Roszkowski M. *Język informacyjno-wyszukiawczy jako narzędzie organizacji informacji w dziedzinowych systemach hipertekstowych*, Politechnika Śląska, Rozprawa doktorska Katowice 2009
151. Roszkowski M., *Język informacyjno wyszukiawczy jako narzędzie organizacji informacji w dziedzinowych systemach hipertekstowych*, Rozprawa doktorska Katowice 2009
152. Roszkowski, M. *Folksonomie jako narzędzia społecznego tagowania*, *Warsztaty bibliotekarskie*, vol. 24, nr 4, 2007
153. Roy B. MCDA – paradigms and challenges, w: *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott, Springer, 2005, s. 3-24
154. Roy B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, volume 12 of *Nonconvex Optimization and its Applications*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1996
155. Roy. *Paradigms and challenges*, 2005
156. Saari D., G., *Disposing Dictators, Demystifying Voting Paradoxes, Social Choice Analysis*. Cambridge University Press, 2008

- 157.Saari D.G., Complexity and the geometry of voting, *Mathematical and Computer Modelling*, 2008, 48, s. 1335–1356
- 158.Saari D.G., Mathematical structure of voting paradoxes I. Pairwise votes, *Economic Theory* 15, 2000, s. 1–53
- 159.Saari D.G., Mathematical structure of voting paradoxes II. Positional votes, *Economic Theory*, 15, 2000, s. 55–102
- 160.Saari D.G., Which is better: the Condorcet or Borda winner, *Social Choice and Welfare*, 26, 2006, s.107–129
- 161.Saaty T L. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Manage. Sci*, 32:841-855, 1986
- 162.Saaty T.L., *Decision making for leaders*. Belmont, California: Life Time Learning Publications, 1985
- 163.Saaty T.L., *Fundamentals of the analytic network process*, ISAHP, Kobe, Japan 1999
- 164.Saaty T.L., How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48, 1990, s. 9-26
- 165.Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making*, w: *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott, Springer, 2005, s. 345-405
- 166.Saaty T.L., *The seven pillars of the analytic hierarchy process*. W: M. Kosalan, S 2001
- 167.Sagan A., *Analiza Preferencji konsumentów z wykorzystaniem programu Statistica – Analiza Conjoint i skalowanie wielowymiarowe*, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.
- 168.SCRIBD <http://www.scribd.com/doc/9372111/internetstatscompendiummay2008>, s.102  
dostęp 5.10.2011
- 169.Shanian A., Savadogo O. A non-compensatory compromised solution for material selection of bipolar plates for polymer electrolyte membrane fuel cell (pemfc) using ELECTRE IV. *Electrochimica Acta*, 51:5307-5315, July 2006
- 170.Sikorski M. *Zarządzanie jakością użytkową w przedsiębiorstwach informatycznych*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2000
- 171.Siskos, Grigoroudis, Matsatsinis., *Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making the UTA metod*, Universite de Paris-Dauphine, Paris 1981, s. 4-14
172. Skóra S., *Architektura informacji hipertekstowego podręcznika, materiały z konferencji: Centrum informacyjne - przyszłości polskiej szkoły*, Warszawa, 15 maja 2004
- 173.Skóra S., *Architektura informacji. Nowy kierunek rozwoju informacji naukowej*, EBIB, nr 11/2002, <http://ebib.oss.wroc.pl/2002/40/>, 2004
- 174.*Słownik informatyczny* Wydawnictwa HELION. Autor: Piotr Adamczewski ISBN 83-7361-645-4, 2005
- 175.Socorro, Garcia-Cascales M., Teresa Lamata M.. Solving a decision problem with linguistic information. *Pattern Recognition Letters*, 28:2284-2294, December 2007
- 176.Spronk, Steuer, and Zopounidis. *Multicriteria decision aid/analysis in finance*, 2005
- 177.Stankiewicz M., Susłow W., *Tworzenie inteligentnych interfejsów użytkownika do aplikacji edukacyjnych - jednym z aspektów respektowania osobowości ucznia*, *Gazeta IT*, nr 5/2004, <http://www.gazeta-it.pl/edukacja/git24/96.html> 2004
- 178.Stapor K., *Automatyczna klasyfikacja obiektów*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2005

179. Stawarz T. Teoretyczna podstawa adaptacyjnych stron, technik odkrywania wiedzy stosowane do ich personalizacji oraz modułowa implementacja takich rozwiązań. [http://datamining.home.pl/\\_pdfy/sta04teo.pdf](http://datamining.home.pl/_pdfy/sta04teo.pdf) 2009]
180. STCSIG [www.stcsig.org/usability/topics/articles/ucd%20\\_web\\_devel.html#what\\_is\\_UCD](http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/ucd%20_web_devel.html#what_is_UCD) dostęp 5.10.11
181. Stewart T. Dealing with uncertainties in MCDA, 2005
182. Strojny M., Portale korporacyjne a zarządzanie wiedzą - raport z badań, E-mentor 1(14), 2006
183. Surmach W. Sieć i płacz, w: Biznes Ranking banków „Newsweeka”, Newsweek z 30.09.2001, s. 58-60
184. Symetria <http://www.symetria.pl> dostęp 9.1.12
185. Tan P-N., Steinbach M., Kumar V., Introduction to Data mining, Pearson Education, 2006
186. Teixeira de Almeida A., Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and electre method. Computers & Operations Research, 34:3569-3574, December 2007
187. Tentative guidelines to help choosing an appropriate mcda method. European Journal of Operational Research, 109:501-521, September 1998
188. Thomas L. Saaty. How to make a decision: The analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research, 48:9-26, September 1990
189. Travis D. „The Fable of the USER-CENTRED DESIGNER” -, książka dostępna w Internecie, <http://www.userfocus.co.uk/fable/index.html> 2008
190. Trzaskalik T. Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2006
191. Trzaskalik T., Wprowadzenie do badań operacyjnych z komputerem, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2008, s. 269-271
192. Tullis, T., Albert, B., Tedesco, D. Beyond The Usability Lab. Conducting Large-scale On-line User Experience Study. Morgan Kaufmann, Burlington, MA, USA, 2010
193. UCC [www.ucc.ie/hfrg/emmus/methods/introhtml](http://www.ucc.ie/hfrg/emmus/methods/introhtml) dostęp 5.10.11
194. UPA [http://www.upassoc.org/upa\\_projects/body\\_of\\_knowledge/bok.html](http://www.upassoc.org/upa_projects/body_of_knowledge/bok.html) - kompendium wiedzy nt. użyteczności (na stronach UPA) dostęp 5.10.11
195. USABILITY  
[www.usabilityprofessionals.org/usability\\_resources/about\\_usability/what\\_is\\_ucd.html](http://www.usabilityprofessionals.org/usability_resources/about_usability/what_is_ucd.html)  
dostęp 5.10.11
196. USEIT [www.useit.com/alertbox/roi-first-study.html](http://www.useit.com/alertbox/roi-first-study.html) strona Jacoba Nielsena zawierająca informacje i odnośniki związane z użytecznością aplikacji. dostęp 5.10.11
197. Veryard R. Information modelling: protical guidance, New York, Prentice all 1992
198. Wang Jian-Jun i Yang De-Li. Using a hybrid multi-criteria decision aid method for information systems outsourcing. Computers & Operations Research, 34:3691-3700, December 2007
199. Wapski G., Architektura informacji jako czynnik perswazji w serwisach WWW, materiały z VI konferencji z cyklu: Problemy Społeczeństwa Globalnej Informacji: Wiedza - witałem na drodze do społeczeństwa przyszłości, Międzyzdroje, 29-30 maja 2003
200. Wereda W. Wspieranie dydaktyki nauki zarządzania w aspekcie metody badawczej – studium przypadku Akademia Podlaska w Siedlcach 2008
201. WirtualnyWydawca <http://wirtualnywydawca.pl/rynek-zarch>, 2002 dostęp 2.05.10
202. Wojciechowski M. Odkrywanie wzorców zachowań użytkowników WWW, Materiały

- konferencyjne POLAN'99, OWN, Poznań 1999
203. Wojciechowski M., Zakrzewicz M. "Automatyczna personalizacja serwisów WWW z wykorzystaniem eksploracji danych" Politechnika Poznańska 2002
204. Wydział Informatyki [www.wi.ps.pl](http://www.wi.ps.pl) dostęp 13.12.2011
205. Yan T.W., Jacobsen M., Garcia-Molina H., Dayal U., From User Access Patterns to Dynamic Hypertext Linking, Proc. of the 5th Int'l World Wide Web Conference, 1996.
206. Z\_conVersion [www.conversion.pl](http://www.conversion.pl) dostęp 0.1.03.2012
207. Zieliński R., Siedem wykładów wprowadzających do statystyki matematycznej. Warszawa: 2004. <http://www.impan.gov.pl/~rziel/7ALL.pdf>, 2008
208. Ziemia E. Metodologia budowy serwisów internetowych dla zastosowań gospodarczych, AE, Katowice 2005
209. Ziemia E. Zastosowanie eksploracji danych do analizy i oceny serwisów internetowych" Katowice 2005
210. Ziemia P., Piwowarski M., Metody analizy wielokryterialnej we wspomaganie porównywania produktów w Internecie. Metody Informatyki Stosowanej, nr 2, 2008, s.137-147
211. Zionts, Multiple Criteria Decision Making in the New Millennium, Springer
212. Z-WSU <http://psychology.wichita.edu> dostęp 4.2011

## Podstawowe definicje

Na potrzeby niniejszej rozprawy przyjęto następujące podstawowe definicje metody, algorytmu, modelu, systemu:

– metoda – „Metoda, czyli system postępowania, jest to sposób wykonywania czynu złożonego, polegającego na określonym doborze i układzie jego działań składowych, a przy tym uplanowanym i nadającym się do wielokrotnego stosowania” [105];

– algorytm – „Algorytm jest uporządkowanym zbiorem jednoznacznych, wykonywalnych kroków, określającym skończony proces” [17];

– model informacyjny – „Model informacyjny jest reprezentacją koncepcji, relacji, ograniczeń, zasad oraz operacji, które określają semantykę danych dla wybranej domeny. Może dostarczać udostępnianie, stabilne i zorganizowane wymogi informacyjne w kontekście domeny [174];

– metodologia – „Metodologia to nauka o metodach badań naukowych stosowanych w danej dziedzinie wiedzy” [174];

– system – „System jest pewną całością, w której współdziałają wyodrębnione części składowe. Funkcjonowanie systemu zależy od funkcji części składowych i związków między nimi. Powiązania części składowych określają strukturę systemu. Części składowe nazywamy często komponentami” [174];

– serwis internetowy (*ang. website*)– “Serwis internetowy jest grupą powiązanych ze sobą stron internetowych zawierających obrazy, pliki video, pliki cyfrowe dla których nośnikiem jest Internet” [174];

– WWW (ogólnoświatowa sieć) – “WWW jest to hipertekstowy, multimedialny, sieciowy (TCI/IP) system informacyjny oparty na publicznie dostępnych standardach IETF i W3C” [174];

– HTML (*ang. HiperText Markup Language*)– „HTML jest to hipertekstowy język znaczników, wykorzystywany do tworzenia stron internetowych” [174];

– CSS (*ang. Cascading Style Sheets*)– „CSS to język służący do opisu formy prezentacji stron internetowych” [174];

– reengineering (ang. *business process reengineering*)- koncepcja biznesowa która wprowadza radykalne zmiany w procesach biznesowych. Celem tych zmian jest osiągnięcie maksymalnej efektywności oraz redukcji kosztów [176];

– benchmarkingu badania porównawcze lub analiza porównawcza – praktyka, którą stosuje się w zarządzaniu, polega na porównywaniu procesów i praktyk [176];

– outsourcingu (ang. *outsider-using*) inaczej oznacza korzystanie z zasobów zewnętrznych [174];

– narzędzia CASE (ang. *Computer Aided Software Engineering*) systemy komputerowe, przeznaczone do wspomagania rutynowych czynności procesu tworzenia oprogramowania [174];

oraz przyjęto następujące znaczenie terminów dotyczących użyteczności i funkcjonalności (wg norm ISO/IEC 9126-1:2001):

– Funkcjonalność: to zakres dostępnych funkcji, (jeśli ktoś mówi „dodaliśmy nową funkcjonalność,” wiadomo, że poszerzono zakres funkcji);

– Użyteczność: to łatwość obsługi i dopasowanie do rzeczywistych potrzeb użytkownika („polepszyliśmy użyteczność produktu,” czyli poprawiliśmy właściwości użytkowe, zwłaszcza łatwość obsługi i - domyślnie - zwiększyliśmy też poziom zadowolenia użytkowników).



## Spis rysunków

Rysunek 2.2.1 Nawigacja globalna na stronie internetowej Wydziału Informatyki .....	10
Rysunek 2.2.2 Diagram Venna.....	12
Rysunek 2.3.1 Metoda projektowania użytecznych strony WWW.....	16
Rysunek 2.4.1 Identyfikacja funkcji priorytetowych .....	18
Rysunek 2.4.2 Proces projektowania serwisu internetowego zorientowanego na użytkownika .....	19
Rysunek 2.5.1 Odpowiednie usytuowanie badań użyteczności serwisów internetowych .....	22
Rysunku 2.5.2 Wyniki badań strony Mastermind Toys metodą eyetracking.....	25
Rysunek 2.5.3 Przykładowe miejsca kliknięć użytkowników .....	26
Rysunek 3.2.1 Zintegrowane przeglądanie, wyszukiwanie i zadawanie pytań.....	33
Rysunek 3.2.2 Model poszukiwania informacji .....	34
Rysunek 3.2.3 Czynności wykonywane przez użytkownika w systemie informacyjnym .....	35
Rysunek 3.3.1 Przykładowy plik logu serwera WWW .....	37
Rysunek 3.3.2 Proces zbierania danych o użytkownikach poprzez pliki logów.....	38
Rysunek 3.3.3 Przykład statysty na podstawie strony internetowej www.conversion.pl .....	38
Rysunek 3.3.4 Proces zbierania danych o użytkownikach, poprzez pliki logów - web beacon.....	39
Rysunek 3.3.5 Proces zbierania danych o użytkownikach, poprzez pliki logów z Google Analytics.....	40
Rysunek 3.4.1 Pozyskiwanie reguł asocjacyjnych .....	44
Rysunek 5.1.1 Schemat metody oceny użyteczności serwisów internetowych .....	67
Rysunek 5.2.3.1 Graf przewyższania obliczoną ELECTRE I.....	81
Rysunek 5.3.1 Algorytm oceny użyteczności dowolnego serwisu $S_0$ metodą badania preferencji użytkowników (ocena cząstkową $P_s$ z rys. 5.1.1).....	87
Rysunek 5.4.1 Algorytm przedstawiający ocenę użyteczności serwisów internetowych $U_i$ ....	90
Rysunek 5.5.1 Model funkcjonowania syntetycznej globalnej metody oceny użyteczności serwisów .....	91
Rysunek 5.5.2 System informatyczny do budowy restrukturyzacji, reorganizacji i modyfikacji serwisu internetowego (SMSI) .....	92
Rysunek 6.2.1 Atrybut warunkowy $k_1$ : Liczba użytkowników.....	102
Rysunek 6.2.2 Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie $k_2$ : Średnia liczba sesji na użytkownika .....	102
Rysunek 6.2.3 Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie $k_3$ : Zasięg .....	102
Rysunek 6.2.4 Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie $k_4$ : Czas .....	102
Rysunek 6.2.5 Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie $k_5$ : Współgłębokość .....	103
Rysunek 6.2.6 Atrybut warunkowy oraz jego kodowanie $k_6$ : Liczba odsłon.....	103
Rysunek 6.2.7 Atrybut decyzyjny oraz jego kodowanie $d$ .....	103
Rysunek 6.2.8. Wykres rankingu wg syntetycznej oceny użyteczności serwisów internetowych w okresie 2009-2010 .....	111
Rysunek 6.3.1 Ranking księgarni internetowej w 2009 roku.....	112
Rysunek 6.3.2 Ranking księgarni internetowej w 2010 roku.....	112

## Spis tabel

Tabela 2.3.1 Pięć elementów oceny użyteczności serwisów internetowych.....	17
Tabela 2.5.1 Metody umożliwiające badanie użytkowników pod kątem jak najlepszej użyteczności.....	27
Tabela 2.5.2 Zalety i wady metod użyteczności – Testy obciążeniowe nawigacji .....	29
Tabela 2.5.3 Porównanie metod badań użyteczności .....	29
Tabela 3.3.1 Wady i zalety metod zbierania danych z serwisów internetowych .....	42
Tabela 4.3.1 Zestawienie wybranych metod wielokryterialnych .....	55
Tabela 4.3.2 Schemat poszukiwań w przykładowym zadaniu wyboru najlepszego obiektu w skończonym i przeliczalnym zbiorze obiektów.....	61
Tabela 4.3.3 Liczbowe i werbalne wartości skali preferencji dla metody AHP .....	61
Tabela 4.3.4 Wartości współczynnika zgodności R dla określonych ilości kryteriów .....	63
Tabela 5.2.1. Macierz danych źródłowych $\Omega$ do oceny użyteczności serwisów WWW w oparciu o dane z dzienników logów .....	72
Tabela 5.2.1.1 Macierz $\Gamma$ danych źródłowych z dzienników logów po wstępnej obróbce (po obliczeniach, normalizacji i odrzuceniu danych niepełnych) ze zbiorem kryteriów $\Pi$ ..	74
Tabela 5.2.2.1 Macierz $\Psi$ istotnych danych źródłowych do oceny użyteczności serwisów WWW z atrybutem decyzyjnym $d$ (po obróbce wstępnej i redukcji nieistotnych kryteriów) .....	76
Tabela 5.2.2.2 Macierz $\Theta$ istotnych danych źródłowych do oceny użyteczności serwisów WWW w oparciu o dane z dzienników logów .....	77
Tabela 5.2.3.1 Kierunki preferencji oraz wagi poszczególnych kryteriów .....	79
Tabela 5.2.3.2 Agregacja kryteriów w wyborze metody $M$ na podstawie obliczeń metodą ELECTRE I .....	80
Tabela 5.2.3.3 Macierz zgodności na podstawie obliczeń metodą ELECTRE I.....	81
Rysunek 5.2.3.2 Algorytm oceny cząstkowej $Z_d$ (patrz: rys. 5.1.1) dla dowolnego serwisu $S_0$	83
Tabela 5.3.1 Punktowa zasada oceny każdego z badanych kryteriów .....	85
Tabela 5.3.2 Skala preferencji użytkowników .....	86
Tabela 5.4.1 Przykładowe wartości współczynnika $\beta$ - wagi oceny serwisu $S_i$ we wzorze (5.4.2) .....	89
Tabela 5.7.1 Zalety i wady zaproponowanej metody .....	96
Tabela 5.8.1 Porównanie metod użyteczności serwisów internetowych.....	98
Tabela 6.2.1 Tablica informacyjna analizowanego problemu w formie zakodowanej .....	104
Tabela 6.2.2 Istotność atrybutów za pomocą zbiorów przybliżonych .....	104
Tabela 6.2.3 Szczegółowe zestawienie ocen badanych kryteriów i wariantów (2009) metodą AHP .....	105
Tabela 6.2.4 Szczegółowe zestawienie ocen badanych kryteriów i wariantów (2010) metodą AHP .....	106
Tabela 6.2.5 Zestawienie końcowe wyników w metodzie użyteczności serwisu w oparciu o dane z dzienników logów (2009) metodą AHP.....	106
Tabela 6.2.6 Zestawienie końcowe wyników w metodzie użyteczności serwisu w oparciu o dane z dzienników logów (2010) metodą AHP.....	107
Tabela 6.2.7 Podsumowanie preferencji użytkowników w roku 2009 .....	108
Tabela 6.2.8 Podsumowanie preferencji użytkowników w roku 2010 .....	108
Tabela 6.2.9 Ocena preferencji użytkowników księgarni internetowych (2009).....	108

Tabela 6.2.10 Ocena preferencji użytkowników księgarń internetowych (2010).....	109
Tabela 6.2.11 Tabela zbiorcza wyników ocen użyteczności z roku 2009.....	110
Tabela 6.2.12 Tabela zbiorcza wyników ocen użyteczności z roku 2010.....	110
Tabela 6.2.13 Ranking finalny księgarń internetowych 2009 na podstawie oceny użyteczności .....	110
Tabela 6.2.14 Ranking finalny księgarń internetowych 2010 na podstawie oceny użyteczności .....	111
Tabela 6.3.1 Ranking finalny księgarń internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności 2009.....	112
Tabela 6.3.2 Ranking finalny księgarń internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności 2010.....	112
Tabela 6.3.3 Ranking porównywalny księgarń internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności oraz według portalu money.pl i tygodnika Wprost w 2009.....	113
Tabela 6.3.4 Ranking porównywalny księgarń internetowych metodą syntetycznej oceny użyteczności oraz według portalu money.pl i tygodnika Wprost w 2010.....	113

## Załączniki

### Załącznik 1

	Liczba użytkowników (k1)	Średnia liczba sesji na użytkownika (k2)	Zasięg (k3)	Czas (k4)	Współoglądaln ość (k5)	Liczba odsłoneń (k6)
S <sub>1</sub>	1 110 9028	1,24763	59,76%	93603975	2319270	173 646 887
S <sub>2</sub>	2 919 023	0,089137	12,11%	32747657	2148575	20 905 050
S <sub>3</sub>	1 633 424	0,053296	88,29%	30648418	98600	66 509 714
S <sub>4</sub>	14928688	0,14077	79,51%	19383598	2643078	752 259 645
S <sub>5</sub>	11491762	0,093295	11,71%	123176083	915566	45 157 431
S <sub>6</sub>	11491762	0,042161	9,66%	15478265	5015618	982 998 195
S <sub>7</sub>	1 030 834	0,00895	68,48%	115176067	13472	270 551 925
S <sub>8</sub>	890 934	0,074399	9,06%	11975056	731619	12 939 388
S <sub>9</sub>	10489175	0,742445	21,76%	74512841	357887	71 403 373
S <sub>10</sub>	2 663 263	0,286151	7,94%	9307210	9598162	461 722 629
S <sub>11</sub>	1 532 023	0,164606	67,96%	9307210	371071	773 076 597
S <sub>12</sub>	10104040	0,150474	19,20%	67148107	9918722	461 722 629
S <sub>13</sub>	2 413 407	0,17005	17,26%	57242107	2377752	887 874 873
S <sub>14</sub>	1 245 337	0,622749	6,10%	7323353	1271364	773 076 597
S <sub>15</sub>	1 031 618	0,146329	5,27%	7050001	2864428	636 286 309
S <sub>16</sub>	9495565	0,842938	56,16%	47691690	1425243	22 351 464
S <sub>17</sub>	8371753	0,770171	15,75%	6710123	4093766	126 239 401
S <sub>18</sub>	7959110	0,921385	47,07%	47473333	155797	593 678 473
S <sub>19</sub>	4466426	0,167654	14,27%	5298643	5247481	116 929 432
S <sub>20</sub>	3 787 162	0,04046	67,96%	93602458	225469	125 712 848
S <sub>21</sub>	3 678 949	0,76255	43,69%	4824536	642110	344 191 052
S <sub>22</sub>	2 046 986	0,04467	7,36%	45824204	1242387	136 526 679
S <sub>23</sub>	3 245 715	0,906136	22,40%	3581930	1312972	2 184 523
S <sub>24</sub>	1 341 799	0,146329	6,10%	2154638	3218750	735 013 409
S <sub>25</sub>	1 979 831	0,199103	65,70%	2148756	5999856	844 333 149

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [116]

## Załącznik 2

1-01-2009					
	empik.pl	wysyłkowa.pl	merlin.pl	gandalf.com.pl	kolpoler.pl
liczba użytkowników	1 365 484	1 231 618	1 334 241	1 424 517	1 326 547
liczba odsłon	65 905 050	41 541 287	87 635 128	99 412 876	75 412 368
zasięg	5,98%	7,34%	8,21%	7,94%	6,27%
czas	1 689 532	1 762 543	2 475 213	2 406 126	1 613 468
1-06-2009					
	empik.pl	wysyłkowa.pl	merlin.pl	gandalf.com.pl	kolpoler.pl
liczba użytkowników	1 341 799	1 031 618	1 633 424	1 532 023	1 245 337
liczba odsłon	120 905 050	82 939 388	116 929 432	123 551 925	110 157 431
zasięg	7,94%	6,10%	9,66%	9,06%	7,36%
czas	6 323 353	5 238 643	7 307 210	4 602 458	3 981 930
1-01-2010					
	gandalf.com.pl	empik.pl	kolpolter.pl	merlin.pl	wysyłkowa.pl
liczba użytkowników	1 244 723	1 048 658	1 124 613	1 325 631	960 973
liczba odsłon	118 905 050	71 939 388	87 430 620	92 150 847	80 156 577
zasięg	9,55%	6,09%	5,43%	8,86%	5,58%
czas	7 524 574	7 052 422	5 278 932	4 242 844	4 510 832
1-06-2010					
	kolpolter.pl	wysyłkowa.pl	merlin.pl	gandalf.com.pl	empik.pl
liczba użytkowników	1 130 563	997 764	1 661 941	1 473 581	969 011
liczba odsłon	123 905 050	83 248 723	138 946 024	112 187 068	79 458 503
zasięg	5,67%	6,42%	9,44%	9,10%	5,50%
czas	8 213 843	7 248 246	6 420 230	6 234 459	4 645 720

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [116]

### Załącznik 3

1-01-2009					
	empik.pl	wysyłkowa.pl	merlin.pl	gandalf.com.pl	kolpoler.pl
liczba użytkowników	0,853	0,770	0,834	0,890	0,829
liczba odsłon	0,165	0,104	0,219	0,249	0,189
zasięg	0,598	0,734	0,821	0,794	0,627
czas	0,338	0,353	0,495	0,481	0,323
1-06-2009					
	empik.pl	wysyłkowa.pl	merlin.pl	gandalf.com.pl	kolpoler.pl
liczba użytkowników	0,839	0,645	0,1021	0,958	0,778
liczba odsłon	0,302	0,207	0,292	0,309	0,275
zasięg	0,794	0,610	0,966	0,906	0,736
czas	0,1265	0,1048	0,1461	0,920	0,796
1-01-2010					
	gandalf.com.pl	empik.pl	kolpolter.pl	merlin.pl	wysyłkowa.pl
liczba użytkowników	0,778	0,655	0,703	0,829	0,601
liczba odsłon	0,297	0,180	0,219	0,230	0,200
zasięg	0,955	0,609	0,543	0,886	0,558
czas	0,1505	0,1410	0,1056	0,849	0,902
1-06-2010					
	kolpolter.pl	wysyłkowa.pl	merlin.pl	gandalf.com.pl	empik.pl
liczba użytkowników	0,707	0,624	0,1039	0,921	0,606
liczba odsłon	0,310	0,208	0,347	0,280	0,199
zasięg	0,567	0,642	0,944	0,910	0,550
czas	0,1643	0,1450	0,1284	0,1247	0,929

*Źródło: opracowanie własne na podstawie: [116] (dane po normalizacji)*

## Załącznik 4

### Formularz

<i>Parametry wizualizacji strony głównej księgarni internetowych</i>					
e-księgarnie	Kontakt	Przejrzystość menu	Ilość/jakość grafiki	Narzędzia marketingu internetowego	Razem
empik.pl					
wysyłkowa.pl					
merlin.pl					
gandalf.com.pl					
kolpoler.pl					

<i>Obsługa procesu usługowego księgarni internetowych</i>					
e-księgarnie	Cennik	Sposób zapłaty	Sposób dostawy	Darmowa dostawa	Razem
empik.pl					
wysyłkowa.pl					
merlin.pl					
gandalf.com.pl					
kolpoler.pl					

<i>Oferta asortymentowa księgarni internetowej</i>				
e-księgarnie	Przejrzystość listy	Zdjęcia produktu	Informacje i ilość o produkcji	Razem
empik.pl				
wysyłkowa.pl				
merlin.pl				
gandalf.com.pl				
kolpoler.pl				

<i>Wybrane produkty i cena</i>				
e-księgarnie	Wybór produktów	Cena produktu	Rabaty	Razem
empik.pl				
wysyłkowa.pl				
merlin.pl				
gandalf.com.pl				
kolpoler.pl				

<i>Poprawność technologiczna księgarni internetowych</i>						
<b>e-księgarnie</b>	<b>Poprawność HTML</b>	<b>Poprawny CSS</b>	<b>google.pl</b>	<b>onet.pl</b>	<b>wp.pl</b>	<b>Razem</b>
empik.pl						
wysyłkowa.pl						
merlin.pl						
gandalf.com.pl						
kolpoler.pl						

*Źródło: <http://validator.w3.org/>; <http://jigsaw.w3.org/css-validator/>; [www.google.pl](http://www.google.pl); [www.wp.pl](http://www.wp.pl); [www.onet.pl](http://www.onet.pl)*