

Mateusz Piwowski

Analiza stabilności wariantów decyzyjnych w kontekście rozwiązań systemowych na potrzeby handlu elektronicznego

Ekonomiczne Problemy Usług nr 68, 151-160

2011

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

MATEUSZ PIWOWARSKI

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

ANALIZA STABILNOŚCI WARIANTÓW DECYZYJNYCH W KONTEKŚCIE ROZWIĄZAŃ SYSTEMOWYCH NA POTRZEBY HANDLU ELEKTRONICZNEGO

Wprowadzenie

W dobie dynamicznego rozwoju Internetu coraz trudniej wyobrazić sobie działalność handlową przedsiębiorstw nieprowadzoną (choćby częściowo) w sieci. Dobór systemu handlu elektronicznego do potrzeb przedsiębiorstwa może okazać się zadaniem trudnym ze względu na wielość i różnorodność dostępnych rozwiązań, konieczność posiadania wiedzy o tych systemach (funkcjonalności, możliwości przystosowania, rozwoju, modyfikacji itp.) oraz ze względu na konieczność znajomości specyfiki funkcjonowania organizacji. Do wspomagania doboru systemu do potrzeb przedsiębiorstwa oraz badania wpływu parametrów decydujących o tym wyborze na uzyskane rozwiązania można wykorzystać metodyczny aparat analizy wielokryterialnej¹. Zastosowanie odpowiedniej metody wielokryterialnej oraz przeprowadzenie procedury analizy wrażliwości rozwiązań pozwoli wspomóc decydenta w tym wyborze oraz ocenić stabilność wskazanego wariantu.

1. Model doboru systemu handlu elektronicznego

Wybór systemu handlu elektronicznego jest procesem złożonym i wieloetapowym. Zadaniem decydenta jest ustalenie pożądanych stanów, które mają być

¹ B. Roy: *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*, WNT, Warszawa 1990; P.N. Kodikara: *Multi-Objective Optimal Operation of Urban Water Supply Systems*, Engineering and Science Victoria University, Australia 2008.

osiągnięte po wdrożeniu systemu. Stopień osiągnięcia tych celów przez poszczególne warianty decyzyjne mierzony jest za pomocą kryteriów. Dla każdego celu musi być zdefiniowane co najmniej jedno kryterium. W przypadku rozważanej firmy handlowej cele, które w jak największym stopniu mają być spełnione przez wybrany system, zostały podzielone na pięć kategorii: cele funkcjonalne, techniczno-technologiczne, ekonomiczne, dotyczące łatwości użytkowania oraz dotyczące oferenta. Kryteria, za pomocą których były oceniane wszystkie warianty decyzyjne, zostały przedstawione w tabeli 1. Nie są to oczywiście uniwersalne atrybuty, które muszą być uwzględnione przez każdego decydenta dokonującego wyboru systemu. Kryteria te zostały określone na podstawie subiektywnej opinii decydenta.

Tabela 1

Kryteria oceny systemów handlu elektronicznego

Grupa kryteriów	Numer kryterium	Nazwa kryterium	Jednostka miary	Kierunek preferencji
Kryteria funkcjonalne	K1	Zakres funkcjonalny	%	max
	K2	Potrzeby informacyjne	%	max
Kryteria techniczno-technologiczne	K3	Bazy danych (MySQL, PostgreSQL)	binarna	max
	K4	Wymagania sprzętowe	%	min
	K5	Wirtualny serwer WWW	binarna	max
	K6	Modularność	binarna	max
	K7	Obsługa płatności kartą	binarna	max
	K8	Wydajność	%	max
	K9	Skalowalność	%	max
	K10	Bezpieczeństwo	%	max
Kryteria ekonomiczne	K11	Cena zakupu i wdrożenia	zł	min
	K12	Cena utrzymania	zł	min
Kryteria określające łatwość użytkowania	K13	Ergonomia pracy	%	max
	K14	Wersje językowe	binarna	max
	K15	Dokumentacja	%	max
Kryteria charakteryzujące dostawcę	K16	Pozycja rynkowa oferenta	%	max
	K17	Liczba wdrożeń	szt.	max
	K18	Pomoc wdrożeniowa	%	max
	K19	Istnienie na rynku	lata	max
	K20	Jakość serwisu	%	max

Źródło: opracowanie własne.

Światowy rynek systemów handlu elektronicznego jest bardzo duży, z tego powodu trudno jest określić zbiór wariantów decyzyjnych, które potencjalnie mogą być zastosowane. Wybór systemów, które będą rozpatrywane w procesie decyzyjnym, może być dokonany w dwojaki sposób. Możliwe jest zatrudnienie firmy analitycznej lub konsultingowej, która specjalizuje się we wspomnianej tematyce, bądź decydent sam dokona dogłębnej analizy rozwiązań oferowanych na rynku. Zbiór wariantów rozpatrywanych na potrzeby niniejszego procesu decyzyjnego został określony następująco: W1 – IAI-Shop.com; W2 – GOshop; W3 – Shoper; W4

– Magento; W5 – iStore.pl; W6 – SOTESHOP; W7 – Prestashop; W8 – Cubecart; W9 – osCommerce.

Wybór odpowiedniej metody wspomaganie decyzji dotyczącej doboru systemu handlu elektronicznego nie jest zadaniem trywialnym. Istnieje bowiem całe spektrum narzędzi i metod stosowanych do modelowania preferencji i agregacji wariantów decyzyjnych, które muszą być rozpatrzone, żeby móc wybrać metodę najlepszą dla danego problemu decyzyjnego. Analizowanie metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji wykracza jednak poza temat artykułu.

Proces oceny systemu handlu elektronicznego został przeprowadzony za pomocą metody Promethee II². Rozpoczyna się on od wyznaczenia macierzy decyzyjnej z ocenami wariantów decyzyjnych. Następnym krokiem jest ustalenie wag z ważnością poszczególnych kryteriów w opinii decydenta. Dla każdego kryterium należy również określić progi równoważności i preferencji. Wartości tych progów dla rozpatrywanego przykładu zawarto w tabeli 2.

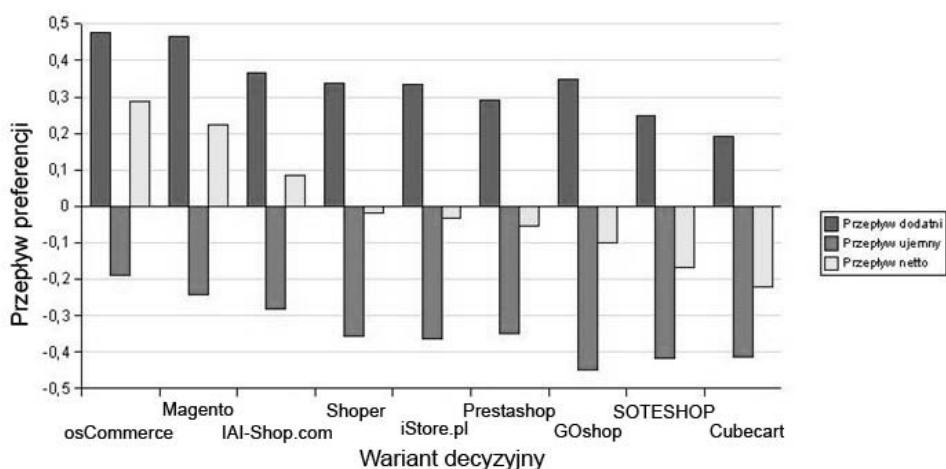
Tabela 2
Kryteria oceny informatycznych systemów zarządzania

Nazwa kryterium	Kryterium	Waga przed normalizacją	Waga po normalizacji	Próg równoważności	Próg preferencji
Zakres funkcjonalny	K1	14	0,14	5	9
Potrzeby informacyjne	K2	7	0,07	3	5
Bazy danych (MySQL, PostgreSQL)	K3	3	0,03	0	0,5
Wymagania sprzętowe	K4	1	0,01	4	12
Wirtualny serwer WWW	K5	2	0,02	0	0,5
Modularność	K6	6	0,06	0	0,5
Obsługa płatności kartą	K7	Jest to kryterium kluczowe, które musi być spełnione przez każdy akceptowalny wariant decyzyjny			
Wydajność	K8	4	0,04	5	15
Skalowalność	K9	5	0,05	5	10
Bezpieczeństwo	K10	6	0,06	5	10
Cena wdrożenia	K11	14	0,15	10 000	30 000
Cena utrzymania	K12	5	0,05	5000	9000
Ergonomia pracy	K13	4	0,04	4	9
Wersje językowe	K14	1	0,01	0	0,5
Dokumentacja	K15	3	0,03	5	10
Pozycja rynkowa oferenta	K16	9	0,09	10	20
Liczba wdrożeń	K17	6	0,05	20	50
Pomoc wdrożeniowa	K18	2	0,02	9	14
Istnienie na rynku	K19	4	0,04	0	1
Jakość serwisu	K20	4	0,04	5	9

Źródło: opracowanie własne.

² J.P. Brans, B. Mareschal: *Promethee methods*, w: J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (eds): *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer, New York, NY 2005, Ch. 5, s. 163–98; J.P. Brans, P. Vincke: *A preference ranking organization method: The Promethee method for MCDM*, Management Science, 31.06.1985, s. 647–656.

W celu określenia preferencji decydenta, związanych z poszczególnymi kryteriami dokonano analizy i doboru odpowiedniej funkcji preferencji. Dla atrybutów określanych w skali binarnej najodpowiedniejszym kryterium uogólnionym jest zwykle kryterium, natomiast dla pozostałych atrybutów należy zastosować kryterium z liniową preferencją i obszarem obojętności. Wybór kryterium z liniową preferencją i obszarem obojętności jest tutaj uzasadniony, gdyż indeks preferencji w przedziale jest wyliczany w sposób liniowy, podczas gdy w przypadku kryterium poziomu ustalana jest stała, uogólniona wartość funkcji preferencji w tym przedziale. Po ustaleniu typów funkcji preferencji dla kryteriów można przejść do wyznaczania najlepszego wariantu decyzyjnego za pomocą metody Promethee II (rysunek 1).



Rys. 1. Ranking wariantów decyzyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Z otrzymanego rankingu wynika, że najlepszym rozwiązaniem dla potencjalnej firmy jest system osCommerce, a w dalszej kolejności Magento. Oba te warianty różnią się stosunkowo nieznacznie względem preferencji decydenta – różnica przepływu netto dominacji, świadcząca o przewadze systemu osCommerce nad Magento, wynosi tylko 0,07. Kolejne miejsce w rankingu zajął system IAI-Shop.com. Tylko te trzy systemy osiągnęły dodatnie przepływy netto preferencji, co oznacza, że stopień ich przewagi nad wszystkimi innymi kandydującymi systemami jest wyższy niż rozmiar dominacji wszystkich innych systemów nad nimi (dodatni przepływ preferencji jest wyższy niż ujemny przepływ preferencji).

Jednak czy metoda Promethee wygenerowałaby taki sam ranking, gdyby np. jedna z wag zmieniła się? Aby sprawdzić stabilność otrzymanego rozwiązania, konieczne jest przeprowadzenie szeregu analiz.

2. Analiza wrażliwości rozwiązań decyzyjnych

Analiza wrażliwości jest to technika analityczna polegająca na badaniu tego, co się dzieje z uzyskanym rozwiązaniem w sytuacji, gdy bieżące wartości parametrów zmieniają się. Umożliwia ona określenie zakresu zmian określonych parametrów, które nie powodują konieczności zmiany wyznaczonego uprzednio rozwiązania optymalnego. Na podstawie wyznaczonych zakresów zmian parametrów możliwa jest ocena stabilności otrzymanego rozwiązania³. W niniejszym artykule zostaną rozpatrzone trzy przypadki analizy wrażliwości (jeden bardziej szczegółowo, dwa ogólnie): (1) wrażliwość aktualnego rankingu na zmiany bieżących wag przypisanych do poszczególnych kryteriów oraz (2) wrażliwość aktualnego rankingu na zmiany ocen wariantów decyzyjnych ze względu na określone kryteria i (3) na zmiany progów równoważności i preferencji dla wybranych kryteriów.

2.1. Wrażliwość rankingu na zmiany wag przypisanych do kryteriów

Analiza wrażliwości rozwiązania na zmiany wartości wag kryteriów polega na dowolnej zmianie wartości wag jednego lub więcej kryteriów w zakresie od 0 do 1 i sprawdzaniu, jak uprzednio wyznaczone rozwiązanie reaguje na dokonywane zmiany (czy pozostaje bez zmian lub w jaki sposób zostało zmodyfikowane). Badanie wpływu zmian wag na aktualne rozwiązanie będzie rozpoczęte od najprostszej sytuacji, gdy modyfikowane są wagi pojedynczych kryteriów. Zakresy wag wyznaczane są na podstawie wyników analizy wrażliwości przedstawionych w postaci wykresów (rysunek 2.) lub doświadczalnie przez zmiany wag do momentu wykrycia wartości ważności kryteriów, dla których najlepszy wariant przestaje dominować. Ustalone zakresy wag kryteriów, w których uprzednio ustalone rozwiązania są niezmiennie, przedstawione są w tabeli 3.

Na podstawie danych z tabeli 3 można wywnioskować, iż otrzymany ranking decyzyjny nie jest rozwiązaniem stabilnym. W przypadku większości kryteriów nawet mała zmiana wagi może spowodować, że tworzona jest nowa klasyfikacja wariantów decyzyjnych. Wyznaczony pierwotnie ranking systemów handlu elektronicznego jest najbardziej wrażliwy na zmiany ważności kryterium: cena utrzymania. Wystarczy tutaj zmodyfikować wagę o 0,007, aby otrzymać nowe rozwiązanie. Analiza wrażliwości dla tego kryterium przedstawiona została na rysunku 2.

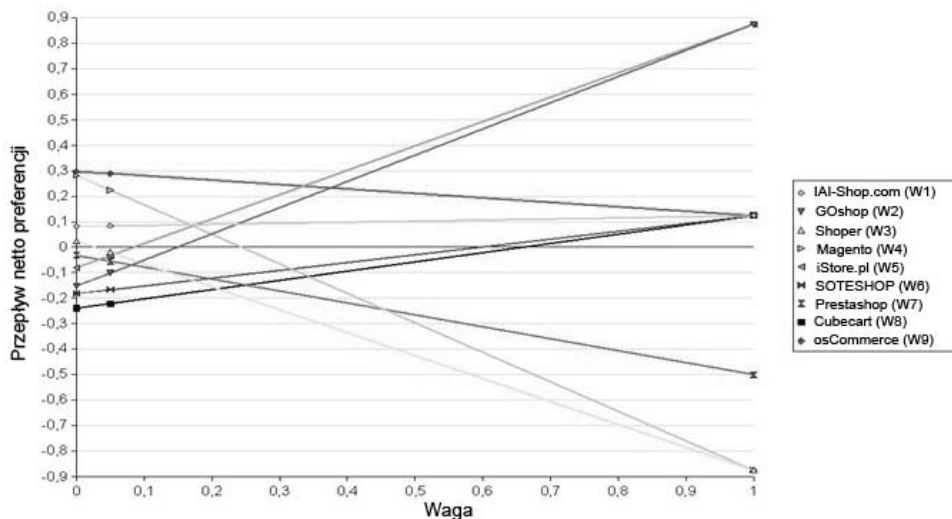
³ E. Triantaphyllou: *Multi-Criteria Decision Making Methods: A comparative study*, Kluwer Academic Publisher 2000.

Tabela 3

Zakresy zmian wag kryteriów, niewpływające na zmiany bieżących rozwiązań

Nazwa kryterium	Nr	Aktualna waga	Zakres zmian wag kryteriów, gdzie bieżący ranking się nie zmienia		Zakres zmian wag kryteriów, gdzie najlepszy wariant się nie zmienia	
			Dolny	Górny	Dolny	Górny
Zakres funkcjonalny	K1	0,14	0,120	0,151	0	0,310
Potrzeby informacyjne	K2	0,07	0,051	0,158	0	1
Bazy danych	K3	0,03	0,019	0,049	0	0,080
Wymagania sprzętowe	K4	0,01	0	0,034	0	0,390
Wirtualny serwer WWW	K5	0,02	0,009	0,039	0	1
Modularność	K6	0,06	0	1	0	1
Obsługa płatności kartą	K8	0,04	0,030	0,119	0	1
Wydajność	K9	0,05	0,040	0,116	0	0,130
Skalowalność	K10	0,06	0,044	0,110	0	0,340
Bezpieczeństwo	K11	0,15	0,121	0,164	0,11	0,520
Cena wdrożenia	K12	0,05	0,034	0,057	0	0,340
Cena utrzymania	K13	0,04	0	0,061	0	1
Ergonomia pracy	K14	0,01	0	0,021	0	1
Wersje językowe	K15	0,03	0	0,044	0	1
Dokumentacja	K16	0,09	0,030	0,112	0	0,140
Pozycja rynkowa oferenta	K17	0,05	0,034	0,082	0	0,080
Liczba wdrożeń	K18	0,02	0	0,036	0	1
Pomoc wdrożeniowa	K19	0,04	0,008	0,078	0	0,460
Istnienie na rynku	K20	0,04	0,020	0,074	0	1

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Analiza wrażliwości dla kryterium cena utrzymania

Źródło: opracowanie własne.

Należy się jeszcze zastanowić, jak reaguje najlepszy wariant decyzyjny na modyfikację wag pojedynczych kryteriów. Z danych zawartych w tabeli 3 wynika, że rozwiązanie wskazujące najlepszy system jest zdecydowanie mniej wrażliwe na zmiany wag niż otrzymany kompletny ranking decyzyjny. Aż dziewięć kryteriów spośród dziesięciu może przyjmować wagi z zakresu od 0 do 1, nie powodując przy tym zmiany najlepszego wariantu. Jedynie podczas przydzielania wag dla następujących kryteriów: bazy danych, cena zakupu i wdrożenia oraz liczba wdrożeń, decydent powinien dogłębnie się zastanowić, jaką ważność im przypisać. Uzyskany najlepszy wariant jest najbardziej wrażliwy na zmiany wag tych trzech atrybutów. Wystarczy dokonać jednej z trzech modyfikacji: zwiększyć ważność atrybutu bazy danych o 0,051, zmniejszyć wagę kryterium cena zakupu i wdrożenia o 0,041 lub zwiększyć ważność kryterium liczba wdrożeń o 0,031, aby za najlepszy system został uznany Magento. Dla pozostałych kryteriów zakres zmian wag jest na tyle duży, że niewielkie modyfikacje wag nie powinny mieć wpływu na zmianę najlepszego wariantu.

Dotychczas rozpatrywane były sytuacje, gdy zmieniały się pojedyncze wagi atrybutów. Inne sytuacje to takie, w których zmieniać może się kilka wag kryteriów. Na przykład podczas ustalania ważności atrybutów decydent miał problem z przydzieleniem wag dla kryteriów: cena zakupu i wdrożenia oraz pozycja oferenta. Oba te kryteria są konfliktowe, gdyż wyższa pozycja rynkowa oferenta sprawia, że oferowany system jest droższy. Załóżmy, że firma zdecydowała się na zwiększenie budżetu na wdrożenie systemu, przez co cena systemu nie odgrywa już tak dużej roli w procesie jego doboru, natomiast wzrosły wymagania odnośnie do znajomości marki oferenta na rynku. Niech wagi przypisane do kryteriów cena zakupu i wdrożenia mają wartość 1,2. Pojawia się pytanie, czy i jak zmiana tych wag wpłynęłaby na pierwotnie uzyskane rozwiązanie? Przeprowadzona analiza pokazuje, że w tym przypadku modyfikacja wag kryteriów cena zakupu i utrzymania oraz pozycja rynkowa oferenta spowodowała zmianę pierwotnie ustalonego rankingu. Najlepszym wariantem okazał się system Magento, który tylko nieznacznie wyprzedza dotychczasowego lidera – osCommerce. Ponadto można zaobserwować wzmocnienie się na trzeciej pozycji w rankingu systemu IAI-Shop.com (przed modyfikacją wag przepływ netto preferencji wynosił 0,08, a po zmianach 0,11). Systemy w końcówce rankingu nie zmieniły swoich pozycji.

W oparciu o przeprowadzone badania można stwierdzić, że zdecydowanie najlepszymi systemami spośród wszystkich rozpatrywanych są systemy Magento oraz osCommerce. Wybór jednego z nich uzależniony jest od sposobu przydzielenia wag do poszczególnych kryteriów. Najbardziej pożądaną sytuacją jest, aby wybrany system oferowany był przez najbardziej renomowaną firmę, posiadał najszerze możliwości funkcjonalne i jednocześnie miał najniższą cenę spośród rozpatrywanych możliwości. Niestety, im lepszy wizerunek firmy i szerszy zakres funkcji systemu, tym jego cena jest wyższa. Decydent powinien określić, które kryteria są

dla niego ważniejsze: np. cena czy zakres funkcjonalny i pozycja rynkowa oferenta. Z przeprowadzonych analiz wrażliwości wynika następujący wniosek: jeśli decydent uzna, że istotniejsza przy wyborze systemu handlu elektronicznego jest cena wdrożenia systemu, wówczas najlepszym rozwiązaniem jest dla niego system osCommerce. Jeśli natomiast cena systemu jest mniej istotna niż zakres funkcjonalny i wizerunek oferenta, wówczas decydent powinien dokonać zakupu systemu Magento.

2.2. Wrażliwość rankingu na zmiany innych parametrów

Analizę wrażliwości uzyskanych wariantów decyzyjnych przeprowadzono także z powodu zmian ocen wariantów ze względu na określone kryteria oraz na zmiany progów równoważności i preferencji. W niniejszym artykule zostaną one zasygnalizowane tylko ogólnie.

W celu określenia stabilności otrzymanego pierwotnie rankingu wariantów sprawdzono również, jak się ranking zachowuje pod wpływem zmian ocen ze względu na inne kryteria. Biorąc pod uwagę, że przy ustalaniu cen poszczególnych systemów przyjmowane były ceny orientacyjne, a także to, że jest to kryterium z najwyższą wagą, uzyskano przykładową sytuację, w której ranking jest wrażliwy na zmiany wartości kryterium cena zakupu i wdrożenia. Po przeanalizowaniu wpływu zmian wag kryterium cena zakupu i wdrożenia, a także zmian cen poszczególnych systemów na zachowanie pierwotnie wyznaczonego rozwiązania można stwierdzić, że ranking wariantów wyznaczony pierwotnie jest zdecydowanie mniej wrażliwy na zmiany ocen niż na modyfikację ważności atrybutu cena zakupu i wdrożenia.

Badaniom poddano również reakcję aktualnie wyznaczonego rozwiązania na zmiany progów równoważności i preferencji. Biorąc pod uwagę dużą rozpiętość ocen wariantów (aż 24% między najgorszą a najlepszą wartością) ze względu na kryterium zakres funkcjonalny i ustalone stosunkowo niskie progi dla tego atrybutu, postanowiono je zwiększyć i sprawdzić, jak ta modyfikacja wpłynie na rozwiązanie otrzymane w procedurze Promethee. Próg równoważności został zwiększony z 5% do 7%, a próg preferencji został zmieniony z 9% na 14%. Po porównaniu pierwotnego rankingu wariantów oraz uzyskanych rozwiązań dla zmienionych progów dla kryterium K1 można stwierdzić, że modyfikacja obu progów nie spowodowała zmiany pierwotnie wyznaczonego rozwiązania. Dokonana zmiana wpłynęła natomiast na zmniejszenie z 0,07 do 0,02 przewagi najlepszego w rankingu systemu osCommerce nad zajmującym drugie miejsce Magento.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że wskazany za pomocą metody Promethee II najlepszy system – osCommerce, jest rozwiązaniem

mało stabilnym i bardzo wrażliwym na zmianę wartości wag, ocen oraz progów równoważności i preferencji. Nieznaczna różnica wartości przepływów netto preferencji pomiędzy systemami osCommerce oraz Magento powoduje, że nawet minimalna modyfikacja wartości wybranego parametru może wpłynąć na zmianę dotychczasowego lidera rankingu, na korzyść systemu Magento. Modyfikacja wspomnianych wartości może także spowodować rotację miejsc, które zajmują systemy na dalszych pozycjach w rankingu, jednak nie powinny one zagrozić pozycji najlepszego wariantu decyzyjnego, gdyż między najlepszymi systemami – osCommerce, Magento, a pozostałymi wariantami decyzyjnymi występują zbyt duże różnice przepływów netto preferencji.

W każdej z przeprowadzonych analiz wrażliwości systemy osCommerce oraz Magento osiągały bardzo zbliżone wartości przepływów netto preferencji, w związku z tym nie można jednoznacznie stwierdzić, na podstawie uzyskanych rozwiązań, który z systemów jest rozwiązaniem lepszym dla rozpatrywanej firmy. Ostateczny wybór będzie należał do decydenta, który posiadając wiedzę uzyskaną z tak zrealizowanej procedury badawczej, będzie miał ułatwione zadanie decyzyjne.

Literatura

1. Roy B.: *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*, WNT, Warszawa 1990.
2. Kodikara P.N.: *Multi-Objective Optimal Operation of Urban Water Supply Systems*, Engineering and Science Victoria University, Australia 2008.
3. Brans J.P., Mareschal B.: *Promethee methods*, w: Figueira J., Greco S., Ehrgott M. (eds): *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer, New York, NY 2005, Ch. 5.
4. Brans, J.P., and Vincke, P.: *A preference ranking organisation method: The Promethee method for MCDM*, Management Science, 31.06.1985.
5. Triantaphyllou E.: *Multi-Criteria Decision Making Methods: A comparative study*, Kluwer Academic Publisher 2000.

STABILITY ANALYSIS OF DECISIONS MAKING IN THE CONTEXT OF SOLUTION OF ELECTRONIC COMMERCE SYSTEM

Summary

The aim of this paper is analysis the applicability of MCDA method (Promethee) in the context of the selection of electronic commerce system. The author will seek to examine whether properly used decision aiding method can unambiguously indicate the

best system for e-commerce enterprise among all alternatives taken into account. The article includes sensitivity analysis of received solution on changes of wages, evaluations, indifference and preference thresholds.

Translated by Mateusz Piwowarski