

METODY GRUPOWEGO PODEJMOWANIA DECYZJI PROMETHEE GDSS I AHP – ANALIZA PORÓWNAWCZA

Paweł Ziemia, Ryszard Budziński

Katedra Inżynierii Systemów Informacyjnych,
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
e-mails: pziemba@wi.zut.edu.pl; rbudzinski@wi.zut.edu.pl

Streszczenie: Podjęcie „dobrej” decyzji wymaga rozpatrzenia wielu wariantów decyzyjnych. Warianty i kryteria decyzyjne mogą być inaczej oceniane przez różnych decydentów, więc w żadnym wypadku decyzja wielokryterialna nie może być uznana za całkowicie obiektywną. Jednym ze sposobów pozwalających zobiektywizować taką ocenę, jest wykonanie oceny grupowej. W niniejszej pracy do oceny grupowej wykorzystano metody Promethee GDSS i AHP oraz analizę GAIA, mającą na celu analizę „dobroci” uzyskanego rozwiązania i wskazanie kierunków jego ewentualnej poprawy.

Słowa kluczowe: Promethee GDSS, AHP, grupowe podejmowanie decyzji, analiza GAIA

WSTĘP

Natura problemu decyzyjnego determinuje jego wielokryterialność. Niemal w każdym przypadku podjęcie „dobrej” decyzji wymaga rozpatrzenia wielu wariantów decyzyjnych, przy czym każdy wariant powinien być badany pod kątem wielu czynników charakteryzujących jego dopuszczalność. Dla różnych decydentów różne kryteria mogą mieć różne wagi, więc w żadnym wypadku decyzja wielokryterialna nie może być uznana za całkowicie obiektywną.

Problem podjęcia „dobrej” decyzji komplikuje się jeszcze bardziej w sytuacji, kiedy decydenci nie operują na jawnych danych ilościowych. Muszą oni wtedy poza subiektywnym określeniem wag poszczególnych kryteriów oceny również określić przewagi wariantów względem kolejnych kryteriów. Za klasyczny przykład takiego problemu decyzyjnego można uznać określenie jakości systemu informacyjnego w oparciu o cechy niemierzalne (subiektywne

odczucia decydentów) takie jak np. łatwość użycia, innowacyjność czy też funkcjonalność. Są to kryteria, których w żaden sposób nie da się obiektywnie zmierzyć, wobec czego trzeba tutaj polegać na opiniach ekspertów. Jednym ze sposobów pozwalających w znacznym stopniu zobiektywizować taką ocenę, jest skorzystanie z usług grupy ekspertów zamiast pojedynczego eksperta. W takiej sytuacji niewielkie błędy popełnione przez jednego z ekspertów mogą zostać zneutralizowane poprzez oceny pozostałych decydentów. Niemniej jednak, jeżeli jeden z ekspertów znacznie przeszacuje jakość jednego z wariantów, wtedy nawet oceny pozostałych decydentów mogą okazać się niewystarczające do zneutralizowania takiej pomyłki.

Do rozwiązywania problemów decyzyjnych, w których ocena bazuje na kryteriach niemierzalnych zazwyczaj wykorzystuje się metodę AHP, a w przypadku decyzji podejmowanych przez wielu ekspertów stosowana jest jej grupowa modyfikacja. Jednakże istnieją również inne metody grupowego podejmowania decyzji, a wśród nich metoda Promethee GDSS, która wydaje się warta zainteresowania. W niniejszej pracy porównano przydatność i skuteczność metod Promethee GDSS i AHP w problemie grupowego podejmowania decyzji.

PROCEDURA ANALITYCZNEJ HIERARCHIZACJI

AHP jest szczegółową procedurą rozwiązania problemu wielokryterialnego, opartą na teorii użyteczności. Została ona opracowana na przełomie lat 70 i 80 XX wieku przez T. Saaty'ego [Saaty 1980].

W procedurze AHP najpierw należy zdefiniować problem decyzyjny oraz zbudować strukturę hierarchiczną. Problem decyzyjny w trakcie budowy hierarchii jest dekomponowany na podcele (kryteria), które są umieszczane na kolejnych poziomach struktury. Funkcje liści w tworzonej strukturze pełnią warianty decyzyjne [Saaty 1990]. Następnie konstruowane są macierze porównań parami wariantów decyzyjnych względem kolejnych kryteriów oraz kryteriów względem siebie. Każda taka macierz powinna być proporcjonalna, tzn. jeśli element a_{ij} zawiera wartość a , wtedy element a_{ji} powinien zawierać wartość $1/a$. Ponadto elementy a_{ii} powinny zawierać wartości jednostkowe [Saaty 2005]. Macierz taka powinna być również dodatnia, a dokładniej rzecz ujmując, powinna zawierać wartości z zakresu od 1 do 9, gdzie 1 oznacza równość porównywanych wariantów lub kryteriów, a 9 oznacza ekstremalną przewagę wariantu lub kryterium i nad j [Saaty 2008]. Dla każdej macierzy porównań parami wyznaczany jest wektor preferencji. Ukazuje on numeryczny ranking (siłę) wariantów lub kryteriów porównywanych w macierzy [Saaty 2003]. Wektor ten jest prawostronnym wektorem własnym macierzy, wyznaczonym poprzez rozwiązanie równania:

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (1)$$

Jeżeli macierz porównań jest spójna, istnieje tylko jedna niezerowa wartość własna macierzy λ_{\max} i jest ona równa wymiarowi macierzy. Z kolei wektor w jest

wektorem preferencji związanym z wartością λ_{\max} [Saaty 2005]. W literaturze stosowanych jest wiele prostszych metod wyznaczania wektora własnego i wartości własnej macierzy spójnych oraz przybliżających te wartości dla macierzy niespójnych. Jest to m.in. metoda SNCS (wierszowej średniej arytmetycznej, ang. simple normalized column sum method) [Trzaskalik 2006]. Metoda SNCS (w wersji ważonej) do agregacji preferencji z macierzy porównań wykorzystuje wzór:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}}{n} \quad (2)$$

Metoda SNCS uwzględnia również określenie wskaźnika spójności preferencji. Spójność preferencji jest tożsama z przechodnością ocen, np. jeżeli wg decydenta wariant a_i jest 2 razy lepszy od wariantu a_j i 4 razy lepszy od wariantu a_k względem kryterium k , wtedy wg tego samego decydenta i względem tego samego kryterium, wariant a_j powinien być 2 razy lepszy od wariantu a_k . W metodzie SNCS najpierw wyznaczany jest współczynnik spójności CI (ang. consistency index), a następnie CR (ang. consistency ratio) zgodnie ze wzorami [Saaty 1990][Pomerol i Barba-Romero 2000]:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

$$CR = \frac{CI}{R} \quad (4)$$

R jest tutaj stałą, której wartość jest zależna od wymiaru macierzy porównań.

W grupowej metodzie AHP stosowane są, zależnie od sytuacji decyzyjnej, trzy możliwe podejścia. Pierwsze z nich polega na uzyskaniu przez decydentów konsensusu przy każdym porównaniu. Kolejne podejście polega na agregowaniu opinii ekspertów już na poziomie ocen cząstkowych względem poszczególnych kryteriów [Saaty i Shang 2007]. Ostatnią już możliwością jest agregowanie globalnych wektorów preferencji uzyskanych przez każdego z ekspertów oddzielnie [Saaty 1999]. Zarówno przy drugim jak i trzecim podejściu, Saaty zaleca skorzystanie ze średniej geometrycznej przy agregacji preferencji różnych ekspertów [Saaty i Vargas 2011][Saaty 2004].

METODA PROMETHEE GDSS

Metoda Promethee GDSS wywodzi się i korzysta bezpośrednio z procedury Promethee II. Metoda Promethee II wykorzystuje porównania parami i relację przewyższania w celu wybrania najlepszej alternatywy decyzyjnej. Wykorzystywane są w niej pozytywne i negatywne przepływy preferencji określające jak bardzo dany wariant przewyższa inne i jak bardzo jest przewyższany przez inne warianty [Peng i in. 2010]. W metodzie Promethee II decydent może wybierać spośród sześciu funkcji preferencji wykorzystujących:

zwykle kryterium, quasi kryterium z progiem równoważności, kryterium z liniową preferencją i progiem preferencji, kryterium poziomu z progiem równoważności i preferencji, kryterium z liniową preferencją i obszarem obojętności, kryterium Gaussa [Brans i Mareschal 2005].

Indeks preferencji wariantów wyznaczany jest zgodnie z wzorem:

$$\pi(a_i, b_j) = \frac{\sum_{k=1}^n w_k * \varphi_k(a_i, b_j)}{\sum_{k=1}^n w_k} \quad (5)$$

gdzie φ_k oznacza wskaźnik zgodności dla pary wariantów porównywanych względem kryterium k zgodnie z przyjętą funkcją preferencji. Pozytywne i negatywne przepływy preferencji obliczane są z wykorzystaniem wzorów:

$$\phi^+(a_i) = \sum_{j=1}^n \pi(a_i, b_j) \quad (6)$$

$$\phi^-(a_i) = \sum_{j=1}^n \pi(b_j, a_i) \quad (7)$$

W końcowym etapie realizacji procedury Promethee II wyznaczany jest całkowity porządek wariantów zgodnie z przepływem preferencji netto opisanym wzorem:

$$\phi(a_i) = \phi^+(a_i) - \phi^-(a_i) \quad (8)$$

W metodzie tej wyróżnia się relacje równoważności i preferencji w szerokim sensie:

- wariant a_i przewyższa wariant b_j ($a_i L b_j$), gdy $\phi(a_i) > \phi(b_j)$,
- wariant a_i jest równoważny wariantowi b_j ($a_i I b_j$), gdy $\phi(a_i) = \phi(b_j)$, [Ghahghazi i in. 2010].

Procedura Promethee GDSS rozszerza funkcjonalność Promethee II o zagadnienie grupowego podejmowania decyzji. Końcowa agregacja ocen poszczególnych decydentów odbywa się tutaj za pomocą metody Promethee II [Brans i in. 1998]. W procedurze Promethee GDSS następują kolejno: wyznaczenie alternatyw decyzyjnych i kryteriów, indywidualna ocena wariantów przez każdego decydenta, agregacja indywidualnych ocen wariantów w ocenę grupową [Morais i de Almeida 2007]. Zaleca się tutaj użycie liniowej funkcji preferencji z progiem preferencji $p=2$ [Kodikara 2008][Brans i Mareschal 2005].

W metodzie Promethee GDSS wykonywana jest także analiza GAIA. W metodyce GAIA informacje dotyczące k -kryterialnego problemu decyzyjnego przedstawione w k -wymiarowej przestrzeni rzutowane są na płaszczyznę, wobec czego część informacji jest tracona. Na płaszczyźnie prezentowany jest m.in. wektor J wskazujący kompromisowy kierunek wynikający z wag przypisanych poszczególnym decydentom (w ogólnym przypadku - kryteriom) [Janssens i Pangilinan 2010]. Alternatywy są reprezentowane przez punkty, a preferencje decydentów symbolizowane są przez wektory. Jeżeli decydenci mają podobne preferencje, wektory zwrócone są w tym samym kierunku, natomiast sprzeczne

preferencje skutkują przeciwnymi zwrotami wektorów. Jeżeli nie istnieje powiązanie między preferencjami ekspertów, ich wektory zwrócone są do siebie prostopadle. Długość wektora oznacza siłę reprezentowanych przez niego preferencji. Im koniec wektora jest bliżej określonej alternatywy decyzyjnej, tym bardziej wektor ten wspiera tę alternatywę w rankingu wynikowym. W sytuacji, gdy z analizy GAIA wynika, że preferencje decydentów są między sobą w konflikcie, zalecane są kolejno: zmiana wag przypisanych decydentom, zmiana indywidualnych ocen, zmiana kryteriów, zmiana alternatyw, dodanie kolejnego decydenta. Kolejne czynności są konieczne, jeżeli wcześniejsze nie dają oczekiwanych rezultatów w postaci eliminacji konfliktów [Brans i Mareschal 2005][Kodikara 2008].

PROCEDURA BADAWCZA

Problemem decyzyjnym, który rozwiązywano za pomocą każdej z omówionych metod grupowego podejmowania decyzji, było utworzenie rankingu internetowych serwisów informacyjnych. Wariantami decyzyjnymi były portale: W1 - Onet, W2 - Wirtualna Polska, W3 - Interia oraz W4 - Gazeta.pl. Były one oceniane przez 5 ekspertów o równych wagach, a każdy z decydentów oceniał je pod względem 8 kryteriów. Rozpatrywanymi kryteriami były: K1 - łatwość obsługi, K2 - nawigacja, K3 - projekt graficzny, K4 - wiarygodność inf., K5 - aktualność inf., K6 - szczegółowość inf., K7 - bezpieczeństwo, K8 - personalizacja.

Dla ocen indywidualnych w procedurze Promethee GDSS przyjęto 7 punktową skalę Likerta służącą ocenie każdego z wariantów względem kolejnych kryteriów. Również wagi kryteriów były oceniane w skali 1-7. Dla ocen indywidualnych przyjęto kryterium z liniową preferencją i progiem preferencji równym 2. Wobec tego warianty były uznawane za równoważne względem kryterium k , kiedy różnica ich ocen względem tego kryterium wynosiła 0 (wskaźnik zgodności $\varphi_k=0$). Z kolei przy różnicy ocen wynoszącej 2 ($\varphi_k=2$) występowała silna preferencja jednego wariantu nad drugim względem kryterium k . Zgodnie z zaleceniami występującymi w literaturze, również dla agregacji ocen ekspertów w ocenę grupową zastosowano kryterium z liniową preferencją i progiem preferencji wynoszącym 2.

Dla procedury AHP zastosowano konwersję opinii ekspertów uzyskanych w procedurze Promethee GDSS. Zgodnie z progiem równoważności wynoszącym 0, dla takiej różnicy uzyskanych wcześniej ocen, macierz preferencji uzupełniano wartością 1. Gdy różnica w ocenie wariantów względem kryterium k wynosiła 1, macierz preferencji uzupełniano wartością środkową ze skali Saaty'ego, tj. 5. W sytuacji, kiedy różnica w ocenie wariantów względem kryterium k wynosiła 2 lub więcej (silna preferencja w metodzie Promethee), macierz preferencji uzupełniano wartością 9. Maksymalna różnica wag kryteriów w metodzie Promethee mogła wynieść 6 (7-1). Wobec tego wynik dzielenia 6/9 był górnym progiem przypisania wartości 1 w macierzy porównań, $2*6/9$ był górnym progiem

wpisania wartości 2 do macierzy porównań AHP, itd. Działanie takie pozwoliło całkowicie odzwierciedlić oceny z metody Promethee GDSS w metodzie AHP. Wektory preferencji dla ocen indywidualnych były wyznaczone z wykorzystaniem metody SNCS, a agregacja ocen indywidualnych w ocenę grupową, zgodnie z zaleceniami Saaty'ego była przeprowadzona z użyciem średniej geometrycznej. Oceny wariantów względem kolejnych kryteriów przyznane przez ekspertów zawarte są w tabeli 1, a przyznane przez nich wagi kryteriów umieszczono w tabeli 2.

Tabela 1. Indywidualne oceny ekspertów

D M	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6	K 7	K 8	K 1	K 2	K 3	K 4	K 5	K 6	K 7	K 8
	W1 (Onet)								W2 (Wirtualna Polska)							
1	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	6
2	4	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	6	4	3
3	5	7	7	4	6	5	3	5	4	7	6	5	6	5	7	6
4	3	5	5	5	5	5	7	6	4	7	6	5	6	5	7	6
5	6	6	5	3	5	6	6	3	5	5	5	4	5	5	6	2
	W3 (Interia)								W4 (Gazeta.pl)							
1	3	5	5	4	5	6	3	5	5	4	2	3	5	4	4	5
2	6	5	5	6	7	6	6	4	6	5	4	6	6	5	5	2
3	3	5	5	5	5	5	7	6	6	6	5	6	5	4	5	4
4	5	6	7	5	6	6	3	5	3	4	3	3	5	6	5	5
5	5	5	4	3	6	5	5	2	6	6	5	3	5	5	4	3

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2. Wagi przyznane kryteriom przez poszczególnych ekspertów

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
DM1	5	7	6	7	7	5	6	3
DM2	4	4	4	7	6	6	5	4
DM3	7	6	6	7	7	6	7	7
DM4	7	6	6	7	7	7	7	7
DM5	3	4	2	7	7	7	7	5

Źródło: opracowanie własne

WYNIKI BADAŃ

W wyniku przeprowadzenia procedur AHP i Promethee dla poszczególnych ekspertów, a następnie zagregowania rankingów cząstkowych uzyskanych dla opinii ekspertów w rankingi wynikowe, uzyskano wartości zawarte w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki decyzji grupowych dla metody AHP i Promethee GDSS

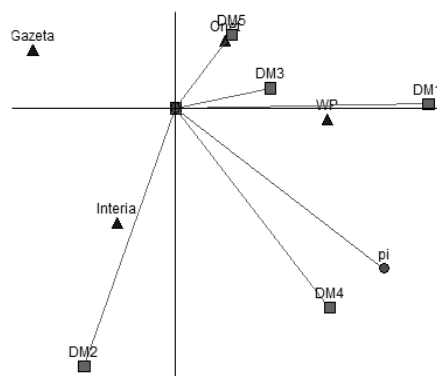
Metoda	W2 (WP)	W3 (Interia)	W1 (Onet)	W4 (Gazeta)
Promethee GDSS	0.1329	0.0252	0.0064	-0.1646
AHP	0.3087	0.2553	0.2052	0.1538

Źródło: opracowanie własne

Uzyskane rankingi końcowe zawierają warianty decyzyjne uporządkowane w takiej samej kolejności. Łatwo jednak zauważyć, że odległości pomiędzy poszczególnymi wariantami w rankingach nie odpowiadają sobie wzajemnie. W rankingu Promethee jest duża odległość między serwisami WP i Interia oraz Onet i Gazeta.pl, a między portalami Interia i Onet jest ona bardzo mała. Z kolei w rankingu AHP odległość między serwisem WP i Interia jest taka sama jak między serwisami Interia i Onet oraz Onet i Gazeta.pl.

Procedura AHP zakończyła się po wyznaczeniu rankingu grupowego, natomiast zgodnie z metodą Promethee GDSS wykonana została analiza GAIA. Płaszczyznę GAIA przedstawiono na rysunku 1.

Rysunek 1. Płaszczyzna GAIA dla przeprowadzonej procedury Promethee GDSS



Źródło: opracowanie własne

Na podstawie rysunku 1 można zauważyć, że największy wpływ na uzyskany ranking mają decydenci 1, 2, i 4. Oznacza to, że w rankingach uzyskanych przez tych decydentów różnice pomiędzy przepływami preferencji dla każdego z wariantów są największe. Decydent 5 najsilniej spośród wszystkich preferuje serwis Onet, a eksperci 1, 3 i 5 również silnie preferują portal WP. Decydent 2 preferuje portal Interia, a oceny eksperta 4 są względnie równomiernie rozłożone pomiędzy serwisami Interia i WP. Warianty decyzyjne WP i Onet są na płaszczyźnie umieszczone blisko siebie, co oznacza, że są one podobnie oceniane przez decydentów (tzn., że przez określonego eksperta są wspólnie oceniane wysoko, bądź nisko). Wektor rozwiązania kompromisowego \bar{J} jest położony najbliżej wariantu WP, co oznacza, że to rozwiązanie w rankingu końcowym jest

najbardziej preferowane. Warianty Interia i Onet są położone w podobnej odległości od wektora J , a najdalej od niego znajduje się wariant Gazeta.pl. Kolejność ta jest w pełni zgodna z uzyskanym rankingiem końcowym. Należy zauważyć, że rozłożenie wektorów preferencji wskazuje na istnienie silnego konfliktu preferencji eksperta 2 z 5 oraz niewielkiego konfliktu z ekspertami 3 i 1. Z kolei preferencje ekspertów 1, 3 i 5 są zgodne., a oceny eksperta 4 są tylko w niewielkim konflikcie z preferencjami eksperta 5. Wobec tego należy przyjąć, że opinie eksperta 2 są w pewnym stopniu dyskusyjne. Potwierdza to przeprowadzona analiza wrażliwości, badająca wrażliwość rozwiązania na zmiany wag przypisanych poszczególnym decydom. Wyniki analizy wrażliwości zawarte są w tabeli 4.

Tabela 4. Analiza wrażliwości rozwiązania uzyskanego metodą Promethee GDSS

Waga	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5
obecnie	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
minimalna	0.00%	16.95%	0.00%	8.75%	0.00%
maksymalna	25.61%	36.61%	32.80%	100.00%	26.23%

Źródło: opracowanie własne

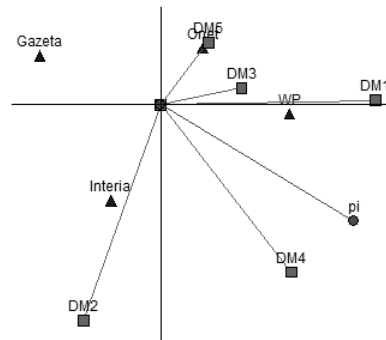
Zgodnie z wykonaną analizą wrażliwości, otrzymane rozwiązanie jest najbardziej wrażliwe na wagę przypisaną decydom 2, który wzbudził wątpliwości już podczas wykonywania analizy GAIA. Niska wrażliwość rozwiązania na wagę przypisaną ekspertowi 2, a w szczególności wyniki analizy GAIA, wg której preferencje decydenta 2 są w konflikcie z preferencjami trzech innych ekspertów, wpłynęły na decyzję o zmianie jego wagi. Wobec tego obniżono wagę tego eksperta do wartości 16% (zwiększenie wag pozostałych decydentów do 21%) i przeanalizowano uzyskane w taki sposób rozwiązanie, którego wyniki przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Wyniki metody Promethee GDSS przed i po zmianie wag decydentów

Wyniki	W2 (WP)	W3 (Interia)	W1 (Onet)	W4 (Gazeta)
Wagi równe	0.1329	0.0252	0.0064	-0.1646
Wagi zmienione	0.1446	0.0109	0.0168	-0.1722

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 2. Płaszczyzna GAIA po zmianach wag decydentów



Źródło: opracowanie własne

Po modyfikacji wag decydentów, kolejność uzyskana w rankingu końcowym zmieniła się, tj. warianty Onet i Interia zamienił się miejscami. Na płaszczyźnie GAIA zostało to odzwierciedlone w ten sposób, że wektor rozwiązania kompromisowego J przesunął się w stronę osi X i przyjął pozycję ortogonalną wobec wektorów decydentów 2 i 5. Zostało to zobrazowane na rysunku 2. O tym, że rozwiązanie zostało poprawione świadczy fakt, że kolejność zmodyfikowanego rankingu grupowego odpowiada kolejności serwisów wg rankingu Google, który uwzględnia ilość użytkowników i zasięg każdego z serwisów [Google 2011].

PODSUMOWANIE

W niniejszej pracy do oceny grupowej wykorzystano mało znaną metodę Promethee GDSS oraz AHP. W artykule przybliżono procedury wykorzystywane w metodach AHP i Promethee GDSS, zastosowano wskazane metody w celu oceny serwisów internetowych i porównano rankingi grupowe uzyskane za pomocą każdej z procedur. Dla metody Promethee GDSS wykonano także analizę GAIA, mającą na celu analizę „dobroci” uzyskanego rozwiązania i wskazanie kierunków jego ewentualnej poprawy. W wyniku zastosowania analizy GAIA, której wyniki poparto analizą wrażliwości, udało się poprawić rozwiązanie uzyskane za pomocą metody Promethee GDSS. Wykonano to poprzez zidentyfikowanie eksperta, którego oceny pozostają w konflikcie z pozostałymi ekspertami i zmodyfikowanie wagi ocen tego eksperta.

Ranking uzyskany w metodzie AHP pozostał wątpliwy ze względu na niedobór narzędzi (poza analizą wrażliwości) służących badaniu jakości uzyskanego rozwiązania. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na wysoką stosowność metody Promethee GDSS w ocenie grupowej.

BIBLIOGRAFIA

- Brans J.P., Macharis C., Kunsch P.L., Chevalier A., Schwaninger M. (1998) Combining multicriteria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic process. An iterative real-time procedure, *European Journal of Operational Research*, No. 109, s.428-441.
- Brans J.P., Mareschal B. (2005) *Promethee Methods*, W: Figueira J., Greco S., Ehrgott M. (red.) *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer Science, Boston, s.163-195.
- Ghafghazi S., Sowlati T., Sokhansanj S., Melin S. (2010) A multicriteria approach to evaluate district heating system options, *Applied Energy*, No. 87, s. 1134-1140.
- Google (2011) 100 najczęściej odwiedzanych witryn: Polska, <http://www.google.com/adplanner/static/top100countries/pl.html>
- Janssens G., Pangilinan M. (2010) Multiple Criteria Performance Analysis of Non-dominated Sets Obtained by Multi-objective Evolutionary Algorithms for Optimisation, *Artificial Intelligence Applications and Innovations*, Vol. 339, s. 94-103.
- Kodikara P.N. (2008) *Multi-Objective Optima Operation of Urban Water Supply Systems*, Victoria University.
- Morais D.C., de Almeida A.T. (2007) Group decision-making for leakage management strategy of water network, *Resources, Conservation & Recycling*, No. 52, s.441-459.
- Peng Y., Wang G., Wang H. (2010) User preferences based software defect detection algorithms selection using MCDM, *Inform. Sciences*, doi:10.1016/j.ins.2010.04.019.
- Pomerol J., Barba-Romero S. (2000) *Multicriterion decision in management: Principles and Practice*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, s. 94-99.
- Saaty T.L. (1980) *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*, McGraw-Hill International Book Co., New York.
- Saaty T.L. (1990) How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, No. 48, s.9-26.
- Saaty T.L. (1999) The seven pillars of the analytic hierarchy process, *ISAHP 1999, conference proceedings*, s. 20-33.
- Saaty T.L. (2003) Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary, *European Journal of Operational Research*, No. 145, s. 85-91.
- Saaty T.L. (2004) Decision making – the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP), *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Vol. 13, No. 1, s. 1-35.
- Saaty T.L. (2005) The Analytic Hierarchy and Analytic Network Process for the measurement of intangible criteria and for decision-making, W: Figueira J., Greco S., Ehrgott M. (red.) *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, Springer Science, Boston, s. 345-407.
- Saaty T.L. (2008) Decision making with the analytic hierarchy process, *International Journal of Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, s. 83-98.
- Saaty T.L., Shang J.S. (2007) Group decision-making: Head-count versus intensity of preference, *Socio-Economic Planning Sciences*, No. 41, s. 22-37.
- Saaty T.L., Vargas L.G. (2011) The possibility of group choice: pairwise comparisons and merging functions, *Social Choice and Welfare*, DOI: 10.1007/s00355-011-0541-6.

Trzaskalik T. (2006) Metody wielokryterialne na polskim rynku finansowym, PWE, Warszawa, s. 64-70.

**METHODS FOR MAKING GROUP DECISIONS
– PROMETHEE GDSS AND AHP**

Abstract: Making a “good” decision requires considering many decisive variants. Different decision makers may evaluate the variants and criteria in different ways, hence a multicriterial decision cannot be recognized as fully detached. One way to make such an evaluation significantly more objective is to take advantage of a group of experts instead of only one expert. In this work, the AHP and Promethee GDSS methods were applied for group evaluation. GAIA analysis was performed to evaluate the “accuracy” of the obtained decision and to point out the ways of its possible improvement.

Key words: Promethee GDSS, AHP, Group Decision Making, GAIA analysis