

mgr inż. Paweł Ziemba
dr inż. Mateusz Piwowarski

Katedra Inżynierii Systemów Informatycznych,
Wydział Informatyki, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

Wspomaganie decyzji w doborze rozwiązań systemowych w kształceniu na odległość

WPROWADZENIE

W coraz większym stopniu wspomaganie procesu dydaktycznego realizowane jest poprzez użycie systemów (platform) e-learningowych. Stosowane są one przede wszystkim przez firmy w celu doksztalcania pracowników. Daje to firmom szereg korzyści związanych ze wzrostem kwalifikacji osób zatrudnionych, możliwością łatwego monitorowania postępów w nauce oraz oszczędnością czasu poświęcanego przez pracowników na doksztalcanie. Poza wykorzystaniem w firmach, platformy e-learningowe stosowane są również przez uczelnie wyższe, jako narzędzie do pracy ze studentami. Pozwala to usprawnić komunikację, ułatwić proces przeprowadzania i sprawdzania wiedzy oraz oszczędzić i uelastyczyć czas pracy wykładowcy. Według badań, wykorzystanie platform e-learningowych przez uczelnie wyższe na przestrzeni ostatnich lat stale rośnie. W roku 2007 z narzędzi e-learningowych korzystało 34% krajowych uczelni¹, podczas gdy w roku 2010 odsetek ten przekroczył 45%.

Celem niniejszego opracowania jest dokonanie przeglądu dostępnych na rynku platform e-learningowych oraz wybór najlepszej z nich. Wybór ten jest dokonywany przez grupę ekspertów, dzięki czemu jest on w pewnym stopniu zobjektywizowany i niezależny od preferencji pojedynczego decydenta.

SYSTEMY DO ZARZĄDZANIA SZKOLENIAMI

System do zarządzania szkoleniami (ang. *Learning Management System – LMS*) to zbiór narzędzi, pozwalający na kompleksowe zarządzanie procesem szkoleniowym na odległość. Do głównych zadań takich systemów należy udostępnianie mechanizmów publikowania szkoleń w formie elektronicznej oraz sprawne zarządzanie zarówno użytkownikami, jak i zasobami szkoleniowymi².

¹ M. Kraska, *Elektroniczna gospodarka w Polsce RAPORT 2009*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2010, s. 305.

² B. Mejsner, *Nauczanie na platformie*, CIO, nr 8, 2007.

Obecnie na rynku jest dostępnych wiele platform do zarządzania szkoleniami (platform e-learningowych) o różnej funkcjonalności oraz cenie. Najprostsze z nich pozwalają na zainstalowanie pojedynczych kursów, prostą administrację i cechują się małą użytecznością. Inne z kolei charakteryzują się złożoną funkcjonalnością, zaspokajając w znacznej mierze oczekiwania użytkowników, administratorów oraz twórców kursów e-learningowych.

Dobór konkretnego systemu do zarządzania szkoleniami nie jest zadaniem prostym i łatwym. Istnieje wiele różnych platform o różnym stopniu złożoności, możliwości zaadaptowania do własnym potrzeb, różnych kosztach utrzymania systemu i jeszcze wielu innych aspektach, które należy rozważyć przed podjęciem decyzji o jej wyborze. Do najbardziej znanych komercyjnych platform LMS zalicza się: WBTServer, Oracle iLearning, LEO. Także wśród rozwiązań udostępnianych na licencji Open Source jest znaczny wybór, a do najpopularniejszych zaliczamy: Moodle, Claroline, Dokeos, ILIAS czy .LRN. Każda procedura wyboru musi być poprzedzona dosyć szczegółową analizą poszczególnych wariantów³.

WBTServer jest systemem LMS charakteryzującym się prostą i intuicyjną obsługą, którego funkcjonalność oraz spolszczony interfejs graficzny można indywidualnie dopasowywać do potrzeb klienta. Nawigacja jest stosunkowo prosta i dość intuicyjna. WBTServer posiada wszystkie podstawowe cechy typowego systemu LMS, a ponadto istnieje możliwość powiązania go z systemami księgowymi, dziekanatowymi. Do komunikacji wykorzystuje klienta poczty oraz takie narzędzia jak chat, FAQ, komunikacja głosowa czy wideo. System ten współpracuje z wieloma bazami danych, jak np.: ORACLE, MS SQL Server, Informix, DB2, MySQL, czy MS ACCESS.⁴

Platforma **Oracle iLearning** oferowana jest jako usługa dzierżawiona lub jako produkt licencjonowany, który umożliwia udostępnianie gotowych kursów lub też tworzenie własnych. Funkcjonalność Oracle iLearning umożliwia realizację całościowego środowiska szkoleniowego oferującego zindywidualizowane programy szkoleń z wykorzystaniem modelu ASP (ang. *Application Service Provider*). Dla organizacji, które nie są zainteresowane outsourcingiem, Oracle iLearning oferuje również niezależny produkt, dla którego klient wykupuje licencję, zaś firma Oracle administruje aplikacją, wykonując niezbędne prace eksploatacyjne i utrzymaniowe. Platforma zapewnia zarówno administrowanie szkoleniami, jak i monitorowanie procesu ich przebiegu. System posiada szereg narzędzi do komunikacji pomiędzy uczestnikami szkolenia oraz prowadzącym, takie jak klient poczty elektronicznej, forum, ogłoszenia (tryb asynchroniczny), czy czat (tryb synchroniczny). Platforma udostępnia narzędzia do generowania

³ M. Piwowarski, *Wspomaganie podejmowania decyzji w procesie doboru platformy e-learningowej*, Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą, nr 21, Bydgoszcz 2009, s. 79–88.

⁴ www.platforma-lms.4system.com.

raportów, także w formacie XML i XSL, dzięki czemu można kontrolować działania użytkowników. Platforma Oracle iLearning jest kompatybilna ze standardami SCORM oraz AICC⁵.

LEO (ang. *Learning Environment Online*) to platforma e-learningowa opracowana przez polską firmę YDP, umożliwiająca stworzenie w dowolnej firmie lub instytucji edukacyjnej portalu szkoleniowego. System LEO składa się z wielu niezależnych serwerów logicznych tworzących razem spójną platformę do nauczania na odległość, która jest dostępna poprzez przeglądarkę internetową. Liczba tych serwerów jest uzależniona od oczekiwanej funkcjonalności rozwiązania oraz liczby docelowych użytkowników. W przypadku mniejszych rozwiązań systemowych wystarczy pojedynczy komputer, na którym są instalowane wszystkie potrzebne serwery logiczne. Natomiast dla rozwiązań dużej skali serwery mogą być instalowane na kilku komputerach tworzących klastry. Podstawowa funkcjonalność platformy może być rozbudowana przez udostępnianie usługi video konferencji, broadcastu treści multimedialnych, czy np. dostępu do symulatorów. Wspiera standardy AICC oraz SCORM⁶.

Moodle jest ciekawą alternatywą dla rozwiązań komercyjnych, jest rozprawdany na zasadach licencji Open Source (za darmo), dzięki czemu każdy ma dostęp do pełnego kodu źródłowego i może wprowadzać do niego dowolne zmiany. Modułowa struktura tej platformy sprawia, iż jest ona przyjaznym narzędziem tworzenia szkoleń e-learningowych. Umożliwia między innymi udostępnianie notatek i materiałów dydaktycznych w postaci elektronicznej, przeprowadzanie różnorodnych testów, wystawianie ocen studentom, a także organizowanie dyskusji na forach internetowych. Kontakt nauczyciela z uczestnikami szkolenia jest możliwy w oparciu o usługę chat, system wysyłania krótkich wiadomości oraz pocztę elektroniczną. Oprócz konstruowania zasobów edukacyjnych umożliwia sprawne zarządzanie procesem kształcenia w oparciu o takie funkcje, jak: zarządzanie kontami użytkowników, tworzenie grup użytkowników, zarządzanie kursami itp. Do innych ciekawych funkcjonalności systemu Moodle można zaliczyć: kalendarz-organizer platformy, kursu i uczestnika, możliwość dostosowywania skal ocen oraz zarządzanie ocenami, śledzenie logów użytkowników, przesyłanie plików z zewnątrz do kursu itp. Platforma Moodle jest zgodna ze standardami AICC/SCORM, co oznacza, że możliwe jest przeniesienie kursów do/z innych platform działających w tym standardzie⁷.

Claroline jest platformą udostępnianą na Powszechnej Licencji Publicznej GNU, wykorzystującą język programowania PHP i bazę danych MySQL. Umożliwia ona tworzenie oraz administrowanie kursami, a także wspólną pracę jej użytkowników w środowisku internetowym. System ten posiada wiele różnych wersji językowych, w tym polską i wykorzystywany jest przez setki orga-

⁵ www.ilearning.oracle.com.

⁶ www.ydp.com.pl/platforma-e-learningowa-leo.

⁷ www.moodle.org.

nizacji z całego świata. Platforma Claroline jest kompatybilna ze standardami SCORM i IMS⁸.

Platforma e-learningowa **Dokeos** jest udostępniana za darmo w wielu różnych wersjach językowych, także w polskiej. Umożliwia administratorom na sprawne zarządzanie procesem kształcenia, a wykładowcom tworzyć zawartość merytoryczną i strukturę kursów, utrzymywać interakcję ze studentami oraz śledzić ich postępy przez zastosowanie systemu raportowania. Ponadto system umożliwia: zarządzanie użytkownikami oraz grupami użytkowników, publikowanie dokumentów w różnych formatach, administrowanie forami dyskusyjnymi, opracowywanie własnych testów, uwzględnianie kalendarza z terminami wykonania zadań oraz planem zajęć, publikowanie prac użytkowników czy wysyłanie maili. Dostęp do platformy jest realizowany w oparciu o przeglądarkę internetową. System umożliwia eksportowanie kursów w formacie SCORM⁹.

ILIAS jest platformą, której rozwój jest koordynowany przez zespół osób z University of Cologne. Posiada kilka wersji językowych, w tym również polską. W Polsce system został wdrożony m.in. przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz Akademię Morską w Gdyni. System obok zasobów e-learning posiada własne moduły komunikacji asynchronicznej. Platforma ma możliwość eksportu kursów w formacie SCORM¹⁰.

Platforma **LRN** wspiera podstawowe mechanizmy e-learningu, takie jak np. zarządzanie kursami, komunikację on-line oraz pracę grupową w środowisku internetowym (kształcenie na odległość oraz badania naukowe). Została opracowana przez zespół MIT Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management, a jest używana i rozwijana we współpracy z kilkudziesięcioma uniwersytetami, instytucjami badawczymi i organizacjami z całego świata. Istnieje polska wersja językowa¹¹.

Podsumowując można stwierdzić, że wszystkie scharakteryzowane platformy e-learningowe spełniają podstawowe funkcjonalności, jakich można oczekiwać po tego typu systemach. Jednak stopień realizacji poszczególnych funkcjonalności, jakość i łatwość współpracy użytkownika z interfejsem oraz szczegółowe możliwości oferowane przez platformy, wykazują znaczące różnice dla każdej z nich. Niemniej jednak stosunkowo obiektywny wybór najlepszej spośród badanych platform jest zadaniem trudnym. Aby w pewnym stopniu zobiektywizować dobór platformy e-learningowej posłużono się opinią nie jednego, lecz grupy ekspertów, z których każdy samodzielnie określał własne preferencje. Do podjęcia decyzji grupowej zastosowano metodę Promethee GDSS oraz wykorzystywaną przez Promethee GDSS metodę Promethee II. Na potrzeby niniejszej procedury badawczej uwzględniono rozwiązania oparte na licencji OpenSource.

⁸ www.claroline.net.

⁹ www.dokeos.com.

¹⁰ www.ilias.de.

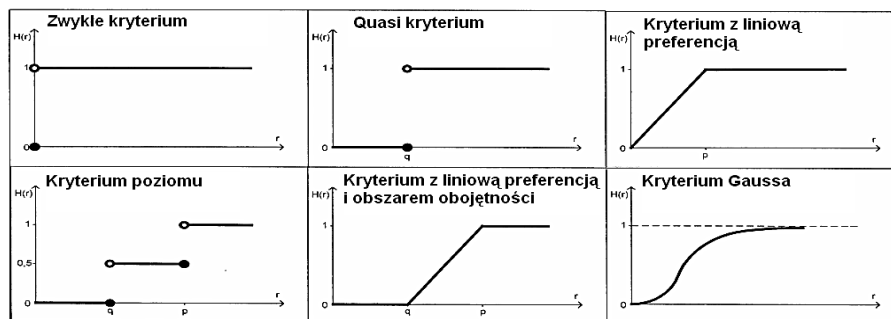
¹¹ www.dotlrn.org.

PROPONOWANA PROCEDURA WYBORU SYSTEMU

Metodę Promethee II opracowano w 1982 roku. Wykorzystuje ona 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 warianty¹². Procedura Promethee II złożona jest z pięciu kroków:

1. porównanie parami wariantów decyzyjnych względem kolejnych kryteriów decyzyjnych,
2. zastosowanie wybranej dla każdego kryterium funkcji preferencji,
3. wyznaczenie indeksu preferencji wariantów zgodnie z przyjętymi wagami kryteriów,
4. wyznaczenie pozytywnych i negatywnych przepływów preferencji dla wariantów,
5. wyznaczenie przepływów preferencji netto¹³.

W metodzie Promethee II decydent może wybierać spośród sześciu funkcji preferencji wykorzystujących: zwykłe 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 Gaussa¹⁴. Funkcje preferencji metody Promethee II zostały przedstawione na rysunku 1.



Rysunek 1. Funkcje preferencji wykorzystywane w metodzie Promethee II

Źródło: opracowanie własne na podstawie P.N. Kodikara, *Multi-Objective Optima Operation of Urban Water Supply Systems*, Victoria University, 2008.

¹² Y. Peng, G. Wang, H. Wang, *User preferences based software defect detection algorithms selection using MCDM*, Information Sciences, 2010.

¹³ M. Behzadian, R.B. Kazemzadeh, A. Albadvi, M. Aghdasi, *PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications*, European Journal of Operational Research, No. 200, 2010, s. 198–215.

¹⁴ J-P Brans, B. Mareschal, *Promethee Methods* [w]: Multiple Criteria Decision Analysis, red. J. Figuera, S. Greco, M. Ehrgott, Springer, Boston 2005, s. 163–195.

Indeks preferencji wariantów wyznaczany jest zgodnie z wzorem:

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

gdzie: φ_k oznacza wskaźnik zgodności dla pary wariantów a_i, b_j porównywanych względem kryterium k zgodnie z przyjętą funkcją preferencji.

Pozytywne i negatywne przepływy preferencji obliczane są z wykorzystaniem następujących wzorów:

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

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

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

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

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 $\phi(a_i) = \phi(b_j)$ ¹⁵.

Procedura Promethee GDSS rozszerza funkcjonalność Promethee II o zagadnienie grupowego podejmowania decyzji. Można w niej wykorzystać każdą z szeregu metod Promethee, a końcowa agregacja ocen poszczególnych decydentów odbywa się za pomocą metody Promethee II¹⁶. Procedura GDSS złożona jest z trzech etapów:

1. wyznaczenie alternatyw decyzyjnych i kryteriów,
2. indywidualna ocena wariantów przez każdego decydenta,
3. globalna ocena wariantów przez grupę¹⁷.

W pierwszym kroku decydenci powinni wspólnie ustalić rozpatrywane warianty decyzyjne i kryteria, według których alternatywy będą rozpatrywane¹⁸.

¹⁵ S. Ghafghazi, T. Sowlati, S. Sokhansanj, S. Melin, *A multicriteria approach to evaluate district heating system options*, Applied Energy, No. 87, 2010, s. 1134-1140.

¹⁶ J.P. Brans, C. Macharis, P.L. Kunsch, A. Chevalier, M. Schwaninger, *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, 1998, s. 428-441.

¹⁷ C.E. Escobar-Toledo, B. Lopez-Garcia, *The Use of Multicriteria Decision Aid System in the Information Technology (It) Allocation Problem*, Operational Research: An International Journal, Vol. 5, No. 2, 2005, s. 223-240.

¹⁸ D.C. Morais, A.T. de Almeida, *Group decision-making for leakage management strategy of water network*. Resources, Conservation & Recycling, No. 52, 2007, s. 441-459.

Niemniej jednak każdy z decydentów może ustalić kryteria oceny indywidualnie nie ustalając ich z innymi decydentami. Efektem tego będzie przyjęcie w dalszych etapach procedury założenia, że pozostali decydenci przyznali określonemu kryterium wagę równą zero¹⁹. W drugim etapie oceny grupowej, każdy z decydentów indywidualnie ocenia wszystkie warianty zgodnie z wybraną procedurą Promethee, np. Promethee II. W efekcie każdy z decydentów powinien otrzymać przepływy preferencji netto dla każdego wariantu decyzyjnego. W trzecim kroku procedury GDSS przepływy preferencji uzyskane przez każdego decydenta są rozpatrywane zgodnie z metodą Promethee II, przy czym kryteria oceny w macierzy decyzyjnej są zastępowane przez decydentów²⁰. Zaleca się tutaj użycie liniowej funkcji preferencji z progiem preferencji $p=2$ ²¹.

Poza obliczeniem grupowego rankingu Promethee II, 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 π wskazujący kompromisowy kierunek wynikający z wag przypisanych poszczególnym decydentom (w ogólnym przypadku – kryteriom)²². Alternatywy są reprezentowane przez punkty, a preferencje decydentów symbolizowane są przez wektory. Jeżeli decydenci mają podobne preferencje, wektory zwrócone są w tym samym kierunku, natomiast sprzeczne preferencje skutkują przeciwnymi zwrotami wektorów. W sytuacji, gdy z analizy GAIA wynika, że preferencje decydentów są między sobą w konflikcie, zalecane są kolejno: zmiana wag przypisanych decydentom, zmiana indywidualnych ocen, zmiana kryteriów, zmiana alternatyw, dodanie kolejnego decydenta. Kolejne czynności są konieczne, jeżeli wcześniej nie dają oczekiwanych rezultatów w postaci eliminacji konfliktów²³.

DOBÓR SYSTEMU DO ZARZĄDZANIA SZKOLENIAMI

Zadanie doboru systemu do zarządzania szkoleniami zrealizowano w oparciu o opinie trzech ekspertów. Jako eksperci zostali wybrani pracownicy nauki, zajmujący się zagadnieniem kształcenia na odległość zarówno teoretycznie jak i w praktyce (poprzez wykorzystywanie platform e-learning w codziennej

¹⁹ J.C. Leyva-Lopez, E. Fernandez-Gonzalez, *A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology*. European Journal of Operational Research, No. 148, 2003, s. 14–27.

²⁰ D.C. Morais, A.T. de Almeida, *Group decision-making...*

²¹ J.P. Brans, C. Macharis, P.L. Kunsch, A. Chevalier, M. Schwaninger, *Combining multicriteria...*; P.N. Kodikara, *Multi-Objective Optima Operation of Urban Water Supply Systems*, Victoria University, 2008

²² J.P. Brans, B. Mareschal, *How to Decide with PROMETHEE*, www.visualdecision.com.

²³ J.P. Brans, B. Mareschal, *Promethee...*; P.N. Kodikara, *Multi-Objective...*

pracy ze studentami). Każdy z nich na wstępie określił własne preferencje w postaci kryteriów oceny, kierunków preferencji oraz wag przypisanych przez siebie poszczególnym kryteriom. Eksperti mogli samodzielnie ustalać indywidualne kryteria oceny ze względu na to, aby nie ograniczać im możliwości wyboru tylko spośród grupy kryteriów ustalonych a priori. Przyjmując założenie, że ekspertami są osoby o dużym doświadczeniu w zakresie e-learningu, niewłaściwe byłoby narzucanie im kryteriów *a priori*, ze względu na to, że w tak zdefiniowanej na wstępie liście kryteriów, mogłoby zabraknąć czynników istotnych dla poszczególnych ekspertów. Jeżeli chodzi o liczbę ekspertów, wydaje się, że przy wykorzystaniu ocen trzech ekspertów ocena grupowa może być już w znacznym stopniu zobiektywizowana, wobec czego jest to liczba wystarczająca. Kryteria zdefiniowane przez każdego decydenta oraz powiązane z nimi wagi zawarto w tabeli 1.

Tabela 1. Kryteria decyzyjne i ich wagi zdefiniowane przez każdego decydenta

Lp.	Nazwa kryterium	Jednostka miary	Waga	Kierunek preferencji
Decydent 1				
K1	Dostępność narzędzi, modułów	[%]	0,2	Max
K2	Obsługiwane standardy/ formaty	[%]	0,13	Max
K3	Przyjazność użytkownikowi	[%]	0,22	Max
K4	Język obsługi platformy	[%]	0,12	Max
K5	Wsparcie techniczne	[%]	0,08	Max
K6	Wymagania systemowe dla serwera	[%]	0,13	Min
K7	Wymagania systemowe dla klienta	[%]	0,12	Min
Decydent 2				
K1	Interfejs	[%]	0,06	Max
K2	Technologia	[%]	0,02	Max
K3	Komunikacja	[%]	0,15	Max
K4	Administracja	[%]	0,2	Max
K5	Zarządzanie kursami	[%]	0,35	Max
K6	Dodatkowe funkcje	[%]	0,1	Max
K7	Społeczność	[%]	0,05	Max
K8	Język polski	[%]	0,07	Max
Decydent 3				
K1	Narzędzia komunikacyjne	[%]	0,19	Max
K2	Narzędzia edukacyjne	[%]	0,17	Max
K3	Zarządzanie danymi użytkowników	[%]	0,11	Max
K4	Użyteczność	[%]	0,1	Max
K5	Adaptacja	[%]	0,15	Max
K6	Aspekty techniczne	[%]	0,11	Max
K7	Administracja	[%]	0,08	Max
K8	Zarządzanie kursami	[%]	0,09	Max

Źródło: opracowanie własne.

Różnice w preferencjach poszczególnych decydentów są bardzo wyraźne. Decydent pierwszy wytypował siedem kryteriów oceny, podczas gdy dwaj pozostali decydenci sformułowali po osiem kryteriów. Niektóre kryteria występują

tylko u jednego decydenta, podczas gdy inne zostały wytypowane przez dwóch decydentów. Niemniej jednak, jeżeli dane kryterium nie występuje u określonego decydenta, można przyjąć, że przypisał on temu kryterium wagę równą zero. Należy również zaznaczyć, że nawet kryteria wytypowane przez więcej niż jednego decydenta, u każdego z nich znacznie różnią się przypisanymi wagami.

Po zdefiniowaniu kryteriów oceny, każdy z decydentów przypisał oceny poszczególnym alternatywom decyzyjnym względem kolejnych kryteriów i przeprowadził procedurę Promethee II uzyskując przepływy preferencji netto. Jeżeli chodzi o wybraną funkcję preferencji, dla każdego decydenta przyjęto, że jest to liniowa preferencja z obszarem obojętności. Próg obojętności w każdym przypadku ustalono na 10%, a wartość progu preferencji wynosiła 30%. Oceny poszczególnych decydentów zawarto w tabelach 2, 3 i 4.

Tabela 2. Oceny przypisane wariantom przez Decydenta 1

Wariant	Kryterium [%]						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Moodle	85	91	92	96	50	43	37
Dokeos	79	75	83	89	35	45	39
ILIAS	67	83	87	87	38	51	41
LRN	62	79	83	89	41	47	35

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Oceny przypisane wariantom przez Decydenta 2

Wariant	Kryterium [%]						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Moodle	39	51	54	43	51	18	96
Dokeos	45	34	61	34	97	45	52
ILIAS	53	57	49	98	38	84	26
LRN	78	34	96	57	66	41	49

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Oceny przypisane wariantom przez Decydenta 3

Wariant	Kryterium [%]						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Moodle	84	100	82	100	67	82	37
Dokeos	68	82	36	90	47	82	50
ILIAS	58	65	54	60	60	82	100
LRN	32	23	27	40	53	91	50

Źródło: opracowanie własne.

Otrzymane przez decydentów przepływy preferencji netto przedstawiono w tabeli 5.

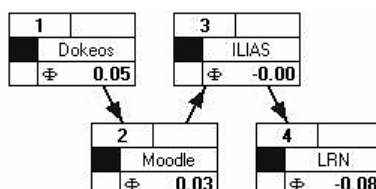
Zgodnie z procedurą Promethee GDSS, po przeprowadzeniu badań oddzielnie dla każdego decydenta za pomocą metody Promethee II, należy uzyskane przepływy preferencji porównać, ponownie z wykorzystaniem procedury Pro-

methee II. W porównaniu tym, każdemu z decydentów przypisano takie same wagi. W efekcie wykonanego porównania otrzymano ranking wariantów, który przedstawiono na rysunku 2.

Tabela 5. Przepływy preferencji netto otrzymane przez decydentów dla poszczególnych wariantów

Wariant	Decydent 1 [ϕ]	Decydent 2 [ϕ]	Decydent 3 [ϕ]
Moodle	0,10	-0,33	0,39
Dokeos	0,01	0,14	0,08
ILIAS	-0,04	-0,06	0,09
LRN	-0,07	0,26	-0,55

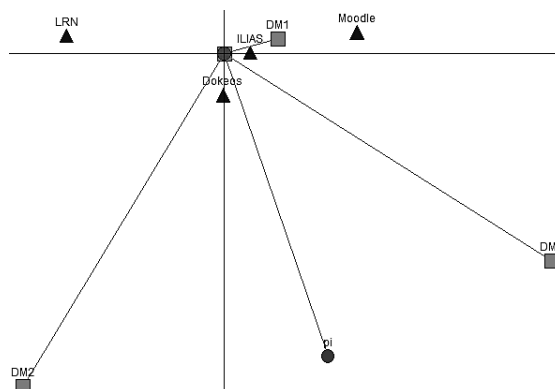
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Ranking wariantów uzyskany z wykorzystaniem procedury Promethee GDSS

Źródło: opracowanie własne.

Po wyznaczeniu rankingu wariantów decyzyjnych zbadano istnienie konfliktów pomiędzy decydentami. Badanie to wykonano z wykorzystaniem analizy GAIA, której wykres umieszczony jest na rysunku 3.



Rysunek 3. Płaszczyzna GAIA otrzymana dla procedury Promethee GDSS

Źródło: Opracowanie własne.

Z rysunku 3 można wywnioskować, że największy wpływ na ocenę końcową wariantów mają decydenci 2 i 3. Wynika to z faktu, że to dla tych decyden-

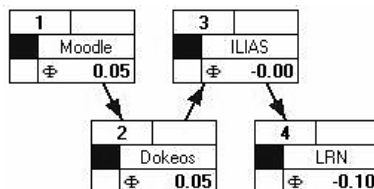
tów różnice w przepływach preferencji poszczególnych wariantów są największe. Wektory reprezentujące decydentów 2 i 3 są wobec siebie ustawione ortogonalnie, wobec czego nie istnieje żadne powiązanie pomiędzy ich opiniami. Dodatkowo istnieje konflikt pomiędzy opiniami decydenta 1 i 2, o czym świadczą przeciwne zwroty ich wektorów.

W sytuacji zaistnienia konfliktu pomiędzy decydentami wykonano analizę wrażliwości rozwiązania na wagi ekspertów (tabela 6).

Tabela 6. Analiza wrażliwości rozwiązania na wagi przypisane decydentom

Decydent	Waga decydenta			Waga decydenta [%]		
	obecnie	min	max	obecnie	min	max
DM1	1,00	0,00	1,78	33,33%	0,00%	47,06%
DM2	1,00	0,85	1,63	33,33%	29,85%	44,90%
DM3	1,00	0,45	1,22	33,33%	18,47%	38,00%

Analiza ta wykazała, że rozwiązanie jest najmniej odporne na zmianę wagi decydenta 2. Te dwa fakty łącznie pozwoliły stwierdzić, zgodnie z metodyką Promethee GDSS, że rozwiązanie należy poprawić, zmieniając wagę decydenta 2 poniżej progu uzyskanego w analizie wrażliwości. Wobec tego zmniejszono wagę decydenta 2 do 29% i w związku z tym podwyższono wagi decydentów 1 i 3 do 35,5%. Uzyskany w ten sposób końcowy ranking przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Ranking wariantów uzyskany z wykorzystaniem procedury Promethee GDSS przy zmniejszeniu wagi decydenta 2

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najlepszą platformą spośród badanych, przy niewielkiej modyfikacji wag decydentów, jest system Moodle. Drugą pozycję zajmuje platforma Dokeos, a na kolejnych miejscach plasują się systemy ILIAS oraz LRN.

PODSUMOWANIE

W artykule zostały scharakteryzowane najbardziej popularne platformy e-learningowe, rozpowszechniane na zasadach komercyjnych i OpenSource.

Każda z rozpatrywanych przy wyborze platform OpenSource została poddana ocenie przez trzech ekspertów, z których każdy odrębnie określił swoje preferencje. Następnie preferencje każdego z decydentów zostały połączone w procesie oceny grupowej za pomocą metody Promethee GDSS. W efekcie przeprowadzenia procedury GDSS otrzymano ranking platform e-learning, zgodnie z którym najlepszym spośród badanych systemem jest Moodle. Kolejne pozycje w uzyskanym rankingu zajmują platformy: Dokeos, ILIAS oraz LRN.

Przeprowadzone badania wskazują na wysoką stosowalność metody Promethee GDSS, jako narzędzia służącego grupowemu wspomaganie decyzji. Metoda matematyczna Promethee GDSS charakteryzuje się dużą „elegancją”, gdyż opiera się ona w zasadzie na iteracyjnym wykorzystaniu innych procedur z rodziny Promethee. Każdy z decydentów może tutaj samodzielnie określić swoje preferencje w postaci kryteriów oceny i ich wag. Co więcej, metoda Promethee GDSS dostarcza dwóch narzędzi (analiza GAIA i analiza wrażliwości), wspólnie pozwalających zidentyfikować decydentów, którym nie zawsze można w pełni zaufać. Identyfikacja taka umożliwi dokonanie modyfikacji rozwiązania problemu decyzyjnego w sposób przedstawiony w niniejszym artykule, ale przedstawiona metodyka znajduje zastosowanie nie tylko przy wskazanym problemie decyzyjnym wyboru platformy e-learningowej, lecz również w dowolnym problemie decyzyjnym, do którego rozwiązania stosowana jest decyzja grupowa.

LITERATURA

- Behzadian M., Kazemzadeh R.B., Albadvi A., Aghdasi M., *PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications*, “European Journal of Operational Research”, No. 200, 2010.
- Brans J.P., Mareschal B., *How to Decide with PROMETHEE*, www.visualdecision.com.
- Brans J.P., Mareschal B., *Promethee Methods [w:] Multiple Criteria Decision Analysis*, red. J. Figuera, S. Greco, M. Ehrgott, Springer, Boston 2005.
- Brans J.P., Macharis C., Kunsch P.L., Chevalier A., Schwaninger M., *Combining multicriteria decision aid and system dynamics for the control of socio-economic process. An iterative real-time procedure*, European Journal of Operational Research, No. 109, 1998.
- Escobar-Toledo C.E., Lopez-Garcia B., *The Use of Multicriteria Decision Aid System in the Information Technology (It) Allocation Problem*, Operational Research: An International Journal, Vol. 5, No. 2, 2005.
- Ghafghazi S., Sowlati T., Sokhansanj S., Melin S., *A multicriteria approach to evaluate district heating system options*, Applied Energy, No. 87, 2010.
- Kodikara P.N., *Multi-Objective Optima Operation of Urban Water Supply Systems*, Victoria University, 2008.
- Kraska M., *Elektroniczna gospodarka w Polsce RAPORT 2009*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2010.

- Mejssner B., *Nauczanie na platformie*, CIO, nr 8, 2007.
- Morais D.C., de Almeida A.T., *Group decision-making for leakage management strategy of water network*, Resources, Conservation & Recycling, No. 52, 2007.
- Leyva-Lopez J.C., Fernandez-Gonzalez E., *A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology*, European Journal of Operational Research, No. 148, 2003.
- Piwowski M., *Wspomaganie podejmowania decyzji w procesie doboru platformy e-learningowej*, Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą, Nr 21, Bydgoszcz 2009.
- Peng Y., Wang G., Wang H., *User preferences based software defect detection algorithms selection using MCDM*, Information Sciences, 2010.
- www.platforma-lms.4system.com.
- www.ilearning.oracle.com.
- www.ydp.com.pl/platforma-e-learningowa-leo.
- www.moodle.org.
- www.claroline.net.
- www.dokeos.com.
- www.ilias.de.
- www.dotlrn.org.

Streszczenie

W artykule została przedstawiona funkcjonalność wybranych, najbardziej popularnych systemów zarządzania nauczaniem (LMS) oraz zaprezentowana procedura oceny tych rozwiązań. Procedura ta obejmuje ocenę systemów przez trzech niezależnych ekspertów, którzy ją przeprowadzają w oparciu o własne preferencje (zdefiniowane kryteria oceny i ich wagi). Preferencje każdego z decydentów zostały następnie połączone w procesie oceny grupowej za pomocą metody Promethee GDSS. Zastosowanie analizy GAIA i analizy wrażliwości pozwoliło dodatkowo na zidentyfikowanie sytuacji związanych z mało precyzyjną oceną wariantów przez decydentów. W efekcie przeprowadzonej procedury (oceny grupowej) uzyskano ranking rozpatrywanych platform e-learningowych, na szczycie którego znalazł się system Moodle.

Decision support in the selection of Learning Management System

Summary

This paper presented features selected, the most popular learning management systems (LMS) and the evaluation procedure presented these solutions. This procedure includes an assessment system by three independent experts who conduct them based on their own preferences (defined evaluation criteria and their weights). Preferences of each of the makers were then combined in the evaluation process by the method of group Promethee GDSS. Using GAIA analysis and sensitivity analysis also allowed to identify situations with little precise evaluation of alternatives by decision makers. As a result, the procedure followed (evaluation group) had a ranking of pending e-learning platforms, on top of which was the Moodle system.