

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA METOD WIELOKRYTERIALNYCH W PROJEKTOWANIU E-LEARNINGU

Kinga KORNIEJENKO

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Mechaniczny, Instytut Inżynierii Materiałowej
tel.: 0048 609 97 49 88 e-mail: kinga@mech.pk.edu.pl

Streszczenie: Celem artykułu jest analiza krytyczna możliwości wykorzystania metod wielokryterialnych w projektowaniu szkoleń e-learningowych. Metody wielokryterialne, stosowane do wsparcia procesu decyzyjnego, są odpowiedzią na złożoność współczesnych problemów rozwiązywanych w warunkach niepewności, niepełnych danych oraz zmieniającego się otoczenia. Artykuł prezentuje analizę literatury w aspekcie wykorzystania metod wielokryterialnych we wsparciu e-learningu oraz koncepcję wykorzystania metody Analitycznego Procesu Hierarchicznego (AHP) w projektowaniu kursu e-learningowego.

Słowa kluczowe: e-learning, metody wielokryterialne wspomagania decyzji, analityczny proces hierarchiczny.

1. WSTĘP

E-learning najkrócej można określić jako uczenie się przez Internet [1]. Ta forma edukacji jest coraz częściej wybierana, w porównaniu z tradycyjnymi metodami nauczania, jako forma preferowana przez uczestników kształcenia [2].

Na dynamiczny rozwój e-learningu wskazują dane finansowe. Obecnie światowy rynek e-learningu to ponad 50 mld. USD [3]. Warto przy tym zauważyć, że cały czas wykazuje on tendencję wzrostową. W ostatnich latach średni wskaźnik wzrostu rynku e-learningu wynosił 7,6%, przy czym dla rejonu Europy Wschodniej, do którego w badaniu została wliczona Polska, był on dużo wyższy i wynosił 16,9% [3].

Szkolenia e-learningowe posiadają znaczący potencjał i liczne zalety, aby jednak uczestnik mógł się o tym przekonać muszą być one prawidłowo przygotowane, zgodnie z jego potrzebami. Prawidłowe zaprojektowanie procesu edukacyjnego przyczynia się do wzrostu popularności edukacji on-line oraz do jej ciągłego rozwoju [4].

Głównym problemem związanym z projektowaniem szkoleń e-learningowych jest zapewnienie ich odpowiedniej jakości i spełnienie oczekiwań uczestników. Warto zauważyć, że poszczególne wymagania dotyczące nauczania w formie e-learningu mogą zmieniać się w zależności od kontekstu szkolenia, a w szczególności charakterystyki osób uczestniczących i rodzaju kursu [5]. Do osiągnięcia pożądanego efektów e-learningu niezbędny jest dobór odpowiednich treści szkoleniowych, zwrócenie uwagi na proces uczenia się, personalizacja e-learningu, a także wzięcie pod uwagę kultury uczenia się i technologii jakimi

dysponują uczestnicy [6]. Wpływ na prawidłowe zaprojektowanie szkolenia będą miały zarówno czynniki obiektywnie weryfikowalne tj. np. wykształcenie (osoby z relatywnie niskim preferują zwarte treści szkoleniowe) [4], jak i czynniki subiektywne. Istnieją przy tym pewne tendencje, przykładowo dla uczestników tzw. „szkoleń miękkich” i szkoleń językowych jednym z najistotniejszych czynników jest możliwość kontaktu z trenerem, która w innych rodzajach szkoleń nie odgrywa tak znaczącej roli [4]. Z kolei uczestnicy szkoleń zawodowych szczególną uwagę przywiązują do wysokiej jakości materiałów [4].

Zagadnienie projektowania i właściwego doboru szkolenia dla grupy potencjalnych użytkowników cechuje się wielowymiarowością. Przy projektowaniu szkoleń należy wziąć pod uwagę preferencje danej grupy i każdorazowo dopasować metodę wspomagania decyzji do jej potrzeb. Pomocne w tym może być zastosowanie metod wielokryterialnych.

2. WYKORZYSTANIE METOD WIELOKRYTERIALNYCH JAKO WSPARCIA DLA SZKOLEŃ E-LEARNINGOWYCH

2.1. Ewaluacja szkoleń za pomocą metod wielokryterialnych

Jednym z najczęściej spotykanych w literaturze zagadnień związanych z e-learningiem, w których wykorzystywane są metody wielokryterialne, jest ocena jego efektywności [7]. Przeprowadzenie oceny pozwala na określenie skuteczności programu szkoleniowego w osiągnięciu wyznaczonych celów oraz ewaluację prowadzonych działań, w tym racjonalności wydatkowania środków finansowych [1]. Metody te pozwalają na zobiektywizowaną ocenę, określenie dobrych lub złych działań w zakresie e-learningu, identyfikację błędów oraz wykrywanie potencjalnych zagrożeń [7]. Dodatkowo metody wielokryterialne umożliwiają również porównanie e-learningu z tradycyjnymi metodami szkoleniowymi [7, 8].

Tworzenie systemu oceny szkoleń może być wspierane przy pomocy różnych metod wielokryterialnych m.in. DEMATEL [9] czy Analitycznego Procesu Hierarchicznego (AHP) [10]. Użycie metod wielokryterialnych pozwala na kompleksową analizę jakości szkolenia z uwzględnieniem wielu czynników tj. jakość systemu informatycznego, jakość przekazywanych informacji, jakość usług szkoleniowych i ich atrakcyjność [9]. Możliwość kompleksowej oceny jest

niezwykle istotna ze względu na ważkość podejmowanego zagadnienia i jego wieloaspektowość.

Nieco inne zastosowanie metod wielokryterialnych to prowadzenie badań szczegółowych danego aspektu, przykładowo satysfakcji ze szkoleń użytkownika platform internetowych [11], czy też oceny możliwości korzystania poszczególnych użytkowników z tej formy szkolenia [7].

2.2. Metody jako wsparcie w wyborze narzędzi szkoleniowych

Wybór właściwego oprogramowania do e-learningu jest kolejnym wyzwaniem, pojawiającym się przed organizacjami, które decydują się na wdrożenie tej formy kształcenia. Tego rodzaju systemy często są rozwiązaniami, których wprowadzenie do organizacji łączy się z koniecznością poniesienia znaczących wydatków. Mogą one być związane nie tylko z oprogramowaniem, ale również z zapewnieniem uczestnikom szkolenia odpowiedniego zaplecza sprzętowego.

Metody wielokryterialne są stosowane zarówno do wyboru, jak i do oceny oprogramowania dla e-learningu [12, 13]. Warto podkreślić, że ich użycie jest możliwe na różnych poziomach wyboru narzędzi szkoleniowych. Zarówno jako wsparcia dla kompleksowego podjęcia decyzji - przy czym kryteria wyboru nie muszą w tym przypadku obejmować tylko i wyłącznie aspektów technicznych, możliwe jest wzbogacenie ich o zagadnienia „pedagogiczne” [7]. Jak i również porównania poszczególnych elementów danego oprogramowania np. ocena tylko interaktywności systemów szkoleniowych [7].

Metody wielokryterialne najczęściej używane są do tworzenia rankingów, które umożliwiają organizacji świadomy wybór narzędzi wsparcia nauczania on-line. Przykładem może być użycie metody TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) do opisu oceny stron www oferujących kursy e-learningowe [12] lub ocena narzędzi e-learningowych metodą AHP [14].

Warto przy tym zauważyć, że zagadnienie związane z wyborem właściwego oprogramowania, z uwzględnieniem samych kwestii technicznych platform szkoleniowych dostępnych na rynku, nie jest zadaniem trywialnym. Właściwy wybór platformy e-learningowej wymaga z jednej strony znajomości technologii informatycznych, zaś z drugiej potrzeb i priorytetów organizacji. W tym przypadku również możliwe jest skorzystanie z szeregu metod wspomagania decyzji tj. ELECTRE III, [15], PROMETHEE II [16], AHP [17] czy z zastosowaniem analizy GAIA wspomaganą analizą wrażliwości [18]. Inne, niż dotychczas wymieniane, metody wielokryterialne zostały zastosowane przy wspomaganiu decyzji wyboru otwartych kursów on-line tzw. MOOC (Massive Open Online Course) oferowanych przez różnego rodzaju platformy. Badanie dotyczące wyboru kursów typu MOOC prowadzone było wśród studentów tajwańskich uczelni wyższych z wykorzystaniem metody WHAT/HOW [19]. Metoda ta okazała się skuteczna przy rozwiązywaniu tego zagadnienia.

2.3. Inne zastosowania metod wielokryterialnych w e-learningu

Metody wielokryterialne znalazły również zastosowanie w innych obszarach dotyczących e-learningu. Mogą być one używane przy podejmowaniu decyzji o znaczeniu strategicznym jak i również zwykłych decyzji organizacyjnych.

Decyzję strategiczną stanowi przykładowo wdrażanie e-learningu jako jednego z narzędzi kształcenia na poziomie szkoły wyższej. Taka decyzja ma charakter wielowymiarowy i może okazać się kluczowa, w szczególności w przypadku organizacji, której główną działalnością jest kształcenie [20]. W tego typu przypadkach możliwe jest wykorzystanie wielu metod wielokryterialnych i łącznie ich na różnych etapach rozpatrywania danego zagadnienia – implementacji e-learningu [21].

Z kolei przykładem wsparcia procesu decyzyjnego na najniższym poziomie decyzyjnym jest wybór kursu e-learningowego [7, 22]. Może być on dokonywany z punktu widzenia potencjalnego uczestnika szkolenia. Przykład może stanowić wybór kursu z zakresu programowania z wykorzystaniem metody AHP [22].

Innym możliwym zastosowaniem metod wielokryterialnych jest dobór kursów rekomendowanych dla użytkowników na platformach szkoleniowych na bazie informacji opierających się o wcześniejsze szkolenia (historię użytkownika) [23]. Warto zauważyć, że to zastosowanie posiada szerokie możliwości zastosowań, również w innych rodzajach aplikacji informatycznych. Podobne systemy są często wykorzystywane w przeglądarkach internetowych czy sieciach społecznościowych.

Interesujące możliwości dają także metody programowania liniowego, zostały one wykorzystane m.in. do obliczania stopnia trudności pytań, a uzyskane w pierwszym etapie wyniki zostały następnie wykorzystane do przygotowania odpowiednich egzaminów dla uczestników kształcenia na odległość [7, 24]. Takie podejście pozwala na zindywidualizowanie stopnia trudności i zwiększenie przez to motywacji uczestników szkolenia.

Wśród metod wielokryterialnych wykorzystywanych w e-learningu największą popularnością cieszy się metoda AHP [25]. Warto jednak zauważyć, że coraz popularniejsze staje się wykorzystanie wielu metod w tworzeniu konkretnej koncepcji dla e-learningu. Popularne jest łącznie metody AHP z FST (Fuzzy Set Theory) lub z innymi metodami wielokryterialnymi [25]. Połączenie dwóch lub więcej podejść pozwala na osiągnięcie lepszych jakościowo rezultatów, dopasowanych do potrzeb danej organizacji, niestety kosztem znacznego skomplikowania metody, co często stanowi barierę w jej użyciu.

3. MOŻLIWOŚCI WSPARCIA PROJEKTOWANIA SZKOLEŃ E-LEARNINGOWYCH METODĄ AHP

3.1. Metoda AHP – procedura zastosowania

Metoda AHP została opracowana w 1970 roku przez Thomasa L. Saatiego. Umożliwia ona dekompozycję złożonego problemu decyzyjnego oraz utworzenie rankingu finalnego dla skończonego zbioru wariantów. Metoda ta znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach m.in. zarządzaniu, logistyce czy socjologii [26]. Pierwszym krokiem w jej zastosowaniu jest określenie struktury problemu decyzyjnego w postaci drzewa hierarchicznego. Następnie dokonuje się wyliczenia preferencji dla każdego z badanych elementów oraz porównanie parami ustalonych kryteriów i subkryteriów - utworzenie tzw. macierzy porównań. Ostatnim etapem zastosowania metody jest interpretacja wyników. W artykule została przedstawiona propozycja użycia metody AHP w zakresie ustalenia najistotniejszych kryteriów w projektowaniu kursu e-learningowego.

3.2. Przykładowa hierarchiczna struktura procesu decyzyjnego dotyczącego projektowania szkoleń e-learningowych

Głównym celem podjętego zagadnienia badawczego jest zaprojektowanie optymalnego, z punktu widzenia użytkownika, kursu e-learningowego. Proces rozpatrywany jest z punktu widzenia preferencji danej osoby lub grupy osób zamierzających podjąć kształcenie on-line. Pod uwagę zostały wzięte następujące kryteria i podkryteria w procesie decyzyjnym:

- A. Ergonomia użytkownika
 - intuicyjny interface;
 - wymagania techniczne;
 - atrakcyjność wizualna;
 - dostępność wsparcia technicznego.
- B. Interaktywność
 - interaktywne multimedia;
 - networking;
 - kontakt z prowadzącym;
 - zindywidualizowane tempo nauki.
- C. Kontent
 - treści merytoryczne wysokiej jakości;
 - ilustracja przykładami praktycznymi;
 - materiały powtórzeniowe, testy;
 - aktualny materiał szkoleniowy.

3.3. Ustalenie priorytetów dla poszczególnych kryteriów i subkryteriów

Przy obliczeniach wykorzystano oprogramowanie on-line BPMSG AHP autorstwa Goepel K.D. dostępne na stronie: <http://bpmsg.com/academic/ahp.php>. Przykładową strukturę problemu przedstawiono na rysunku 1.

Zawartość szkolenia e-learningowego	Ergonomia użytkownika 0.2081 AHP	intuicyjny interface	0.5098	10,6 %
		wymagania techniczne	0.2802	5,8 %
		atrakcyjność wizualna	0.076	1,6 %
		dostępność wsparcia technicznego	0.134	2,8 %
	Interaktywność 0.1311 AHP	interaktywne multimedia	0.2456	3,2 %
		networking	0.0696	0,9 %
		kontakt z prowadzącym	0.2456	3,2 %
	Kontent 0.6608 AHP	zindywidualizowane tempo nauki	0.4393	5,8 %
		treści merytoryczne wysokiej jakości	0.649	42,9 %
		ilustracja przykładami praktycznymi	0.1826	12,1 %
		materiały powtórzeniowe i testy	0.0841	5,6 %
		aktualny materiał szkoleniowy	0.0841	5,6 %
				1.0

Rys. 1. Przykładowa struktura rozpatrywanego problemu decyzyjnego z użyciem metody AHP

Przy ustalaniu wartości priorytetów pod uwagę wzięto dane literaturowe pochodzące z referencji cytowanych w artykule. Uzyskano następujące wartości priorytetów globalnych:

- intuicyjny interface: 10,6%;
- wymagania techniczne: 5,8%;
- atrakcyjność wizualna: 1,6%;
- dostępność wsparcia technicznego: 2,8%;
- interaktywne multimedia: 3,2%;

- networking: 0,9%;
- kontakt z prowadzącym: 3,2%;
- zindywidualizowane tempo nauki: 5,8%;
- treści merytoryczne wysokiej jakości: 42,9%;
- ilustracja przykładami praktycznymi: 12,1%;
- materiały powtórzeniowe i testy: 5,6%;
- aktualny materiał szkoleniowy: 5,6%.

3.4. Możliwości zastosowania uzyskanych rezultatów

W przedstawionym przykładzie ocenione zostały preferencje związane ze szkoleniem specjalistycznym. W aspekcie rozpatrywanego problemu najwyższe wartości uzyskują zagadnienia związane z koniecznością zapewnienia treści merytorycznych wysokiej jakości dla danego szkolenia. Na tym aspekcie powinny koncentrować się działania związane z przygotowaniem e-learningu.

Należy przy tym zaznaczyć, że preferencja dotycząca poszczególnych kryteriów może się zmieniać w zależności od priorytetów danej grupy potencjalnych uczestników szkoleń. Powinna ona być każdorazowo badana przed przygotowaniem szkoleń e-learningowych dla konkretnej grupy uczestników. Optymalne jest przeprowadzenia badania preferencji na tej grupie lub, jeśli jest to nie możliwe, na osobach o zbliżonej charakterystyce. Na bazie uzyskanych w ten sposób wyników jest możliwe dopasowywanie szkolenia do potrzeb użytkowników.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

E-learning jest obecnie szeroko wykorzystywany jako metoda szkoleniowa, a także we wsparciu szkoleń stacjonarnych (blended learning). Ze względu na liczne korzyści, w porównaniu do szkoleń tradycyjnych, przewiduje się, że jego znaczenie w najbliższych latach będzie nieustannie wzrastać. Istotnym problemem jest zapewnienie odpowiedniej jakości szkoleń e-learningowych. Pomocne może być w tym celu wykorzystanie metod wielokryterialnych. Obecnie są one używane najczęściej do ewaluacji kursów on-line oraz przy doborze odpowiednich narzędzi szkoleniowych dla organizacji (wybór optymalnego oprogramowania).

Artykuł pokazuje nowe możliwości wykorzystania wsparcia metodą APH w projektowaniu kursów e-learningowych. Prezentowana metoda może być przydatna w dopasowywaniu szkoleń do wymagań konkretnych grup użytkowników, przez co możliwe jest lepsze zaspokojenie ich potrzeb, przy jednoczesnym wzięciu pod uwagę również strony kosztowej. Metoda pozwala każdorazowo na zbadanie preferencji użytkowników i projektowanie szkoleń według zdiagnozowanych wymagań.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Woźniak M., Kozioł M.: Kryteria i metody oceny efektywności szkoleń e-learningowych, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, Nr 2(21), Tarnów 2012, s. 181-195.
2. Pintar R., Jereb E., Čudanov M., Urh M.: Interest in Currency Trading Learning – Preferred Methods and Motivational Factors, Organizacija, 1 (49), 2016, s. 3-14.
3. DOCEBO: E-Learning Market Trends & Forecast 2014 - 2016 Report, 2014, [dok. elektr.], <https://www.docebo.com/landing/contactform/elearning>

- market-trends-and-forecast-2014-2016-docebo-report.pdf [dostęp: 14/02/2017].
4. Blicharz P., Jędruszek A.: Oczekiwania klientów wobec e-learningu na rynku europejskim, *Handel Wewnętrzny*, 3(356), 2015, s. 5-14.
 5. Frączyk B.: E-learning jako innowacyjna forma edukacji finansowej, *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 239, 2015, s. 36-50.
 6. Skrzypek E.: Miejsce e-learningu w zarządzaniu wiedzą, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy, nr 44 (4/2015), 2015, s. 239-251.
 7. Zare M., Pahl C., Rahnama H., Nilashi M., Mardani A., Ibrahim O., Ahmadi H.: Multi-criteria decision making approach in E-learning: A systematic review and classification, *Applied Soft Computing*, 45, 2016, s. 108-128.
 8. Qin Y., Zhang Q.: The research on affecting factors of e-learning training effect, *International Conference on Computer Science and Software Engineering*, 5, December 2008, s. 271-277.
 9. Tzeng G.-H., Chiang C.-H., Li C.-W.: Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL, *Expert Systems with Applications*, 32, 2007, s. 1028-1044.
 10. Lin H.-F.: An application of fuzzy AHP for evaluating course website quality, *Computers & Education*, 54, 2010, s. 877-888.
 11. Shee D.Y., Wang Y.-S.: Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: A methodology based on learner satisfaction and its applications, *Computers & Education*, 50, 2008, s. 894-905.
 12. Jain D., Garg R., Bansal A.: A Parameterized Selection and Evaluation of E-Learning Websites Using Topsis Method, *International Journal of Research & Development in Technology and Management Science – Kailash*, 22, 3, 2015, s. 12-26.
 13. Islas-Pérez E., Hernández-Pérez Y., Pérez-Ramírez M., García-Hernández C.-F., Zayas Pérez B.: Multicriteria Decision Making for Evaluation of e-Learning Tools, *Research in Computing Science*, 106, 2015, s. 27-37.
 14. Alptekin S.E., Karsak E.E.: An integrated decision framework for evaluating and selecting e-learning products, *Applied Soft Computing*, 11, 2011, s. 2990-2998.
 15. Kirkenidis I. V., Andreopoulou Z., S.: The e-learning in Higher Education Schools of Agriculture and Forestry: A Delphi Survey Method Approach, *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 4 (6), s. 2319-1473.
 16. Piwowarski M.: Wspomaganie podejmowania decyzji w procesie doboru platformy e-learningowej, *Studia i Materiały PSZW*, 21, 2009, s.79-88.
 17. Wolski W. Dobór platformy e-learningowej dla działalności kursowej. *Studia i Materiały PSZW*, 28, 2010, s. 301-310.
 18. Piwowarski M.: Metoda doboru platformy e-learningowej w kształceniu na odległość, *Edukacja Humanistyczna*, 1 (26), Szczecin 2012, s. 207-218.
 19. Hsieh M.Y.: Online Learning Era: Exploring the Most Decisive Determinants of MOOCs in Taiwanese Higher Education, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 2016, s. 1163-1188.
 20. Farid S., Ahmad R., Niaz I. A., Arif M., Shamshirband S., Khattak M. D.: Identification and prioritization of critical issues for the promotion of e-learning in Pakistan, *Computers in Human Behavior*, 51, 2015, s. 161-171.
 21. Divjak B., Begičević Ređep N.: Strategic Decision Making Cycle in Higher Education: Case Study Of E-Learning, *International Conference e-Learning 2015*, 2015, s. 19-26.
 22. Sharma R., Banati H., Bedi P.: Incorporating Social Opinion in Content Selection for an e-Learning Course, *The 6th International Conference on Computer Science & Education*, 3-5 August 2011, Virgo, Singapore, s. 1027-1032.
 23. Wu D., Zhang G, Lu J.: A Fuzzy Tree Matching-Based Personalised E-Learning Recommender System, *2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Beijing, China, 6-11 July 2014, s. 1898-1904.
 24. Matsatsinis N.F., Fortsas V.C.: A multicriteria methodology for the assessment of distance education trainees, *Operational Research*, 5 (3), 2005, s. 419-433.
 25. Volarić T., Brajković E., Sjekavica T.: Integration of FAHP and TOPSIS Methods for the Selection of Appropriate Multimedia Application for Learning and Teaching, *International Journal Of Mathematical Models And Methods In Applied Sciences*, 8, 2014, s.224-232.
 26. Saaty T.L. (2008): Decision making with the analytic hierarchy process, *International. Journal Services Sciences*, 1 (1), [dok. elektr.], http://colorado.edu/geography/leyk/geog_5113/readings/saaty_2008.pdf [dostęp: 21/01/2017].

POSSIBILITY OF USE OF MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS FOR DESIGNING E-LEARNING COURSES

The aim of the article is to analyze the possibility of using multi-criteria methods for support in the designing e-learning courses. Multi-criteria methods used to support the decision-making process, are a response to the complexity of contemporary issues that in conditions of uncertainty, incomplete data and changing environment. The research methods used in the article are: critical analysis of literature sources and the example of the use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in the design of e-learning course.

Keywords: e-learning, Multi-Criteria Decision Analysis, Analytic Hierarchy Process.