

# Kokybės vertinimo metodų taikymas mokomiesiems scenarijams vertinti

Eugenijus Kurilovas<sup>1,2</sup>, Inga Žilinskiėnė<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Vilniaus Universitetas, Matematikos ir informatikos institutas*  
Akademijos 4, LT-08663 Vilnius

<sup>2</sup> *Vilniaus Geminino technikos universitetas, Fundamentinių mokslų fakultetas*  
Saulėtekio 11, LT-10223 Vilnius

E. paštas: Eugenijus.Kurilovas@itc.smm.lt; inga.zilinskiene@mii.vu.lt

**Santrauka.** Straipsnyje yra nagrinėjamos mokomųjų scenarijų (santr. MS) kokybės vertinimo problemos. MS kokybės modeliui suformuoti yra taikomi daugiakriterinių sprendimų analizės principai. Straipsnyje yra analizuojamos kelios Europoje plačiai naudojamos MS alternatyvos. Šios alternatyvos yra vertinamos remiantis sukurtu kokybės modeliu taikant trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus. Tyrimo rezultatai rodo, kad abu metodai yra taikytini praktikoje vertinant MS alternatyvų kokybę, o juos taikant įvairioms MS alternatyvoms lyginti gaunami iš principo tie patys rezultatai.

**Raktiniai žodžiai:** mokomųjų scenarijų kokybė; vertinimas; neraiškiųjų skaičių metodai; daugiakriterinių sprendimų analizės principai.

## Įvadas

Mokomieji scenarijai (santr. MS) šiame straipsnyje nagrinėjami kaip bet kurios mokomosios veiklos dalys. Laiko prasme jie gali apimti dalį pamokos (paskaitos), visą pamoką, kelias pamokas, taip pat mokomąsias veiklas už mokymo įstaigos ribų (nuotolinio mokymo elementus, namų darbus, pan.). Pagal [9], mokomąją veiklą (scenarijų) sudaro taikomi mokymo ir mokymosi metodai, mokomasis turinys (mokomieji objektai) bei mokomoji aplinka (dažnai virtualioji mokymosi aplinka), kurioje vyksta mokomasis procesas. MS kokybės klausimas yra kertinė šiuolaikinės mokymo ir mokymosi teorijos ir praktikos problema. MS kokybės problemai yra skirtas ir didžiausias 7-osios Europos Bendrosios mokslinių tyrimų ir technologinės plėtros programos projektas iTEC [4]. Projekto metu eilė MS bus praktiškai išbandyta ir įvertinta daugiau nei 1000 klasių 12 Europos šalių. Tam, kad būtų įvertinta MS kokybė, reikia: 1) suformuluoti subalansuotą MS kokybės modelį (kokybės kriterijų sistemą) ir 2) išnagrinėti optimizavimo metodus, galimai tinkamus MS kokybei vertinti, bei pritaikyti juos praktikoje vertinant įvairias MS alternatyvas. Šių problemų sprendimui ir yra skirtas siūlomas straipsnis.

## 1 Esamų mokslinių tyrimų analizė

Ekspertų, vertinančių MS kokybę, problemoms spręsti dažnai būna „keli ar dar daugiau kokybės kriterijų, kurie nusako konkrečios alternatyvos savybes ir kuriuos reikia

optimizuoti priimant sprendimą“ [5]. Vienos mokomųjų scenarijų alternatyvos pasižymi aukštu atitikimo laipsniu vieniems kokybės kriterijams, kitos – kitiems, todėl mokomųjų scenarijų kokybės užduotį galima traktuoti kaip daugiakriterinių sprendimų analizės (angl. Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA)) užduotį ir naudoti atitinkamus MCDA teorija grįstus principus [2] mokomųjų scenarijų kokybės modeliui sukurti.

Mokomųjų scenarijų kokybės vertinimo modelio kriterijų parinkimo principai yra šie [2]: 1) sąvokos siejimas su tikslu; 2) vienodas suprantamumas; 3) matuojamumas; 4) nepertekliškumas; 5) nepriklausomumas; 6) išsamumo ir glaustumo balansas; 7) operacionalumas; 8) paprastumo ir sudėtingumo balansas.

Yra eilė publikuotų mokslinių tyrimų rezultatų skirtų MS bei jų sudedamųjų dalių (mokomųjų metodų, mokomųjų objektų bei virtualiųjų mokymosi aplinkų) kokybės kriterijų sistemoms suformuoti. Šiame straipsnyje MS kokybės modeliui sukurti autoriai naudoja mokomųjų objektų ir virtualiųjų mokymosi aplinkų kokybės modelius [7, 8], taip pat mokomųjų išteklių kokybės kriterijų sistemas [1] ir [11] bei iTEC [4] projekto ekspertų siūlomus pedagoginius ir technologinius MS kokybės kriterijus.

## 1.1 Kokybės vertinimo metodai

MS kokybės vertinimas yra daugiakriterinis analizės ir vertinimo uždavinys. Šiam uždaviniui spręsti dažnai naudojami trys ekspertiniai metodai: porinių palyginimų, Pareto ir neraiškių aibių (angl. Fuzzy) metodai [3]. Porinių palyginimų ir Pareto paramos priemonės remiasi raiškiais metodais. Neraiškių dydžių metodas yra artimas Pareto metodui, tačiau leidžia ekspertui papildomai įvertinti savo abejones, todėl ir buvo pasirinkti neraiškiųjų skaičių metodai.

Plačiau naudojami vertinimo kriterijų atributai dažniausiai būna kokybiniai ir subjektyvūs [5, 10]. Sprendimai šioje srityje yra dažnai išreiškiami žodžiais, ir vertintojai negali priskirti kokybės kriterijams tikslią skaitinę reikšmę. Vertinimas dažnai gali būti atliekamas šiomis žodinėmis išraiškėmis: „blogai“, „prastai“, „patenkinamai“, „gerai“ ir „puikiai“. Šios išraiškos yra netikslios ir neaiškios ir paprastai vadinamos neraiškiais (angl. fuzzy) kintamaisiais [14].

Todėl autoriai siūlo naudoti neraiškiųjų skaičių teoriją, o tiksliau – trikampio ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodus MS kokybei vertinti.

Šie metodai yra aprašyti [10, 13]. Pagal [13], neraiškieji skaičiai yra atsitiktinių skaičių aproksimacija. Jie nusakomi triada  $M = (l, m, u)$ ,  $l \leq m \leq u$  t. y., tikėtiniausia reikšme  $m$ , apatine riba  $l$  ir viršutine riba  $u$ .

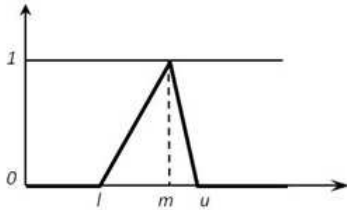
### 1.1.1 Trikampių ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodai

Trikampių neraiškiųjų skaičių (santr. trik. n. sk., žym. \*) metode trys reikšmės nusako ir skirstinio analogą, taip vadinamą trikampę priklausymo funkciją. Skirtingai nuo trikampių neraiškiųjų skaičių, trapecijos neraiškieji skaičiai (santr. trap. n. sk., žym. \*\*) yra neraiškieji skaičiai, aprašomi keturiais taškais  $M = (a, b, c, d)$ . Trikampiai neraiškieji skaičiai pavaizduoti 1 pav., o trapecijos neraiškieji skaičiai parodyti 2 pav. (pagal [5]).

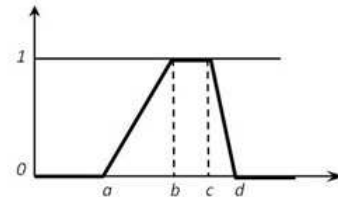
Lingvistinių kintamųjų konversija, kuri pagrindžiama šaltinyje [14] aprašomu būdu, į trikampių ir trapecijos neraiškiuosius skaičius yra pateikta 1 lentelėje.

$$\mu_M(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & \text{if } x \in [l, m], \\ \frac{x-u}{m-u}, & \text{if } x \in [m, u], \\ 0, & \text{if } x \notin [l, u]. \end{cases}$$

$$\mu_M(x) = \begin{cases} 0, & \text{if } x < a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{if } a \leq x \leq b, \\ 1, & \text{if } b \leq x \leq c, \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{if } c \leq x \leq d, \\ 0, & \text{if } x > d. \end{cases}$$



1 pav.



2 pav.

1 lentelė. Lingvistinių kint. konversija į trikampius ir į trapecijos neraišk. sk.

Lingvistiniai kint.	Trikampiai neraišk. sk.*	Trapecijos neraišk. sk.**
Puikiai	(0.700, 0.850, 1.000)	(0.800, 1.000, 1.000, 1.000)
Gerai	(0.525, 0.675, 0.825)	(0.600, 0.800, 0.800, 1.000)
Patenkinamai	(0.350, 0.500, 0.650)	(0.300, 0.500, 0.500, 0.700)
Prastai	(0.175, 0.325, 0.475)	(0.000, 0.200, 0.200, 0.400)
Blogai	(0.000, 0.150, 0.300)	(0.000, 0.000, 0.000, 0.200)

### 1.1.2 Ekspertinė naudingumo funkcija

Pagal [7, 6, 10], galimas sprendimas būtų transformuoti daugiakriterinį uždavinį į vieno kriterijaus uždavinį, sumuojant visų kriterijų reikšmes padaugintas iš jų svorių. Šis metodas yra aprašytas [10] ir žinomas kaip „skaliarizacijos metodas“. Ekspertinę naudingumo funkciją galima išreikšti formule:

$$f(X) = \sum_{i=1}^n a_i f_i(X), \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1, \quad a_i > 0$$

kur  $f_i(X)$  yra kriterijaus  $i$  reikšmė (angl. non-fuzzy value) kiekvienai iš nagrinėjamų alternatyvų ( $X$ ). Tam, kad būtų gauta alternatyvų vertinimo išraiška procentais, kriterijų svoriai turi būti normalizuoti pagal normalizavimo reikalavimą. Pagal [15], normalizavimo tikslas yra gauti kriterijų reikšmes, kurias galėtume palyginti tarpusavyje. Tokiu būdu, kuo didesnė yra funkcijos  $f(X)$  reikšmė, tuo geresnė yra nagrinėjama alternatyva lyginant su idealia (t. y. 100 proc.) kokybe [6, 10].

## 2 Tyrimo rezultatai

Nagrinėjant aukščiau įvardintų esamų mokslinių tyrimų rezultatus bei taikant MCDA teorija grįstus principus [2] MS kokybės modeliui sukurti, straipsnio autoriai siūlo šią 16 kriterijų sistemą MS kokybei vertinti:

**2 lentelė.** MS alternatyvų palyginimas.

Kriterijai	MS1 įverčiai*	MS2 įverčiai*	MS1 įverčiai**	MS2 įverčiai**
1.	0,500	0,675	0,500	0,800
2.	0,850	0,500	1,000	0,500
3.	0,675	0,675	0,800	0,800
4.	0,850	0,850	1,000	1,000
5.	0,675	0,675	0,800	0,800
6.	0,500	0,500	0,500	0,500
7.	0,850	0,675	1,000	0,800
8.	0,850	0,675	1,000	0,800
9.	0,850	0,500	1,000	0,500
10.	0,850	0,500	1,000	0,500
11.	0,500	0,500	0,500	0,500
12.	0,500	0,325	0,500	0,200
13.	0,675	0,675	0,800	0,800
14.	0,675	0,675	0,800	0,800
15.	0,675	0,675	0,800	0,800
16.	0,675	0,675	0,800	0,800
Vertinimo rezultatai (kai vienodi svoriai 1/16 = 0,0625):	0,6969	0,6094	0,7686	0,6313

*Pedagoginiai kokybės kriterijai:*

1. Scenarijaus inovatyvumas. 2. Įgyvendinimo paprastumas. 3. Mokomojo turinio kokybė. 4. Atitikimas mokomajam tikslui. 5. Besimokančiųjų motyvacijos išlaidymas. 6. Atitikimas besimokančiojo poreikiams (personalizavimo galimybės). 7. Scenarijaus įgyvendinimo platesniame kontekste galimybės. 8. Kelių efektyvių mokomųjų metodų panaudojimas. 9. Grįžtamojo ryšio ir besimokančiojo vertinimo galimybių buvimas. 10. Scenarijaus lankstumas turinio ir technologijų panaudojimo atžvilgiu.

*Technologiniai kokybės kriterijai:*

11. Sąveikumas (technologinis prieinamumas, metaduomenys, atitikimas tarptautiniams standartams). 12. Naudojamų technologijų naudojamumas platesniame kontekste (įgyvendinamumas platesniame kontekste, ar technologijos pasiekiamos toje institucijoje). 13. Naudojamų technologijų atitikimas tikslams ir metodams; 14. Technologijų dizainas ir draugiška vartotojo sąsaja (estetika, navigacijos paprastumas, intuityvumas, personalizavimo galimybės). 15. Technologijų darbo stabilumas. 16. Mokomojo turinio technologinė kokybė.

Straipsnio autoriai remiasi prielaida, kad taikomi vienodi šio modelio kriterijų svoriai, todėl vertinant MS kokybę pagal ekspertinę naudingumo funkciją  $f(X)$  ir taikant normalizavimo reikalavimą, jie siūlo taikyti kokybės kriterijų svorius lygius 0,0625 (žr. žemiau). Jei būtų nuspręsta, kad kriterijų svoriai nėra lygūs, tai ekspertai turėtų įvertinti svorių skirtumus, pavyzdžiui, taikant Analitinio Hierarchinio Proceso (AHP) metodą [12]. Pagal [13], autoriai siūlo naudoti vidurines neraiškiųjų (non-fuzzy) kintamųjų išraiškas: trikampių (0,850; 0,675; 0,500; 0,325; 0,150), trapecijos (1,000; 0,800; 0,500; 0,200; 0,000) (žr. 1 lentelę).

Naudojant aukščiau aprašytą metodą iTEC projekto ekspertai (straipsnio autoriai) įvertino du siūlomus MS - MS1: „A Breath of Fresh Air“ ir MS2: „Online Repositories Rock“ (žr. iTEC scenarijų biblioteką literatūros sąrašė). Vertinimo rezultatai yra pateikti 2 lentelėje.

MS ekspertinė analizė rodo, kad MS1 pasižymi geresnėmis Įgyvendinimo paprastumo, Įgyvendinimo platesniame kontekste galimybėmis, Kelių efektyvių mokymo metodų panaudojimo, Grįžtamojo ryšio ir besimokančiojo vertinimo galimybėmis, Lankstumo turinio ir technologijų panaudojimo atžvilgiu bei Naudojamų technologijų naudojamumo platesniame kontekste savybėmis, o MS2 pasižymi aukštesniu inovatyvumo lygiu. 2 lentelė rodo, kad taikant abu metodus MS1 yra vertinamas 9–13 procentų geriau už MS2, tik trapecijos neraiškiųjų skaičių metodo taikymas rodo kiek didesnį skirtumą tarp alternatyvų įvertinimo rezultatų.

### 3 Išvados

Kuriant subalansuotą MS kokybės kriterijų sistemą yra tikslinga taikyti MCDA teorija grįstus [2] kokybės modelio sudarymo principus, ypatingą dėmesį skiriant kriterijų nepriklausomumo principui, kuris reikalauja, kad skirtingi kriterijai atitiktų skirtingiems alternatyvų kokybės požymiams, bei išsamumo ir glaustumo balansui. Trikampio, ir trapecijos neraiškiųjų skaičių metodai yra taikytini praktikoje vertinant mokomųjų scenarijų alternatyvų kokybę.

Tyrimo rezultatai rodo, kad abiejų metodų taikymas rodo iš principo tuos pačius rezultatus lyginant mokomųjų scenarijų alternatyvas. Tolesniuose tyrimuose bus vertinama MS kokybė, kai kriterijų svoriai nėra lygūs bei patobulintas MS vertinimo modelis bus pritaikytas realiame realių mokinių mokymėsi.

### Literatūra

- [1] Becta. *Quality Principles for Digital Learning Resources*. Becta, 2007.
- [2] V. Belton and T.J. Stewart. *Multiple Criteria Decision Analysis: an Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts 02061 USA, 2002.
- [3] G. Dzemyda, V. Šaltenis ir V. Tiešis V. *Optimizavimo metodai*. Mokslo Aidai, Vilnius, 2007.
- [4] iTEC (Innovative Technologies for an Engaging Classroom). Projekto scenarijų biblioteka. Adresas internete: <http://itec.eun.org/web/guest/scenario-library>.
- [5] E. Kurilovas, V. Birenienė and S. Serikovienė. Methodology for evaluating quality and reusability of learning objects. *Electr. J. e-Learning*, **9**(1):39–51, 2011.
- [6] E. Kurilovas and V. Dagienė. Multiple criteria comparative evaluation of e-learning systems and components. *Informatica*, **20**(4):499–518, 2009.
- [7] E. Kurilovas and V. Dagienė. *Evaluation of Quality of the Learning Software. Basics, Concepts, Methods*. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2010.
- [8] E. Kurilovas and V. Dagienė. Multiple criteria evaluation of quality and optimisation of e-learning system components. *Electr. J. e-Learning*, **8**(2):141–150, 2010.
- [9] E. Kurilovas and S. Sėrikovienė. Application of optimization methods in learning activity personalization tasks. In M. Grasserbauer, L. Sakalauskas and E.K. Zavadskas (Eds.), *KORS2009*, pp. 101–104, Vilnius, 2009.
- [10] E. Kurilovas and S. Sėrikovienė. Learning content and software evaluation and personalisation problems. *Inform. Educ.*, **9**(1):91–114, 2010.

- [11] T.L. Leacock and J.C. Nesbit. A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. *Educ. Techn. Soc.*, **10**(2):44–59, 2007.
- [12] H.-F. Lin. An application of fuzzy ahp for evaluating course website quality. *Comp. Educ.*, **54**:877–888, 2010.
- [13] L.L. Zhang and D.Y. Cheng. Extent analysis and synthetic decision. *Support Systems for Decision and Negotiation Processes, Preprints of the /FAC/IFORS/IIASA/TIMS Workshop*, **2**:633–640, 1992.
- [14] H.Z. Ounaies, Y. Jamoussi and H.H. Ben Ghezala. Evaluation framework based on fuzzy measured method in adaptive learning system. *Them. Sci. Techn. Educ.*, **1**(1):49–58, 2009.
- [15] E.K. Zavadskas and Z. Turskis. A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Techn. Econ. Devel. Econ.*, **16**(2):159–172, 2009.

#### SUMMARY

### **Application of Learning Scenarios Quality Evaluation Methods**

*E. Kurilovas, I. Žilinskiėnė*

The paper is aimed to analyse the problems of evaluation of quality of learning scenarios. Multiple criteria analysis principles are applied to form learning scenarios quality model. Several alternatives of learning scenarios that are widely used in Europe are analysed in the paper. These alternatives are evaluated with the help of the created quality model and application of triangular and trapezoidal fuzzy numbers methods. Research results show that both these methods are applicable in practice while evaluating quality of learning scenarios alternatives, and their application shows in principle similar results while comparing different alternatives of learning scenarios.

*Keywords:* quality of learning scenario, evaluation, fuzzy numbers methods, multiple criteria analysis principles.