



## RANGOVŲ VERTINIMAS DAUGIAKRITERINIŲ COPRAS METODU

**Algirdas Andruškevičius**

*Statybos technologijos ir vadybos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas  
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius-40, Lietuva  
El. paštas admin@giedra.lt*

*Įteikta 2005-05-16; priimta 2005-09-15*

**Santrauka.** Straipsnyje pateikiama metodika, leidžianti tinkamiausią rangovą išsirinkti pagal dvidešimt šešis kriterijus. Įvertintos tarptautinės inžinierių konsultantų federacijos (FIDIC) konkursų procedūros. Rangovai vertinami daugiakriteriniu COPRAS metodu. Rangovų vertinimo kriterijų svarba apskaičiuojama taikant rango metodą. Pateikiamas kriterijų apibūdinimas bei jų vertinimo ribos, išreikštos pagal šimto balų sistemą. Išspręstas praktinis pavyzdys – pasirinktas prekybos ir pramogų centro statybos rangovas iš dešimties dalyvavusiųjų konkurse.

**Raktažodžiai:** rangovų vertinimas, daugiakriterinis COPRAS metodas, kriterijai, FIDIC procedūros, praktinis pavyzdys.

## EVALUATION OF CONTRACTORS BY USING COPRAS – THE MULTIPLE CRITERIA METHOD

**Algirdas Andruškevičius**

*Department of Construction Technology and Management, Vilnius Gediminas Technical University,  
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius-40, Lithuania  
E-mail: admin@giedra.lt*

*Received 16 May 2005; accepted 15 September 2005*

**Abstract.** Some methods allowing for the selection of the most suitable contractor based on 26 criteria are offered. The bidding procedures of FIDIC, the international organization of consulting engineers are assessed. Contractors are evaluated by a multicriteria decision method COPRAS. The significance of the contractor evaluation criteria is determined by ranking. A description of the criteria and their rankings according to 100-point scale are provided. A case study of selecting the contractor for the construction of a trade and entertainment centre out of ten bidders is also described.

**Keywords:** assessment of contractors, multicriteria decision method COPRAS, criteria, FIDIC procedures, case study.

### 1. Įvadas

Vienas svarbiausių statybos proceso etapų – parinkti rangovą. Rangovo parinkimas pagal jo siūlomą mažiausią kainą kelia tam tikrų abejonių. Pigiausias pasirinkimas gali būti neekonomiškas, atsižvelgus į pagamintos produkcijos

jos techninės kokybės nepakankamumą ir įvertinus statybos objekto gyvavimo trukmę. Rangovai, siekdami užsitikrinti sau pakankamą darbų kiekį ir išlikti konkurencingi, dažnai sumažina konkursinę kainą, tikėdamiesi sumažinti savo sąnaudas. Mažinant sąnaudas nukenčia darbų koky-

bė. Kai užsakovai priima rangovo pasirinkimo sprendimą tik pagal mažiausią kainą, rizikuojama turėti didelių problemų ir nuostolių eksploatuojant pastatus.

Daugelis šalių yra nusistačiusios tam tikras taisykles, apibrėžiančias mažiausios kainos kriterijų [1–5].

Lietuvoje statybos produktų savybės apibūdinamos pirkimo dokumentuose pateikiamose techninėse specifikacijose. Jos turi užtikrinti konkurenciją ir skatinti pateikti alternatyvius techninius sprendimus. Užsakovas (klientas) atmeta pasiūlymus, kuriuose siūlomi produktai neatitinka techninės specifikacijos reikalavimų. Užsakovas pasiūlymus vertina remdamasis šiais kriterijais [6]:

- 1) mažiausia kaina;
- 2) ekonomiškai naudingiausias pasiūlymas, kai pirkimo sutartis sudaroma su rangovu, pateikusių naudingiausių pasiūlymą, išrinktą pagal pirkimo objektui pateiktus kriterijus (kokybė, kaina, techniniai privalumai, estetinės ir funkcinės charakteristikos, aplinkosaugos charakteristikos, eksploatavimo išlaidos, efektyvumas, garantinė priežiūra ir techninė pagalba, pristatymo ir pagaminimo data, pristatymo arba užbaigimo laikotarpis).

Užsakovas nurodo kiekvienam ekonomiškai naudingiausiame pasiūlymame nustatyti pasirinkto kriterijaus lyginamąjį svorį. Jis privalo iš pradžių patikrinti ir įvertinti tik techninius pasiūlymų duomenis ir po to, pranešęs rangovui apie patikrinimo ir įvertinimo rezultatus bei atsižvelgęs į pasiūlymo kainas, jį įvertina bendrai. Jeigu pateiktame pasiūlyme nurodyta kaina yra labai maža, užsakovas privalo pareikalauti rangovo pagrįsti siūlomą kainą, o jeigu dalyvis nepateikia tinkamų kainos pagrįstumo įrodymų, pasiūlymą atmesti. Labai maža kaina – tai kaina, kuri daugiau kaip 15 proc. yra mažesnė už visų tiekėjų pasiūlytų kainų aritmetinį vidurkį.

Rangovas parenkamas trimis etapais [4]:

1. Rangovo ir jo produkto kriterijų bei santykių reikšmingumą nustatymas.
2. Rangovų, kurių nors vienas kriterijus neatitinka reikalavimų, atmetimas.
3. Rangovo atranka.

**1 lentelė.** Kriterijų vertinimas

**Table 1.** Evaluation of the criteria

Nr.	Kriterijus	Įvertinimas
1	Specifikacijų ir brėžinių atitikimas	
2	Projektavimo aspektai, už kuriuos atsakingas rangovas	
3	Statybos metodai ir laikinieji darbai	
4	Aplinkosaugos klausimai	
5	Kokybės užtikrinimas	
6	Siūlomo darbų vykdymo programa	
7	Bet kurių siūlomų alternatyvų lyginimas su konkurso dokumentais	

Autoriai siūlo įvairius rangovo atrankos procedūros metodus. S. Mitkus siūlo bimatricinį lošimų teorijos metodą [7], Z. Hatush ir M. Skitmore siūlo taikyti daugiakriterinės optimizacijos paprastąjį sumavimo metodą [8]. Publikacijose [9–25] aprašomi daugiakriterinės optimizacijos metodai, kurie gali būti sėkmingai taikomi rangovo atrankos procedūrai. Tai lošimų teorijos [14, 16, 17, 19], neapibrėžtųjų lošimų [22], TOPSIS [11, 12, 13, 14, 16, 19], VICOR [25], SNOD [13, 23], COPRAS [9, 10, 18, 20, 21, 25] ir kiti [15] metodai. Daugiakriterinių vertinimo metodų klasifikavimas ir vertinimas pateiktas darbuose [13, 14, 16].

Atlikus įvairių daugiakriterinio vertinimo metodų analizę, šiame straipsnyje toliau taikomas COPRAS metodas, kuris pirmą kartą buvo paskelbtas straipsnyje [26].

Šiame darbe pateikiama metodika, leidžianti tinkamiausią rangovą išsirinkti pagal dvidešimt šešis kriterijus. Naudojama Tarptautinės inžinierių konsultantų federacijos (FIDIC) „Konkurso procedūra“ [27].

## 2. Rangovų vertinimas daugiakriteriniu COPRAS metodu

### 2.1. Rangovų vertinimo kriterijų sistemos sudarymas ir kriterijų svarbos skaičiavimas taikant rangų metodą

Straipsnyje aprašyta metodika leidžia tinkamiausią rangovą išsirinkti pagal dvidešimt šešis kriterijus [27]. Jais remiantis atliekamas techninis, finansinis ir bendras sutartinis administracinis vertinimas. Šie kriterijai pateikiami 1 lentelėje.

Pirmiausia nustatoma kiekvieno kriterijaus svarba. Šiuo tikslu pildoma anketa (1 lentelė). Anketa pildo nuo penkių iki dešimties ekspertų, t. y. užsakovų, turinčių patirtį. Kiekvienam kriterijui suteikiamas įvertinimas nuo 1 iki 100 balų. Geresniam vertinimui suteikiamas aukštesnis balas.

Apklausus nuo 5 iki 10 ekspertų, duomenys suvedami į 2 lentelę.

1 lentelės tęsinys

8	Finansinis vertinimas	Kapitalo išlaidos	
9		Diskontuotas grynujų pinigų srautas ir grynoji dabartinė vertė	
10		Mokėjimų programa	
11		Finansavimo organizavimas	
12		Valiutos	
13		Garantijos	
14		Palūkanų normos	
15		Pirmasis mokėjimas (išskaitymas)	
16		Darbo dienos tarifai	
17		Sutarties kainos koregavimo siūlymai	
18	Bendras sutartinis ir administracinis vertinimas	Nurodymų konkurso dalyviams atitikimas	
19		Siūlymų išsamumas	
20		Siūlymų galiojimas	
21		Išimtys ir nukrypimai – nustatyti ar numatomi	
22		Draudimas	
23		Siūlomo pagrindinio personalo patirtis	
24		Krovinių išsiuntimas, gabenimas ir muitinių procedūros	
25		Darbo valandos	
26		Darbo jėgos šaltiniai, telkimas ir gražinimas	

2 lentelė. Kriterijų rangavimo rezultatai

Table 2. Rankings of the criteria

Nr.	Kriterijus	$E_1$	$E_2$	...	...	$E_n$	$S_i$	Vieta	$\Delta S_i$	$\Delta S_i^2$	Svarba
1	Specifikacijų ir brėžinių atitikimas										
2	Projektavimo aspektai, už kuriuos atsakingas rangovas										
...	...										
15	Pirmasis mokėjimas (išskaitymas)										
26	Darbo jėgos šaltiniai, telkimas ir gražinimas										

Skaičiuojama pagal tokią metodiką:

$$S_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

čia  $b_{ij}$  –  $i$  kriterijaus  $j$  eksperto įvertinimas balais;

$S_i$  –  $i$  kriterijaus visų  $j$  ekspertų vertinimų balų suma;

$\Delta S_i$  – nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio.

Rangų sumos vidurkis ( $S^*$ ) gali būti apskaičiuojamas pagal tokią formulę:

$$S^* = \frac{\sum_{i=1}^m S_i}{m}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (2)$$

čia  $S_i$  – kriterijų  $i$  įverčių suma,  
 $m$  – kriterijų skaičius.

Tuomet nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio apskaičiuojamas pagal formulę

$$\Delta S_i = S_i - S^*. \quad (3)$$

Kriterijaus svarba nustatoma pagal formulę

$$q_j = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i}. \quad (4)$$

## 2.2. Rangovų atitikimo daugiakriterinės analizės rezultatai

1 etapas. Normalizuotos sprendimų priėmimo matricos sudarymas. Šio etapo tikslas – iš lyginamųjų rodiklių gauti bedimensius dydžius. Pradiniai duomenys, kurių reikia dau-

giakriterinei rangovų siūlymų analizei atlikti, pateikti 3 lentelėje. Lentelė pildoma remiantis konkrečiais rangovų siūlymais.

2 etapas. Skaičiavimas. Skaičiuojama pagal šias formules:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (5)$$

čia  $x_{ij}$  –  $j$  sprendimo varianto  $i$  kriterijaus reikšmė;  $m$  – kriterijų skaičius (konkrečiu atveju  $m = 26$ );  $n$  – lyginamųjų variantų (rangovų) skaičius;  $q_i$  –  $i$  kriterijaus svarba.

3 etapas. Kiekvieno kriterijaus  $x_i$  gautų bedimensių reikšmių  $d_{ij}$  suma visada lygi šio kriterijaus svarbai  $q_i$ :

$$q_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

4 etapas. Apskaičiuojamos  $j$  variantų apibūdinančių minimizuojančių  $S_{-j}$  ir maksimizuojančių  $S_{+j}$  įvertintų norma-

lizuočių rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formules:

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^m d_{+ij}, \quad (7)$$

$$S_{-j} = \sum_{i=1}^m d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (8)$$

5 etapas. Lyginamųjų variantų santykinis reikšmingumas nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis  $S_{+j}$  ir neigiamomis  $S_{-j}$  savybėmis. Kiekvieno rangovo siūlymo santykinis reikšmingumas  $Q_j$  nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (9)$$

6 etapas. Nustatomas rangovų siūlymų prioritetiškumas. Juo  $Q_j$  didesnis, tuo labiau rangovas atitinka užsakovo poreikius (4 lentelė).

3 lentelė. Pradiniai rangovų siūlymų daugiakriterinės analizės duomenys

Table 3. Initial data on multicriteria analysis of bids

Nagrinėjami kriterijai	Kriterijų matavimo vienetas	*	Kriterijų svarba	Kriterijų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės					
				$R_1$	$R_2$	...	...	...	$R_n$
1	$m_1$	$\checkmark_1$	$q_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	...	...	...	$x_{1n}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	$m_{15}$	$\checkmark_{15}$	$q_{15}$	$x_{151}$	$x_{152}$	...	...	...	$x_{15n}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26	$m_{26}$	$\checkmark_{26}$	$q_{26}$	$x_{261}$	$x_{262}$	...	...	...	$x_{26n}$

\* Ženklas  $\checkmark_i$  (+ (-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo poreikius

4 lentelė. Rangovų atitikimo daugiakriterinės analizės rezultatai

Table 4. The results of contractor prequalification by a multicriteria method

Nagrinėjami kriterijai	Kriterijų matavimo vienetas	*	Kriterijų svarba	Kriterijų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės					
				$R_1$	$R_2$	...	...	...	$R_n$
1	$m_1$	$\checkmark_1$	$q_1$	$d_{11}$	$d_{12}$	...	...	...	$d_{1n}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	$m_{15}$	$\checkmark_{15}$	$q_{15}$	$d_{151}$	$d_{152}$	...	...	...	$d_{15n}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26	$m_{26}$	$\checkmark_{26}$	$q_{26}$	$d_{261}$	$d_{262}$	...	...	...	$d_{26n}$
Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				$S_{+1}$	$S_{+2}$	...	...	...	$S_{+n}$
Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				$S_{-1}$	$S_{-2}$	...	...	...	$S_{-n}$
Rangovo alternatyvos reikšmingumas				$Q_1$	$Q_2$	...	...	...	$Q_n$
Rangovo alternatyvos prioritetiškumas				$Pr_1$	$Pr_2$	...	...	...	$Pr_n$

\* Ženklas  $\checkmark_i$  (+ (-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo poreikius

### 3. Kriterijų apibūdinimas ir jų vertinimo aiškinimas

Kriterijai vertinami pagal 100 balų skalę, t. y. kuo labiau rangovo siūlymas atitinka užsakovo reikalavimus, tuo įvertinimas artimesnis 100.

#### 3.1. Techninis vertinimas

##### 1) *Specifikacijų ir brėžinių atitikimas*

Rangovų siūlomos specifikacijos ir brėžiniai, t. y. pateikiamų medžiagų kokybė ir darbo atlikimo standartai, rangovo vykdytini kokybės užtikrinimo reikalavimai, saugos, sveikatos ir aplinkosaugos priemonės, kurias reikės stebėti visą darbų vykdymo laikotarpį, turi būti aiškiai apibrėžta. Specifikacijos turi kuo labiau atitikti tarptautinius standartus. Kriterijus maksimizuojamas.

##### 2) *Projektavimo aspektai, už kuriuos atsakingas rangovas*

Šiuo kriterijumi vertinamos rangovo galimybės rengti darbo projektą. Kriterijus maksimizuojamas.

##### 3) *Statybos metodai ir laikinieji darbai*

Užsakovas prioriteto tvarka surašo keturis statybos metodus, kuriais pageidautų statyti objektą:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...

Kuo labiau rangovo siūlomas statybos metodas atitinka užsakovo poreikius, tuo įvertinimas didesnis.

##### 4) *Aplinkosaugos klausimai*

Norminiai aktai, reglamentuojantys aplinkos apsaugą projektuojant, išdėstant ir naudojant gamybos įmones, gyvenamuosius rajonus ir kitus objektus, yra sudaryti ir nuolat tobulinami. Žinant rangovo siūlymą, kriterijus įvertinamas bei skaičiuojant maksimizuojamas.

##### 5) *Kokybės užtikrinimas*

Rangovo pasiūlyti kokybės užtikrinimo variantai vertinami pagal 100 balų skalę maksimizuojant, t. y. kuo labiau užsakovą tenkina kokybės užtikrinimo būdai, tuo įvertinimo reikšmė didesnė.

##### 6) *Siūlymo darbų vykdymo programa*

Užsakovą tenkinanti programa vertinama pagal 100 balų skalę kriterijus maksimizuojant.

##### 7) *Bet kurių siūlomų alternatyvų lyginimas su konkurso dokumentais*

Siūlomas alternatyvas užsakovas lygina su konkurso dokumentais ir įvertina jas maksimizuodamas.

#### 3.2. Finansinis vertinimas

##### 8) *Kapitalo išlaidos*

Rangovas siūlyme nurodo, kaip planuoja naudoti lėšas. Juo labiau užsakovą tenkina rangovo siūlymas, tuo aukštesniu balu įvertinamas šis kriterijus. Kriterijus maksimizuojamas.

##### 9) *Diskontuotas grynujų pinigų srautas ir grynoji dabartinė vertė*

Jei rangovo siūlyme leidžiama diskontuoti, t. y. atidėti mokėjimą, užsakovą tai tenkina. Atidėtasis mokėjimas gali būti diskontuotas, tai užsakovą tenkina. Kriterijus vertinamas kaip ir visi kiti – maksimizuojant.

##### 10) *Mokėjimų programa*

Rangovas savo siūlyme nurodo laikotarpį, kurį galėtų laukti už statomą objektą atsiskaityti. Užsakovui priimtinesnis kuo ilgesnis terminas. Vertinama balais, maksimizuojant.

##### 11) *Finansų organizavimas*

Rangovas siūlo sudaryti tam tikros finansavimo dalies planą. Jei užsakovą tai tenkina, tuo didesnis įvertinimas balais.

##### 12) *Valiutos*

Rangovas siūlyme nurodo valiutą, kuria pageidautų gauti atsiskaitymą. Užsakovui palankiausia mokėti stabilaus kurso valiuta. Taip pat palanku mokėti valstybine valiuta.

##### 13) *Garantijos*

Rangovas siūlyme nurodo laikotarpį, kurį jis bus atsakingas už objektą bei jo patikimumą atidavus naudoti. Juo laikotarpis ilgesnis, tuo palankiau vertinamas šis kriterijus. Jis maksimizuojamas.

##### 14) *Palūkanų normos*

Palūkanos vertinamos tokios, kokios yra, t. y. toliau skaičiuojant imamas tas palūkanų procentas, prilygintas balams, kurį siūlo rangovas.

##### 15) *Pirmasis mokėjimas (išskaitymas)*

Rangovas siūlyme pateikia sumą, kurią pageidauja gauti avansu. Šis kriterijus maksimizuojamas, tačiau užsakovui palankesnis variantas, t. y. mažesnė avanso suma, vertinama didesniu balų skaičiumi nei didesnė avanso suma.

##### 16) *Darbo dienos tarifai*

Rangovas siūlyme pateikia darbo dienos tarifą. Akivaizdu, kad užsakovą domina kuo mažesnis tarifas. Siūlomoji suma minimizuojama, vertinama pinigais, prilygintais balams.

##### 17) *Siūlymai koreguoti sutarties kainą*

Vykstant konkursui projektas yra parengtas, kainą siūlo rangovas. Rangovas darbus turėtų atlikti pagal projektą ir už sutartą kainą. Jei rangovas taip ir siūlo, tuomet jį derėtų įvertinti 100 balų. Tačiau rangovas gali siūlyti kainą koreguoti, tuomet įvertinimo reikšmė krinta. Kriterijus maksimizuojamas.

#### 3.3. Bendras sutartinis ir administracinis vertinimas

##### 18) *Nurodymų konkurso dalyviams atitikimas*

Konkurso nurodymai yra užfiksuoti ir visiems privalomi. Kuo didesnę konkurso nurodymų dalį atitinka rangovas, tuo šiam kriterijui suteikiamas aukštesnis įvertinimas balais.

**19) Siūlymų išsamumas**

Juo labiau užsakovą tenkina rangovo siūlymo išsamumas, tuo aukštesniais balais įvertinimas kriterijus.

**20) Siūlymų galiojimas**

Juo ilgiau galioja rangovo siūlymas, tuo užsakovui geriau. Kriterijus maksimizuojamas ir vertinamas balais.

**21) Išimtis ir nukrypimai – nustatyti ar numatomi**

Rangovo siūlyme pateikiama, kokių gali atsirasti nukrypimų nuo projekto vykdant darbus. Gali būti pateikiama ir statistikos duomenų, pavyzdžiui, kiek buvo nukrypta nuo projekto statant paskutinius 3 statinius. Rangovas pateikia balų dydį, kuris toliau skaičiuojant minimizuojamas.

**22) Draudimas**

Rangovas draudžia objektą tam tikram laikotarpiui. Kriterijus rangovo siūlyme pateikiamas metais arba jų dalimi, toliau skaičiuojant jis maksimizuojamas.

**23) Siūlomo pagrindinio personalo patirtis**

Rangovo siūlyme turi būti nurodytas pagrindinio personalo statytų objektų skaičius bei aprašymai, kokie tai buvo objektai. Užsakovui labiau patikęs personalas bei jo patirtis vertinama balais ir maksimizuojama.

**24) Krovinių išsiuntimas, gabenimas ir muitinių procedūros**

Rangovo siūlyme nurodoma, už kokias procedūras atsako rangovas:

- Už visas pirmiau išvardytas procedūras (įvertinimas 100 balų).
- Už dalį (įvertinimas 80–40 balų, nelygu už kokią dalį atsako).
- Už nieką (10 balų).

Kriterijus maksimizuojamas.

**25) Darbo valandos**

Užsakovui darbo valandos yra labai svarbios, jei vykdomi vidaus darbai. Jei vyksta išorės darbai, reikšmingumas sumažėja. Kriterijus vertinamas balais, palankus variantas vertinamas kuo aukštesniais balais. Kriterijaus reikšmė maksimizuojama.

**26) Darbo jėgos šaltiniai, telkimas ir grąžinimas**

Rangovas savo siūlyme nurodo, kokia darbo jėga bus naudojama darbams atlikti. Tai galėtų būti darbuotojai, gyvenantys tame pačiame mieste, kur bus vykdomi darbai; gali būti samdomi subrangovai; darbuotojai iš skirtingų miestų ir pan. Užsakovas, žinodamas, kokia darbo jėga jį tenkintų, vertina šį kriterijų pagal 100 balų skalę ir palankiausią variantą vertina aukštesniu balu. Kriterijus maksimizuojamas.

**4. Praktinis pavyzdys**

Užsakovas turi parengtą projektą statyti prekybos ir pramogų centrą Vilniaus pakraštyje. Iš dešimties konkurse dalyvaujančių organizacijų bus atrinkta geriausiai atitinkanti kriterijus. Skaičiuoti bei rezultatui gauti bus taikomas daugiakriterinis COPRAS metodas.

**4.1. Kriterijų svarbos nustatymas**

Kriterijų svarbai nustatyti pasitelkta penkių patyrusių užsakovų nuomonė. Jie laikomi ekspertais ir kiekvieną kriterijų vertina svarbumo mastu pagal 100 balų skalę, svarbesnį vertinant aukštesniu balu (5 lentelė).

**5 lentelė.** Ekspertų apklausos rezultatai**Table 5.** The data of expert survey

Nr.	Kriterijus	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	Vidurkis $S^*$
1	Specifikacijų ir brėžinių atitikimas	65	70	60	63	68	65,2
2	Projektavimo aspektai, už kuriuos atsakingas rangovas	60	55	65	60	62	60,4
3	Statybos metodai ir laikinieji darbai	45	50	55	40	35	45
4	Aplinkosaugos klausimai	75	70	65	75	80	73
5	Kokybės užtikrinimas	95	90	85	95	85	90
6	Siūlymo darbų vykdymo programa	50	45	55	40	50	48
7	Bet kurių siūlomų alternatyvų lyginimas su konkurso dokumentais	30	35	25	30	35	31
8	Kapitalo išlaidos	60	65	75	70	60	66
9	Diskontuotas grynujų pinigų srautas ir grynoji dabartinė vertė	30	25	35	35	30	31
10	Mokėjimų programa	70	70	75	60	65	68
11	Finansavimo organizavimas	35	25	25	30	35	30
12	Valiutos	40	45	45	40	50	41
13	Garantijos	65	65	70	65	75	68
14	Palūkanų normos	45	40	55	65	40	49
15	Pirmasis mokėjimas (išskaitymas)	55	60	60	60	50	57

5 lentelės tęsinys

16		Darbo dienos tarifai	50	50	65	70	65	60
17		Sutarties kainos koregavimo siūlymai	40	60	55	40	35	46
18	Bendras sutartinis ir administraci- nis vertinimas	Nurodymų konkurso dalyviams atitikimas	35	40	50	30	20	35
19		Siūlymų išsamumas	60	20	50	75	50	51
20		Siūlymų galiojimas	45	50	60	60	50	50
21		Išimtys ir nukrypimai – nustatyti ar numatomi	65	50	60	70	65	62
22		Draudimas	70	50	75	60	60	63
23		Siūlomo pagrindinio personalo patirtis	75	70	80	65	70	72
24		Krovinių išsiuntimas, gabenimas ir muitinių procedūros	45	50	40	40	50	45
25		Darbo valandos	45	40	40	55	50	38
26		Darbo jėgos šaltiniai, telkimas ir grąžinimas	25	30	30	40	20	25

Sudaroma 6 lentelė, skaičiuojama kriterijų svarba.

### 6 lentelė. Kriterijų rangavimo rezultatai

Table 6. Ranking of the criteria

Nr.		Kriterijus	$S_i$	Vieta	$\Delta S_i$	$\Delta S_i^2$	Svarba
1	Techninis vertinimas	Specifikacijų ir brėžinių atitikimas	326	6	260,8	68 016,64	0,0474
2		Projektavimo aspektai, už kuriuos atsakingas rangovas	302	9	241,6	58 370,56	0,0139
3		Statybos metodai ir laikinieji darbai	225	17	180	32 400	0,0327
4		Aplinkosaugos klausimai	365	2	292	85 264	0,0531
5		Kokybės užtikrinimas	450	1	360	129 600	0,0655
6		Siūlymo darbų vykdymo programa	240	15	192	36 864	0,0349
7		Bet kurių siūlomų alternatyvų lyginimas su konkurso dokumentais	155	21	124	15 376	0,0226
8	Finansinis vertinimas	Kapitalo išlaidos	330	5	264	69 696	0,0480
9		Diskontuotas grynujų pinigų srautas ir grynoji dabartinė vertė	155	21	124	15 376	0,0226
10		Mokėjimų programa	340	4	272	73 984	0,0495
11		Finansavimo organizavimas	150		120	14 400	0,0218
12		Valiutos	205	18	164	26 896	0,0298
13		Garantijos	340	4	272	73 984	0,0495
14		Palūkanų normos	245	14	196	38 416	0,0355
15		Pirmasis mokėjimas (išskaitymas)	285	11	228	51 984	0,0415
16		Darbo dienos tarifai	300	10	240	57 600	0,0436
17		Sutarties kainos koregavimo siūlymai	230	16	184	33 856	0,0335
18	Bendras sutartinis ir administraci- nis vertinimas	Nurodymų konkurso dalyviams atitikimas	175	20	140	19 600	0,0255
19		Siūlymų išsamumas	255	12	204	41 616	0,0371
20		Siūlymų galiojimas	250	13	200	40 000	0,0364
21		Išimtys ir nukrypimai – nustatyti ar numatomi	310	8	248	61 504	0,0451
22		Draudimas	315	7	252	36 504	0,0458
23		Siūlomo pagrindinio personalo patirtis	360	3	288	82 944	0,0524
24		Krovinių išsiuntimas, gabenimas ir muitinių procedūros	255	17	180	32 400	0,0327
25		Darbo valandos	190	19	152	23 104	0,0276
26		Darbo jėgos šaltiniai, telkimas ir grąžinimas	145	22	120	14 400	0,0218

Pastaba.  $\sum S_i = 6868$ ,  $\sum q_i = 1$ .

4.1.1. Kiekvieno kriterijaus įvertinimų suma apskaičiuojama pagal (1) formulę:

$$S_1 = 65 + 70 + 60 + 63 + 68 = 326;$$

$$S_2 = 60 + 55 + 65 + 60 + 62 = 302;$$

...

$$S_{26} = 25 + 30 + 40 + 20 = 145.$$

4.1.2. Kiekvieno kriterijaus įvertinimo vidurkis apskaičiuojamas pagal (3) formulę:

$$S_1^* = \frac{65 + 70 + 60 + 63 + 68}{5} = 65,2;$$

$$S_2^* = \frac{60 + 55 + 65 + 60 + 62}{5} = 60,4;$$

...

$$S_{26}^* = \frac{25 + 30 + 30 + 40 + 20}{5} = 25.$$

4.1.3. Nukrypimas nuo rangų sumos vidurkio apskaičiuojamas pagal (4) formulę:

$$\Delta S_1 = 362 - 65,2 = 260,8;$$

$$\Delta S_2 = 302 - 60,4 = 241,6;$$

...

$$\Delta S_{26} = 145 - 25 = 120.$$

4.1.4. Svarbos nustatymas. Visų kriterijų įvertinimų sumų suma apskaičiuojama pagal (5) formulę:

$$\sum S_i = 6868;$$

$$q_1 = \frac{326}{6868} = 0,0474;$$

$$q_2 = \frac{302}{6868} = 0,0439;$$

...

$$q_{26} = \frac{145}{6868} = 0,0218.$$

## 4.2. Geriausiai kriterijus atitinkančio rangovo atranka

Pradiniai duomenys, kurių reikia daugiakriterinei rangovų siūlymų analizei atlikti, gaunami užpildžius lentelę iš konkrečių rangovų siūlymų. Rangovai įvertinami (7 lentelė) pagal 100 balų skalę atitinkamus rodiklius maksimizuojant (minimizuojant).

Toliau apibūdinami ekspertų  $R_1$ ,  $R_2$  ir  $R_3$  siūlymų kriterijų atitikimo įvertinimai.

### 1) Specifikacijų ir brėžinių atitikimas

Pirmojo rangovo (toliau  $R_1$ ) siūlomos specifikacijos ir brėžiniai visiškai atitinka pageidaujamus, todėl šis kriterijus įvertinamas 100 balų. Antrojo rangovo (toliau  $R_2$ ) tik penktadalis siūlomų specifikacijų ir brėžinių atitinka nori-

mus, todėl įvertintas 20 balų. Trečiasis rangovas (toliau  $R_3$ ) atitinka pusę pageidaujimų specifikacijų ir brėžinių, taigi jo vertinamas 50 balų.

2) *Projektavimo aspektai, už kuriuos atsakingas rangovas*

$R_1$  siūlo pasirūpinti ne visais, o daugiau nei puse projektavimo aspektų. Jį vertiname 60 balų.  $R_2$  siūlo dar mažiau projektavimo aspektų, už kuriuos bus atsakingas, šiek tiek mažiau nei pusę galimų, taigi jis vertinamas 40 balų.  $R_3$  siūlo penktadalį aspektų, už kuriuos bus atsakingas, jo įvertinimas – 20 balų.

### 3) Statybos metodai ir laikinieji darbai

Iš keturių pageidaujimų statybos metodų  $R_1$  siūlo tris, todėl jo įvertinimas – 75 balai,  $R_2$  siūlo du iš pageidaujimų keturių, todėl jis vertinamas 50 balų,  $R_3$  siūlo tik vieną iš keturių norimų statybos būdų. Jis įvertinamas 25 balais.

### 4) Aplinkosaugos klausimai

$R_1$  siūlomas aplinkosaugos klausimų sprendimo būdas vertinamas 50 balų, kadangi atitinka pusę iš maksimaliai galimų aplinkosaugos klausimų  $R_2$  siūlo šiek tiek daugiau, todėl įvertinamas 60 balų, o  $R_3$  dar daugiau, todėl įvertinamas 75 balais.

### 5) Kokybės užtikrinimas

$R_1$  kokybės užtikrinimo programa visiškai atitinka užsakovo norus, todėl įvertinama 100 balų.  $R_2$  siūlymas užtikrinti kokybę nėra visiškai patikimas ir įvertinamas 75 balais,  $R_3$  kokybės užtikrinimas vertinamas 50 balų, kadangi kokybės užtikrinimo programa pusėtina.

### 6) Siūlymo darbų vykdymo programa

$R_1$  siūloma darbų vykdymo programa tenkina užsakovo poreikius 80 balų,  $R_2$  siūloma programa yra šiek tiek priimtinesnė, bet ne visiškai tobula, ji vertinama 90 balų.  $R_3$  siūloma programa yra daug prastesnė, todėl vertinama 40 balų.

7) *Bet kurių siūlomų alternatyvų lyginimas su konkurso dokumentais*

Kiekvieno iš trijų nagrinėjimų rangovų siūlomos alternatyvos lyginamos su konkurso dokumentais. Užsakovą tenkinančios alternatyvos pasirenkamos iš rangovų siūlymų.  $R_1$  vertinamas 45 balais,  $R_2$  – 25,  $R_3$  – 60 balų. Labiau tenkinančioms alternatyvoms skirtas aukštesnis balas.

### 8) Kapitalo išlaidos

Investuotų pinigų naudojimo būdą  $R_1$  siūlyme užsakovas vertina 80 balų tiesiog pagal lėšų naudojimo tikslingumą,  $R_2$  siūlyme išdėstytas patrauklesnis lėšų naudojimo tikslas, jis vertinamas 90 balų.  $R_3$  siūlyme šis planas prastokas, jis vertinamas 70 balų.

9) *Diskontuotas grynujų pinigų srautas ir grynoji dabartinė vertė*

$R_1$  siūlymas labai tenkina užsakovą, jis vertinamas 100 balų,  $R_2$  siūlymas mažiau patrauklesnis, jis vertinamas 75 balais, o  $R_3$  siūlymas toks pat tenkintinas kaip ir pirmojo rangovo siūlymas, jis taip pat vertinamas 100 balų.



## 10) Mokėjimų programa

Iš trijų nagrinėjamų rangovų siūlymų  $R_2$  siūlo ilgiausią mokėjimo atidėjimo laikotarpį, todėl vertinamas 100 balų, pirmasis ir antrasis siūlo trumpesnius, todėl atitinkamai įvertinami 75 ir 80 balų.

## 11) Finansavimo organizavimas

Kaip jau buvo rašyta, rangovas siūlo sudaryti tam tikros finansavimo dalies ar visą finansavimo planą. Šiuo atveju  $R_1$  siūlo sudaryti visą planą, taigi jam suteikiamas 100 balų įvertinimas.  $R_2$  siūlo sudaryti ne visą planą, o maždaug tik penktadalį, todėl jis įvertinamas 20 balų.  $R_3$  siūlo šiek tiek daugiau, taigi jo įvertinimas – 30 balų.

## 12) Valiutos

$R_1$  pageidautų gauti atsiskaitymą litais, taigi jis vertinamas 100 balų.  $R_2$  pageidauja gauti atsiskaitymą eurai, jį vertiname 90 balų,  $R_3$  – JAV doleriais, jį vertiname 10 ba-

lų, kadangi tai labai nestabili valiuta.

## 13) Garantijos

$R_1$  siūloma garantija – 5 metai,  $R_2$  – 10 metų,  $R_3$  – 15 metų.

## 14) Palūkanų normos

$R_1$  pageidaujama palūkanų norma yra 3 balai,  $R_2$  – 1,5,  $R_3$  – 1 balas.

## 15) Pirmasis mokėjimas

Iš trijų nagrinėjamų rangovų siūlymų mažiausios avansu mokamos sumos pageidauja  $R_3$ . Jis vertinamas 100 balų, didesnės pageidauja  $R_1$ , jį vertiname 50 balų, dar didesnės –  $R_2$ , jį vertiname 20 balų.

## 16) Darbo dienos tarifai

Ši kriterijų vertiname taip, kaip rangovas siūlo, – litais.

## 17) Sutarties kainos koregavimo siūlymai

Tikimybė, kad  $R_1$  ir  $R_3$  nenorės keisti kainos atliekant darbus, yra 75 balai, o  $R_2$  – 50 balų.

## 7 lentelė. Rangovų pasiūlymų vertinimas

Table 7. Evaluation of contractor bids

Kriterijaus numeris	Kriterijų matavimo vienetai	*	Kriterijų svarba	Kriterijų įvertinimų skaitinės reikšmės									
				$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$R_9$	$R_{10}$
1	balai	+	0,0474	100	20	50	60	30	45	100	90	20	25
2	balai	+	0,0439	60	40	20	30	45	60	75	30	25	40
3	balai	+	0,0327	75	50	25	100	25	100	25	75	50	100
4	balai	+	0,0531	50	60	75	50	70	80	90	100	60	100
5	balai	+	0,0655	100	75	50	60	50	80	95	80	70	65
6	balai	+	0,0349	80	90	40	60	70	90	100	45	80	100
7	balai	+	0,0226	45	25	60	80	100	50	40	25	100	45
8	balai	+	0,0480	80	90	70	60	50	90	100	45	25	90
9	balai	+	0,0226	100	75	100	50	25	75	25	100	50	75
10	balai	+	0,0495	75	100	80	70	100	60	50	50	100	25
11	balai	+	0,0218	100	20	30	40	75	80	60	50	25	25
12	balai	+	0,0298	100	90	10	10	90	100	90	90	100	10
13	metai	+	0,0495	5	10	15	15	5	15	10	10	5	10
14	balai	-	0,0355	3	1,5	1	0,5	1,5	3	0,5	0,5	1	1,5
15	balai	+	0,0415	50	20	100	75	80	20	100	25	100	25
16	Lt	-	0,0436	35	40	50	60	100	75	50	50	60	75
17	balai	+	0,0335	75	50	75	100	75	75	50	100	75	75
18	balai	+	0,0255	60	100	50	60	100	20	40	100	60	80
19	balai	+	0,0371	75	60	100	75	100	75	100	50	75	60
20	balai	+	0,0364	70	80	70	50	25	60	100	100	25	25
21	balai	-	0,0451	1	0,25	2	3	0,5	1	0,5	1,5	2,5	2
22	metai	+	0,0458	2	4	6	5	3	2	3	5	4	3
23	balai	+	0,0524	90	75	100	50	100	50	80	100	40	60
24	balai	+	0,0327	80	40	10	100	60	100	80	100	40	60
25	balai	+	0,0276	100	100	75	75	40	80	75	10	25	30
26	balai	+	0,0218	75	100	50	75	100	50	50	75	50	75

\* Ženklas  $z_i$  (+ (-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo poreikius

## 18) Nurodymų konkurso dalyviams atitikimas

$R_1$  atitinka daugiau nei pusę konkurso nurodymų, todėl vertinamas 60 balų,  $R_2$  visiškai atitinka nurodymus, todėl vertinamas 100 balų,  $R_3$  atitinka pusę nurodymų ir vertinamas 50 balų.

## 19) Siūlymų išsamumas

$R_1$  siūlymo išsamumas vertinamas 75 balais,  $R_2$  – 60 balų, o  $R_3$  pasiūlymas išsamiausias, jis vertinamas 100 balų.

## 20) Siūlymų galiojimas

$R_1$  ir  $R_3$  siūlymų galiojimas įvertintas 70 balų,  $R_2$  galioja šiek tiek ilgiau, todėl įvertintas 80 balų. Tai nustatoma pagal ilgiausiai galiojanti siūlymą, šiuo atveju  $R_7$ .

## 21) Išimtis ir nukrypimai nustatyti ar numatomi

Statant paskutinius tris objektus  $R_1$  vidutiniškai nukrypo 1 balą,  $R_2$  – 0,25 balo, o  $R_3$  – 2 balai. Akivaizdu, kad pirmasis rangovas būtų patikimiausias.

## 22) Draudimas

Pildant lentelę šioje grafoje rašomi konkretūs rangovų pasiūlymai metais.

## 23) Siūlomo pagrindinio personalo patirtis

$R_3$  pasiūlyme išdėstyta personalo patirtis gana išpūdin-

ga, todėl vertinama 100 balų, menkesnė  $R_1$  ir  $R_2$  siūlymuose. Jie atitinkamai vertinami 70 ir 80 balų.

## 24) Krovinių išsiuntimas, gabenimas ir muitinių procedūros

$R_1$  gali atsakyti už dalį šių procedūrų, jis vertinamas 80 balų.  $R_2$  gali būti atsakingas už mažesnę dalį nei pirmasis, vertinamas 40 balų,  $R_3$  siūlyme nurodo, kad nebus atsakingas už išvardytas procedūras. Jis vertinamas 10 balų.

## 25) Darbo valandos

$R_1$  ir  $R_2$  teigia galįs dirbti 16 valandų per parą, kas, be abejo, palanku užsakovui. Tai vertinama 100 balų, o  $R_3$  nurodo galįs dirbti 12 valandų. Jį vertiname 75 balais.

## 26) Darbo jėgos šaltiniai, telkimas ir grąžinimas

$R_2$  siūlo vietinę darbo jėgą, t. y. dirbsią vilniečiai, tad reikia mažiau lėšų jiems išlaikyti. Tai vertinama 100 balų.  $R_1$  siūlo brigadą iš kito miesto. Šį siūlymą vertiname 75 balais,  $R_3$  siūlo darbuotojus, surinktus iš skirtingų miestų. Šis variantas vertinamas 50 balų.

Rangovams suteiktos reikšmės turi būti perskaičiuotos, siekiant gauti bedimensius dydžius. Gauti rezultatai pateikiami 8 lentelėje.

## 8 lentelė. Rangovų atitikimo daugiakriterinės analizės rezultatai

Table 8. The results of contractor prequalification by a multicriteria method

Kriterijaus numeris	Kriterijų matavimo vienetai	*	Kriterijų svarba	Kriterijų įvertinimų skaitinės reikšmės									
				$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$R_9$	$R_{10}$
1	balai	+	0,0474	0,0088	0,0018	0,0044	0,0053	0,0026	0,0040	0,0088	0,0079	0,0018	0,0022
2	balai	+	0,0439	0,0062	0,0041	0,0021	0,0031	0,0046	0,0062	0,0077	0,0031	0,0026	0,0041
3	balai	+	0,0327	0,0039	0,0026	0,0013	0,0052	0,0013	0,0052	0,0013	0,0039	0,0026	0,0052
4	balai	+	0,0531	0,0035	0,0042	0,0052	0,0035	0,0049	0,0056	0,0063	0,0070	0,0042	0,0070
5	balai	+	0,0655	0,0090	0,0068	0,0045	0,0054	0,0045	0,0072	0,0086	0,0072	0,0063	0,0059
6	balai	+	0,0349	0,0037	0,0042	0,0018	0,0028	0,0032	0,0042	0,0046	0,0021	0,0037	0,0046
7	balai	+	0,0226	0,0018	0,0010	0,0024	0,0032	0,0040	0,0020	0,0016	0,0010	0,0040	0,0018
8	balai	+	0,0480	0,0055	0,0062	0,0048	0,0041	0,0034	0,0062	0,0069	0,0031	0,0017	0,0062
9	balai	+	0,0226	0,0033	0,0025	0,0033	0,0017	0,0008	0,0025	0,0008	0,0033	0,0017	0,0025
10	balai	+	0,0495	0,0052	0,0070	0,0056	0,0049	0,0070	0,0042	0,0035	0,0035	0,0070	0,0017
11	balai	+	0,0218	0,0043	0,0009	0,0013	0,0017	0,0032	0,0035	0,0026	0,0022	0,0011	0,0011
12	balai	+	0,0298	0,0043	0,0039	0,0004	0,0004	0,0039	0,0043	0,0039	0,0039	0,0043	0,0004
13	metai	+	0,0495	0,0025	0,0050	0,0074	0,0074	0,0025	0,0074	0,0050	0,0050	0,0025	0,0050
14	balai	-	0,0355	0,0076	0,0038	0,0025	0,0013	0,0038	0,0076	0,0013	0,0013	0,0025	0,0038
15	balai	+	0,0415	0,0035	0,0014	0,0070	0,0052	0,0056	0,0014	0,0070	0,0017	0,0070	0,0017
16	Lt	-	0,0436	0,0026	0,0029	0,0037	0,0044	0,0073	0,0055	0,0037	0,0037	0,0044	0,0055
17	balai	+	0,0335	0,0034	0,0022	0,0034	0,0045	0,0034	0,0034	0,0022	0,0045	0,0034	0,0034
18	balai	+	0,0255	0,0023	0,0038	0,0019	0,0023	0,0038	0,0008	0,0015	0,0038	0,0023	0,0030
19	balai	+	0,0371	0,0036	0,0029	0,0048	0,0036	0,0048	0,0036	0,0048	0,0024	0,0036	0,0029
20	balai	+	0,0364	0,0042	0,0048	0,0042	0,0030	0,0015	0,0036	0,0060	0,0060	0,0015	0,0015
21	balai	-	0,0451	0,0032	0,0008	0,0063	0,0095	0,0016	0,0032	0,0016	0,0047	0,0079	0,0063
22	metai	+	0,0458	0,0025	0,0050	0,0074	0,0062	0,0037	0,0025	0,0037	0,0062	0,0050	0,0037

8 lentelės tęsinys

23	balai	+	0,0524	0,0062	0,0052	0,0069	0,0035	0,0069	0,0035	0,0056	0,0049	0,0056	0,0042
24	balai	+	0,0327	0,0039	0,0020	0,0005	0,0049	0,0029	0,0049	0,0039	0,0049	0,0020	0,0029
25	balai	+	0,0276	0,0044	0,0044	0,0033	0,0033	0,0026	0,0035	0,0033	0,0004	0,0011	0,0013
26	balai	+	0,0218	0,0023	0,0031	0,0016	0,0023	0,0031	0,0016	0,0016	0,0023	0,0016	0,0023
Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				0,0983	0,08495	0,08552	0,08753	0,08423	0,09126	0,1023	0,09033	0,0766	0,07463
Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				0,0134	0,00749	0,0125	0,0152	0,0127	0,0163	0,0066	0,0097	0,0148	0,0156
Rangovo alternatyvos reikšmingumas				0,1088	0,1038	0,0968	0,09681	0,09534	0,0999	0,1226	0,1049	0,08613	0,08367
Rangovo alternatyvos prioritetiškumas				2	4	7	6	8	5	1	3	9	10

\* Ženklas  $z_i$  (+ (-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo poreikius

Normalizuotų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės skaičiuojamos pagal formulę:

$$d_{11} = \frac{0,0471 \cdot 100}{540} = 0,0088;$$

$$d_{12} = \frac{0,0474 \cdot 20}{540} = 0,0018;$$

...

$$d_{251} = \frac{0,0276 \cdot 100}{630} = 0,0044;$$

...

$$d_{2610} = \frac{0,0218 \cdot 75}{700} = 0,0023.$$

$S_{+j}$  įvertintų normalizuotų rodiklių sumos apskaičiuojamos pagal (8) formulę:

$$S_{+1} = 0,0088 + 0,0062 + 0,0039 + 0,0090 + 0,0037 + 0,0018 + 0,0055 + 0,0033 + 0,0052 + 0,0043 + 0,0043 + 0,0025 + 0,0035 + 0,0034 + 0,00023 + 0,0036 + 0,0042 + 0,0025 + 0,0062 + 0,0039 + 0,0044 + 0,0023 = 0,0983;$$

...

$$S_{+10} = 0,07463.$$

Variantą apibūdinančių minimizuojančių  $S_{-j}$  rodiklių sumos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$S_{-1} = 0,0076 + 0,0026 + 0,0032 = 0,0134;$$

...

$$S_{-10} = 0,0038 + 0,0055 + 0,0063 = 0,0156.$$

Lyginamųjų variantų santykinis reikšmingumas nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis  $S_{+j}$  ir neigiamomis  $S_{-j}$  savybėmis. Kiekvieno rangovo siūlymo santykinis reikšmingumas  $Q_i$  nustatomas pagal formulę:

$$Q_1 = \frac{0,0066(0,0134 + 0,0075 + 0,0125 + 0,0152 + 0,00127 + 0,0163 + 0,0066 + 0,0097 + 0,0148 + 0,0156)}{0,0134 \cdot \left( \frac{0,0066}{0,0134} + \frac{0,0066}{0,0075} + \frac{0,0066}{0,0125} + \frac{0,0066}{0,0152} + \frac{0,0066}{0,0127} + \frac{0,0066}{0,0163} + \frac{0,0066}{0,0066} + \frac{0,0066}{0,0097} + \frac{0,0066}{0,0148} + \frac{0,0066}{0,0156} \right)};$$

$$Q_1 = 0,1088;$$

...

$$Q_{10} = 0,08367.$$

Apskaičiavus nustatoma rangovų prioritetiškumo eilė (žr. 8 lentelę). Tinkamiausias rangovas pagal visus kriterijus yra  $R_7$ .

## 5. Išvados

Remiantis daugiakriterinio vertinimo metodu COPRAS buvo parengta metodika, leidžianti iš dalyvaujančių konkurse rangovų atrinkti geriausią. Kriterijų, atrinktų pagal FIDIC metodiką, yra dvidešimt šeši. Jais remiantis atliekamas techninis, finansinis, bendrasis ir administracinis vertinimas. Kriterijų svarba nustatoma ekspertų apklausos būdu. Ekspertai – patyrę statybos srityje užsakovai, kurių turi būti ne mažiau kaip penki. Juo ekspertų daugiau, tuo tolesni skaičiavimai tampa tikslesni ir objektyvesni. Ekspertai kriterijams suteikia įvertinimą pagal šimto balų skalę. Svarbesniajam, eksperto manymu, kriterijui suteikiamas aukštesnis įvertinimas.

Kiti skaičiavimai, t. y. sprendimų priėmimo matricos sudarymas bei rezultato skaičiavimas, atliekami daugiakriteriniu COPRAS metodu. Straipsnyje pateikiami ir analizuojami visi 26 kriterijai.

Nustačius kriterijų matavimo vienetus ir maksimizavimo ar minimizavimo variantą, pagal ekspertų apklausos anketų duomenis buvo nustatyta kriterijų svarba.

Analizuojant kiekvieną rangovą buvo užpildyta sprendimų priėmimo matrica. Trijų iš dešimties rangovų vertinimo analizė taip pat pateikta pavyzdyje. Perskaičiavus į bedimensius dydžius, pildoma rangovų atitikimo daugiakri-

terinės analizės rezultatų lentelė. Suskaičiuavus maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių sumą, minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių sumą, rangovo alternatyvos reikšmingumą, buvo nustatytas rangovo alternatyvų prioritetiškumas.

Apskaičiuavus gauta, kad geriausias rangovas iš pretenduojančių – septintas. Jis geriausiai atitiko visus kriterijus.

Straipsnyje pasiūlytas rangovų vertinimo daugiakriterinis metodas nėra sudėtingas ir gali būti plačiai taikomas. Skaičiavimams palengvinti ir paspartinti sukurta kompiuterinė programa.

## Literatūra

1. Metropolitan Washington Airport Authority. Contracting Manual, Washington, 2003.
2. Holt, G. D.; Olomolaiye, P. O.; Harris, F. C. A conceptual alternative to current tendering practice. *Building Research and Information*, Vol 21, No 3, 1993, p. 167–172.
3. Mäkinen, S. Pilot project of lifetime design of asphalt concrete in Finnish road administration. In: *Integrated life-time engineering of buildings and civil infrastructures*, 2003, p. 403–408.
4. Skitmore, M.; Ng, T. Australian project time-cost analysis: statistical analysis of intertemporal trends. *Construction Management and Economics*, No 17, 1999, p. 341–350.
5. Ng, S. T.; Skitmore, R. M. Client and consultant perspectives of prequalification criteria. *Building and Environment*, No 34, 1999, p. 607–621.
6. The law of public purchases of the Republic of Lithuania (Lietuvos Respublikos viešųjų pirkimų įstatymas) *Valstybės žinios* (The State News), 3 December 2002, No IX, 1217 (in Lithuanian).
7. Mitkus, S. Public procurement of construction work: a bimatrix game model. *Statyba* (Civil Engineering), Vol 7, No 4. Vilnius: Technika, 2001, p. 334–338.
8. Hatash, Z.; Skitmore, M. Contractor selection using multicriteria utility theory: an additive model. *Building and Environment*, Vol 33, No 2–3, 1997, p. 105–115.
9. Zavadskas, E. K.; Vilutienė, T. Multi-criteria analysis of multi-family apartment blocks maintenance service packages. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol 10, Suppl 2. Vilnius: Technika, 2004, p. 143–152 (in Lithuanian).
10. Vilutienė, T.; Zavadskas, E. K. The application of multicriteria analysis to decision support for the facility management of a city's residential district. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol 10, No 4. Vilnius: Technika, 2003, p. 241–252.
11. Ustinovičius, L.; Stasiulionis, A. Multicriteria-based estimation of selection of commercial property construction site. *Statyba* (Civil Engineering), Vol 7, No 6. Vilnius: Technika, 2001, p. 474–480 (in Lithuanian).
12. Ustinovičius, L.; Jakučionis, S. Use of the multiple criteria methods by estimating investment projects of Old city buildings' renovation. *Statyba* (Civil Engineering), Vol 6, No 4. Vilnius: Technika, p. 227–237 (in Lithuanian).
13. Ustinovičius, L.; Zavadskas, E. K. Assessment on investment profitability in construction from technological perspectives (Statybos investicijų efektyvumo sistemotechninis įvertinimas). Vilnius: Technika, 2004 (in Lithuanian).
14. Zavadskas, E. K.; Peldschus, F.; Ustinovičius, L.; Turskis, Z. Game theory in building technology and management (Lošimų teorija statybos technologijoje ir vadyboje). Vilnius: Technika, 2004. 196 p. (in Lithuanian).
15. Zavadskas, E. Variantenwahl mit der Nutzensfunktion. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technische Hochschule Leipzig*, 14 (5-6), 1990, p. 263–273.
16. Zavadskas, E.; Peldschus, F.; Kaklauskas, A. Multiple criteria evaluation of projects in construction. Vilnius: Technika, 1994.
17. Zavadskas, E. K.; Ustinovičius, L.; Peldschus, F. Development of software for multiple criteria evaluation. *Informatica*, Vol 14, No 2, 2003, p. 259–272.
18. Zavadskas, E.K.; Kaklauskas, A.; Kvederytė, N. Multivariant design and multiple criteria analysis of building life cycle. *Informatica*, Vol 12, No 1, 2001, p. 169–188.
19. Zavadskas, E. K.; Ustinovichus, L.; Turskis, Z.; Peldschus, F.; Messing, D. LEVI-3.0 – Multiple criteria evaluation program for construction solutions. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol 8, No 3. Vilnius: Technika, 2002, p. 184–191.
20. Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Banaitis, A.; Kvederytė, N. Housing credit access model: The case for Lithuania. *European journal of operational research*, Vol 155, 2004, p. 335–352.
21. Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Raslanas, S. Multivariant design and multiple criteria analysis of building refurbishments. *Energy and Buildings*, Vol 37, No 205, p. 361–372.
22. Peldschus, F.; Zavadskas, E. K. Fuzzy matrix games multicriteria model for decision-making in engineering. *Informatica*, Vol 16, No 1, 2005, p. 107–120.
23. Ustinovičius, L. Determination of efficiency of investment in construction. *International Journal of Strategic Property Management*, Vol 8, No 1. Vilnius: Technika, 2004, p. 25–43.
24. Zavadskas, E.K.; Ustinovichus, L.; Stasiulionis, A. Multicriteria valuation of commercial construction projects for investment purposes. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol 10, No 2. Vilnius: Technika, 2004, p. 151–166.
25. Zavadskas, E.K.; Antučevičienė, J. Evaluation of buildings redevelopment alternatives with an emphasis on the multi-partite sustainability. *International Journal of Strategic Property Management*, Vol 8, No 2. Vilnius: Technika, 2004, p. 121–128.
26. Zavadskas, E.K.; Kaklauskas, A.; Šarka, V. The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and economic development of economy* (Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas), Vol 1, No 3. Vilnius: Technika, 1994, p. 131–139.
27. FIDIC: International Federation of Consulting Engineers. Contest procedure. The first Lithuanian edition (Tarptautinė inžinierių konsultantų federacija. Konkurso procedūra. Pirmasis lietuviškas leidimas), 2001.

**Algirdas ANDRUŠKEVIČIUS.** Doctor. Associate Professor. Dept of Construction Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University.

Doctor of Science (1984). Research interests: building technology and management. Author of more than 100 papers.