

## MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS OF A DWELLING LIFE CYCLE

N. Kvederytė , E. K. Zavadskas & A. Kaklauskas

To cite this article: N. Kvederytė , E. K. Zavadskas & A. Kaklauskas (2000) MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS OF A DWELLING LIFE CYCLE, *Statyba*, 6:3, 179-192, DOI: [10.1080/13921525.2000.10531585](https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531585)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531585>



Published online: 26 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 127



Citing articles: 3 [View citing articles](#) [↗](#)

---

## VIENBUČIŲ GYVENAMŲJŲ NAMŲ GYVAVIMO PROCESO DAUGIAKRITERINĖ ANALIZĖ

N. Kvederytė, E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

### 1. Įvadas

Daugiakriterinė pastato gyvavimo proceso analizė leidžia užsakovo, projektuotojo, rangovo, naudotojo ir kitų pastato gyvavimo proceso dalyvių poreikius derinti su projekto ekonominiais, kokybiniais (architektūriniais, tūriniais, planiniais, estetiniais), teisiniais, techniniais, technologiniais ir kitais sprendimais. Be to, įgyvendinant projektą turi būti imamasi atitinkamų priemonių, kad pastato gyvavimo procesas neturėtų neigiamų socialinių, ekologinių ir kitokių padarinių. Priimami sprendimai turi būti suderinti su pagrindiniais pastato gyvavimo proceso dalyviais atsižvelgiant į tai, kaip efektyviai gali būti patenkinti svarbiausi užsakovo poreikiai. Šie reikalavimai gali būti nustatyti atliekant pastato gyvavimo proceso kiekybinę ir kokybinę analizę.

Pastato gyvavimo proceso efektyvumo lygis priklauso nuo daugelio jį veikiančių kiekybinių ir kokybinių kriterijų, kurių įtaka yra įvertinama pagal šių kriterijų reikšmes ir reikšmingumus. Kintant kiekybinių kriterijų reikšmėms, kinta ir jų reikšmingumas, todėl nustatant kiekybinių kriterijų reikšmingumus būtina atsižvelgti į jų reikšmes. Taip pat būtina tarpusavyje suderinti kiekybinių ir kokybinių kriterijų reikšmingumus, atsižvelgiant į kriterijų reikšmes ir reikšmingumą. Minėtiems tikslams įgyvendinti autorių buvo sukurtas kompleksinis kriterijų reikšmingumo atsižvelgiant į jų kokybines ir kiekybines charakteristikas nustatymo metodas, kuris pateikiamas šiame straipsnyje, be to, pateikiamas ir autorių sukurtas projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas. Šiuo metodu nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir reikšmingumas tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas adekvačiai apibūdinančių kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumų dydžių. Pateikiami taikant šiuos metodus išspręsti konkretūs uždaviniai.

### 2. Daugiakriterinių sprendimų priėmimo metodų diskretinėms alternatyvoms problemoms spręsti apžvalga

Norint iš alternatyvių projektų išrinkti efektyviausią, reikia sudaryti pradinę sprendimų priėmimo matricą ir atlikti projektų daugiakriterinę analizę. Tai atliekama analizuojant su projektais susijusią koncepcinę informaciją lyginant nagrinėjamų projektų kriterijų reikšmes ir reikšmingumus. Nagrinėjamą pastato gyvavimo procesą galima apibūdinti tik remiantis daugelio skirtingą prasmę ir dimensijas turinčių kriterijų sistema. Dėl tokios kriterijų įvairovės yra sunku tiesiogiai lyginti projektus. Vienas iš svarbiausių šios problemos sprendimo uždavinių – nustatyti kriterijų reikšmingumus. Dažniausiai kokybinių kriterijų reikšmės ir kriterijų reikšmingumai nustatomi remiantis ekspertiniais metodais. Ekspertinių metodų teorijos ir praktinio taikymo klausimus statyboje nagrinėjo D. Arditi [1, 2], C. A. Bana E Costa [3, 4], E. K. Zavadskas [5, 6], A. A. Gusakovas [7, 8] ir kiti mokslininkai.

Šiuo metu pasaulyje sukurta nemaža sprendimų priėmimo metodų, taikomų įvairiose žmogaus veiklos srityse. E. K. Zavadskas savo darbuose [5, 6, 9–10] išnagrinėjo ir pritaikė statyboje projektų daugiakriterinio įvertinimo metodus: lošimų teorijos kriterijus (Valdo, Sevidžo, Gurvico, Maksimakso), apibendrintus kriterijus (adityviniai, vidutiniškai svertinės priimamo sprendimo sėkmės, multiplikatyvieji, kombinuotieji, naudingumo funkcijos, artumo idealiam taškui), nuoseklaus optimizavimo metodus (sprendimų suderinamumo, prioritetų nustatymo, nedominojančių variantų išrinkimo), sintezės metodus.

A. Goicoechea [11] analizavo tokius daugiakriterinius sprendimų priėmimo metodus: panaudojamumo įvertinimas (Keeney), kompromisinis programavimas (Zeleny), dirbtinės vertės išvengimas (Haimes), daugiakriterinis Simplekso (Yu, Zeleny), galimų nuostolių išvengimo (Goicoechea, Duckstein) ir kitus.

V. M. Ozernoy [12, 13] pateikė keletą būdingų daugiakriterinių sprendimų priėmimo metodų, tinkančių diskretinėms alternatyvoms problemoms spręsti: reikšmingumo metodai (MacCrimon), daugiakriterinė naudingumo teorija (Keeney, Raiffa), nustatomosios vertės teorija (Dyer, Sarin), analitinis hierarchinis metodas (Saaty), papildomo reikšmingumo įvertinimo funkcija su daline informacija (Kirwood, Sarin), daugiakriterinis metodas, kai informacija neišsami (Weber), alternatyvų lyginimas poromis, remiantis įprastiniais kriterijais (Koksalan, Karwan, Zions), supaprastintas daugiakriterinis naudingumo metodas (Einhorn ir McCoach), ELECTRE I, II ir III (Roy, Vincke).

Įvairių šalių mokslininkai, savo darbuose nagrinėdami daugiakriterinės analizės metodus, neanalizavo tokio tyrimo objekto kaip autoriai: pastato gyvavimo proceso, jame dalyvaujančių suinteresuotų grupių ir projekto efektyvumą veikiančios išorinės aplinkos visumos. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinei analizei atlikti buvo pritaikyti autorių sukurti projektų daugiakriterinės analizės metodai.

Skirtingi pastato gyvavimo proceso etapai: tikslų nustatymas, projektavimas, statyba, pastato eksploatavimas – sudaro visumą. Gerinant (bloginant) atskirus projekto sprendimus (procesus), keičiasi ir likusių sprendimų (procesų) racionalumas bei suinteresuotų grupių pasiektų tikslų lygis. Todėl būtina tiksliai įvertinti ir apskaičiuoti visų pokyčių įtaką galutiniam vertinimo rezultatui. Tuo tikslu ir taikomi toliau pateikti autorių sukurti projektų daugiakriterinės analizės metodai.

### 3. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinės analizės bendroji schema

Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė atliekama tokiais etapais:

- Pastato gyvavimo proceso atskirų sprendimų (žemės sklypų, pastatų, rangovų, eksploatavimo variantų ir t.t.) priėmimo matricių (1 lent.) sudarymas.
- Pastato gyvavimo proceso neracionalių atskirų sprendimų (žemės sklypų, pastatų, rangovų, eksploatavimo variantų ir t. t.) variantų atmetimas:
  - kriterijų reikšmingumo skaičiavimas (4 skyrius),
  - alternatyvų daugiakriterinė analizė (5 skyrius),
  - neracionalių variantų atmetimas.
- Suminės pastato gyvavimo proceso variantų sprendimų priėmimo matricios (7 lent.) sudarymas.
- Pastato gyvavimo proceso variantų daugiakriterinė analizė:
  - kriterijų reikšmingumo skaičiavimas (4 skyrius),
  - alternatyvų daugiakriterinė analizė (5 skyrius).

Pagrindinis šių etapų elementas yra viso pastato gyvavimo proceso ir jo atskirų sprendimų (sklypų, pastatų, rangovų, eksploatavimo variantų ir t. t.) sprendimų priėmimo matricių sudarymas ir alternatyvų daugiakriterinė analizė (1–9 lent.). 1 lentelėje pateikiama pastato gyvavimo proceso  $i$ -ojo sprendimo (sklypų, pastatų, rangovų, eksploatavimo variantų ir t. t.) sprendimų priėmimo matrica. Šioje matricioje stulpeliuose pateikiami nagrinėjami  $n$  alternatyvūs sprendimai, o eilutėse – kiekybinė informacija,

**1 lentelė.** Pastato gyvavimo proceso  $i$ -ojo sprendimo (sklypai, pastatai, rangovai, eksploatavimo variantai ir t. t.) sprendimų priėmimo matrica

**Table 1.** Decision making matrix for  $i$  alternative solution (plots, buildings, contractors, maintenance process, etc) of building life cycle

Nagrinėjami kriterijai		*	Reikšmingumas	Matavimo vienetas	Nagrinėjamos sprendimo alternatyvos					
					1	2	...	$j$	...	$n$
Kiekybiniai	$X_1$	$\tilde{z}_1$	$q_1$	$m_1$	$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1n}$
	$X_2$	$\tilde{z}_2$	$q_2$	$m_2$	$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2j}$	...	$x_{2n}$
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	$X_i$	$\tilde{z}_i$	$q_i$	$m_i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{ij}$	...	$x_{in}$
	$X_l$	$\tilde{z}_l$	$q_l$	$m_l$	$x_{l1}$	$x_{l2}$	...	$x_{lj}$	...	$x_{ln}$
Kokybiniai	$X_{l+1}$	$\tilde{z}_{l+1}$	$q_{l+1}$	$m_{l+1}$	$x_{l+1,1}$	$x_{l+1,2}$	...	$x_{l+1,j}$	...	$x_{l+1,n}$
	$X_{l+2}$	$\tilde{z}_{l+2}$	$q_{l+2}$	$m_{l+2}$	$x_{l+2,1}$	$x_{l+2,2}$	...	$x_{l+2,j}$	...	$x_{l+2,n}$
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	$X_i$	$\tilde{z}_i$	$q_i$	$m_i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	...	$x_{ij}$	...	$x_{in}$
	$X_m$	$\tilde{z}_m$	$q_m$	$m_m$	$x_{m1}$	$x_{m2}$	...	$x_{mj}$	...	$x_{mn}$

\* Ženklas  $\tilde{z}_i$  (+ (-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo reikalavimus

išsamiai apibūdinanti nagrinėjamas alternatyvas. Pastato gyvavimo proceso atskirų sprendimų alternatyvas aprašant kiekybine forma, pateikiama jų įvairius aspektus (ekonominius, teisinius, socialinius, techninius, technologinius, infrastruktūrinius, kokybinius) apibūdinanti informacija. Kiekybinė informacija apima kriterijų sistemas ir posistemius, matavimo vienetus, reikšmes ir pradinius reikšmingumus, minimizuojantį ar maksimizuojantį kriterijų, informaciją apie alternatyvių projekto variantų sudarymą.

Remiantis I lentelėje pateikta matrica sudaroma suminė pastato gyvavimo proceso sprendimų priėmimo matrica. Šiuo atveju matricos stulpeliuose pateikiamos nagrinėjamos kompleksinės  $n$  pastato gyvavimo proceso alternatyvos (sudarytos iš atskirų sprendimų alternatyvų), o eilutėse pateikiama jas išsamiai apibūdinanti kiekybinė informacija.

Alternatyvų daugiakriterinės analizės metu informacija apdorojama matriciniu būdu. Sprendimų priėmimo matricioje kriterijai grupuojami į dvi grupes: kiekybinius ir kokybinius (I lent.) – taip lengviau atlikti variantų daugiakriterinę analizę, taip pat geriau matoma skaičiavimų prasmė.

#### 4. Kriterijų reikšmingumo nustatymas

Ekspertiniais metodais nustatę kriterijų reikšmingumus sužinome, kiek vienas kriterijus yra svarbesnis už kitą. Tačiau ekspertiniais metodais ne visiškai tiksliai apskaičiuojami kiekybinių kriterijų (pastato, sklypo kaina, eksploatavimo išlaidos, statybos trukmė ir t. t.) reikšmingumai. Kintant kiekybinių kriterijų reikšmėms, kinta ir jų reikšmingumas. Todėl nustatant kiekybinių kriterijų reikšmingumus būtina atsižvelgti į jų reikšmes. Taip pat būtina tarpusavyje suderinti kiekybinių ir kokybinių kriterijų reikšmingumus. Toliau pateikiamas kompleksinis kriterijų reikšmingumo nustatymo metodas, leidžiantis įvertinti kriterijų kokybines ir kiekybines charakteristikas.

Kriterijų reikšmingumus galima skaičiuoti keliais metodais. Autorių sukurtą metodą, pateiktą kitame poskyryje, racionalu taikyti, kai alternatyvos vertinamos remiantis keliais kiekybiniais kriterijais. Kai kriterijų sistemoje yra vienas kiekybinis kriterijus, kriterijų reikšmingumui nustatyti paprasčiau taikyti ekspertinius metodus.

#### 4.1. Kompleksinis kriterijų reikšmingumo nustatymo metodas, atsižvelgiant į jų kokybines ir kiekybines charakteristikas

Atliekant projektų daugiakriterinę analizę, būtina normalizuoti projektus apibūdinančias kriterijų reikšmes ir po to jas įvertinti. Tai atlikus galima tarpusavyje lyginti skirtingų matavimų vienetų kriterijų reikšmes ir nustatyti efektyviausias alternatyvas. Kriterijų vertinimo metu kriterijų normalizuotos reikšmės dauginamos iš jų reikšmingumo. Todėl visų kriterijų reikšmingumai privalo būti tarpusavyje suderinti, atsižvelgiant į jų kiekybines ir kokybines charakteristikas. Kiekybinių kriterijų reikšmingumai gali būti tarpusavyje tiksliai suderinti, išreiškus kiekybinių kriterijų reikšmes ekvivalentiška joms pinigine išraiška. Suderinus tarpusavyje kiekybinių kriterijų reikšmingumus, tas pat atliekama ir su kokybinių kriterijų reikšmingumais.

Nustačius alternatyvas apibūdinančių kriterijų sistemą, apskaičiavus kriterijų reikšmes ir jų pradinius reikšmingumus bei juos pateikus sprendimų matricos pavidalu, reikia nustatyti realius kriterijų reikšmingumus. Pagal siūlomą metodą kriterijų reikšmingumai skaičiuojami taip:

1. Nustatomi kiekybinių kriterijų reikšmingumai (1–4 etapai),
2. Nustatomi kokybinių kriterijų reikšmingumai (5–7 etapai).

1 etapas. Nustatoma kiekvieno kiekybinio kriterijaus reikšmių suma:

$$S_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad i = \overline{1, t}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

čia  $x_{ij}$  –  $j$  sprendimo varianto  $i$  kriterijaus reikšmė;  $t$  – kiekybinių kriterijų skaičius;  $n$  – lyginamų variantų skaičius.

2 etapas. Kiekvienas kiekybinis kriterijus išreiškiamas sumine pinigine išraiška:

$$P_i = S_i \cdot p_i, \quad i = \overline{1, t}. \quad (2)$$

čia  $p_i$  –  $i$  kriterijaus pradinis reikšmingumas.  $p_i$  turi būti matuojamas tokio matavimo vienetu, kad jį padauginę iš kiekybinio kriterijaus reikšmės gautume jai ekvivalentišką pinigine išraiška.

Vertinant kiekybinius kriterijus pagal jų įtaką pastatui jo gyvavimo metu, santykinai jie gali būti skirstomi į:

- vienkartinius, turinčius įtakos efektyvumui apibrėžta laiko tarpą;
- ilgalaikius, turinčius įtakos efektyvumui per visą gyvavimo laiką.

Ilgalaikių kriterijų pradinis reikšmingumas priklauso nuo kriterijaus matavimo vieneto piniginio įvertinimo:

$$p_i = e \cdot f_i, \quad (3)$$

čia  $e$  – projekto atsipirkimo laikas;  $f_i$  –  $i$  kriterijaus matavimo vieneto piniginis įvertinimas.

Vienkartinių kriterijų pradinis reikšmingumas lygus kriterijaus matavimo vieneto piniginiam įvertinimui:

$$p_i = f_i. \quad (4)$$

Kiekybinio kriterijaus pradinio reikšmingumo prasme pasireiškia tuo, kad jį padauginus iš kiekybinio kriterijaus reikšmės gaunama nagrinėjamo rodiklio, skaičiuojamo per visą pastato gyvavimo laiką, pinigine išraiška.

3 etapas. Visa kiekybinių kriterijų reikšmių, išreikštų pinigine išraiška, suma nustatoma taip:

$$V = \sum_{i=1}^t P_i, \quad i = \overline{1, t}. \quad (5)$$

4 etapas. Projektą apibūdinančių kiekybinių kriterijų reikšmingumai nustatomi taip:

$$q_i = \frac{P_i}{V}, \quad i = \overline{1, t}. \quad (6)$$

Šiuo atveju kiekybinių kriterijų reikšmingumų suma lygi vienetui:

$$\sum_{i=1}^t q_i = 1. \quad (7)$$

Pastato gyvavimo procesą apibūdinančių kokybinių kriterijų reikšmingumai nustatomi 5–7 etapais.

5 etapas. Norint tarpusavyje visiškai suderinti kiekybinių ir kokybinių kriterijų reikšmingumus, nustatomas lyginamasis etalonas  $E$ . Jis lygus bet kokių pasirinktų kiekybinių kriterijų reikšmingumų sumai. Vienas iš pagrindinių reikalavimų, keliamų šiam etalonui, yra tas, kad jį būtų galima pagal naudingumą lyginti su visais kokybiniais kriterijais. Šiuo atveju visų kokybinių kriterijų reikšmingumai nustatomi lyginant jų teikiamą naudą su lyginamojo etalono reikšmingumu  $E$ , kuris nustatomas pagal tokią formulę:

$$E = \sum_{z=1}^g q_z, \quad (8)$$

čia  $g$  – kiekybinių kriterijų, įeinančių į lyginamąjį etaloną, skaičius;  $q_z$  – kiekybinio kriterijaus, įeinančio į lyginamąjį etaloną, reikšmingumas.

6 etapas. Kokybinių kriterijų pradiniai reikšmingumai  $v_i$  nustatomi ekspertiniais metodais lyginant jų santykinį reikšmingumą su pasirinktu lyginamojo etalono reikšmingumu  $E$ . Šiuo atveju kokybinių kriterijų santykinis reikšmingumas nustatomas procentais.

7 etapas. Kokybinių kriterijų reikšmingumai nustatomi taip:

$$q_i = \frac{v_i \cdot E}{100}, \quad i = t+1, \dots, m. \quad (9)$$

Kaip matome, šiuo metodu galima apskaičiuoti ir tarpusavyje maksimaliai suderinti kiekybinių ir kokybinių kriterijų reikšmingumus, atsižvelgiant į jų kiekybines ir kokybines charakteristikas. Toliau pateikiame taikant šį metodą išspręstą konkretų uždavinį.

#### 4.2. Kompleksinio kriterijų reikšmingumo nustatymo praktinis pritaikymas

Užsakovas nori pasistatyti efektyvų vienbutį gyvenamąjį namą racionalioje gyvenamojoje aplinkoje. Analizuojami 5 žemės sklypų, 5 vienbučių gyvenamųjų namų, 3 rangovų ir galimi eksploatavimo alternatyvūs variantai. Remiantis 2 lentelėje pateikta kriterijų sistema atliekama alternatyvių vienbučių gyvenamųjų namų daugiakriterinė analizė. Alternatyvūs žemės sklypų variantai vertinami pagal 4 lentelėje pateiktus kriterijus. Toliau trumpai aprašomos kriterijų sistemos, kuriomis remiantis atliekama rangovų ir eksploatavimo variantų daugiakriterinė analizė.

Alternatyvūs rangovų variantai vertinami pagal tokius kriterijus: kaina; statybos firmos finansinis patikimumas; gamybinis pajėgumas; techninio ir vadovaujančiojo statybos aikštelės personalo kvalifikacija ir patirtis; atlikti panašūs projektai; galutinė produkcijos kokybė; sugebėjimas projektus įgyvendinti pagal numatytus planus, biudžetą; statybos aikštelės organizavimas ir priežiūra; saugaus darbo užtikrinimas; darbų apimtys per pastaruosius 3 metus; santykiai su subrangovais; santykiai su užsakovais; darbo santykiai ir darbo politika; nutrauktos arba nelaiku baigtos sutartys.

Alternatyvūs eksploatavimo variantai parenkami atsižvelgiant į alternatyviojo projektavimo metu gautus

**2 lentelė.** Alternatyvių vienbučių gyvenamųjų namų variantų kompleksinis kriterijų reikšmingumo nustatymas pagal jų kokybines ir kiekybines charakteristikas

**Table 2.** Complex determination of the significances of the criteria of dwelling alternatives according to their quantitative and qualitative characteristics

Sprendimų priėmimo matrica												
Nagrinėjami kriterijai	Kriterijų matavimo vienetai	*	Alternatyvių vienbučių gyvenamųjų namų kriterijų skaitinės reikšmės					Pradiniai reikšmingumai, $P_i$	Skaitydavimas			
			Kiekybiniai rodikliai						Kiekybinių kriterijų sumos, $S_i$	Suminės pinigines išraiškos, $P_i$	Kriterijų reikšmingumai, $q_i$	
			1	2	3	4	5					
1. Sąmatinė kaina	tūkst. Lt	-	329,657	611,413	418,708	345,485	343,477	<b>1</b>	<b>2048,740</b>	<b>2048,740</b>	<b>0,8797</b>	
2. Metinės sąlyginio kuro sąnaudos	t/m.	-	2,99	4,03	3,14	2,62	2,79	50	15,57	280,260	<b>0,1203</b>	
V = 2329,000												
Kokybiniai rodikliai												
3. Pastato fizinis ilgaamžiškumas	metai	+	50	100	100	50	50	0,132	-	-	<b>0,1161</b>	
4. Pastato komforto lygis	balai	+	7,80	9,73	8,67	8,00	5,73	0,285	-	-	<b>0,2507</b>	
5. Pastato kompaktiškumas	balai	+	8,40	4,87	9,40	9,00	7,00	0,031	-	-	<b>0,0273</b>	
6. Naudingasis plotas	balai	+	10,00	1,00	7,00	9,00	10,00	0,178	-	-	<b>0,1566</b>	
7. Bendrasis plotas	balai	+	9,00	1,00	8,00	10,00	9,00	0,103	-	-	<b>0,0906</b>	
8. Garažas	balai	+	10,00	10,00	9,00	8,00	6,00	0,071	-	-	<b>0,0625</b>	
9. Patalpų aukštis	balai	+	9,67	9,33	9,67	9,33	9,33	0,043	-	-	<b>0,0378</b>	
10. Pastato aukštingumas	balai	+	8,67	7,47	8,93	9,40	6,87	0,082	-	-	<b>0,0721</b>	
11. Pastato eksterjeras	balai	+	6,80	8,80	9,60	9,33	7,00	0,021	-	-	<b>0,0185</b>	
12. Medžiagų kėnkšmingumas	balai	-	1,00	6,00	6,00	2,00	1,00	0,140	-	-	<b>0,1232</b>	
13. Sienų garso izoliacinės savybės	balai	+	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,059	-	-	<b>0,0519</b>	
14. Pastato atsparumas ugniai	balai	-	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00	0,075	-	-	<b>0,0660</b>	

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

žemės sklypų ir gyvenamųjų namų derinius ir vertinami pagal tokius pasirinktus kriterijus: naudojimo išlaidos (metinis žemės mokestis, išlaidos pastatui šildyti, jo priežiūrai ir remontui), šildymo sistemos priežiūros patogumas.

Vertinamų alternatyvių vienbučių gyvenamųjų namų ir eksploataavimo variantų kriterijų reikšmingumai nustatomi remiantis kompleksiniu kriterijų reikšmingumo nustatymo metodu (4.1 poskyris). Toliau kriterijų reikšmingumų nustatymas taikant šį metodą trumpai pateikiamas vienbučių gyvenamųjų namų kriterijų reikšmingumo nustatymo pavyzdžiu. Kriterijų reikšmingumo nustatymas atliekamas remiantis sprendimų priėmimo matrica (2 lent.) ir (1–9) formulėmis. Skaičiavimai buvo atlikti „Microsoft Excel 97“ skaičiuokle.

Norint išreikšti visus kiekybinius kriterijus sumine pinigine išraiška, būtina nustatyti jų pradinis reikšmingumus. Vienkartinį kriterijų (statybos sąmatinė kaina) pradinis reikšmingumas lygus kriterijaus mato vieneto piniginei išraiškai. Sąmatinės kainos pradinis reikšmingumas lygus 1 (2 lent.), nes ji vertinama kaip vienkartinė įmoka. Ilgalaikių kriterijų (metinės sąlyginio kuro sąnaudos) pradinis reikšmingumas priklauso nuo pastato ilgaamžiškumo ir nuo kriterijaus mato vieneto piniginiu įvertinimo. Šiuo atveju pastato ilgaamžiškumas imamas 50 metų (2 lent.). Kadangi metinės sąlyginio kuro sąnaudos yra išreikštos naftos ekvivalentu, todėl skaičiuojant kuro tona vertinama 360 Lt.

Norint tarpusavyje suderinti kiekybinių ir kokybinių kriterijų reikšmingumus, nustatomas lyginamasis etalonas  $E$ . Kaip lyginamąjį etaloną ekspertai pasirenko statybos sąmatinę kainą, todėl tolesniems skaičiavimams naudojamas reikšmingumas  $E = 0,8797$  (2 lent.).

Kokybinių kriterijų pradiniai reikšmingumai nustatomi taikant ekspertinius metodus. Pavyzdžiui, buvo nustatyta, kad pastato komforto lygis užsakovui lygus 28,5% sąmatinės kainos reikšmingumo. Todėl pastato komforto lygio pradinis reikšmingumas  $v_4 = 0,285$  (2 lent.). Atsižvelgiant į pradinis reikšmingumus nustatyti kokybinių kriterijų reikšmingumai pateikti 2 lentelėje.

Taikant kompleksinį kriterijų reikšmingumo nustatymo metodą buvo nustatyti alternatyvių vienbučių gyvenamųjų namų kiekybinių ir kokybinių kriterijų reikšmingumai. Iš 2 lentelės matyti, kad reikšmingiausi kriterijai yra: sąmatinė kaina ( $q_1 = 0,8797$ ); pastato komforto lygis ( $q_4 = 0,2507$ ); naudingasis plotas ( $q_6 = 0,1566$ ); naudotų medžiagų kenksmingumas žmogaus sveikatai ( $q_{12} =$

$= 0,1232$ ); metinės sąlyginio kuro sąnaudos ( $q_2 = 0,1203$ ).

Vertinamų alternatyvių eksploataavimo variantų kriterijų reikšmingumai nustatomi analogiškai sudarant sprendimų priėmimo matricą. Eksploataavimo variantai parenkami atsižvelgiant į alternatyviojo projektavimo metu gautus sklypų ir gyvenamųjų namų variantų derinius. Pavyzdžiui, analizuojami galimi eksploataavimo variantai pirmajame pastato gyvavimo proceso variante (8 lent.) gautam 3 sklypo ir 1 namo deriniui. Taikant kompleksinį kriterijų reikšmingumo nustatymo metodą, šiam deriniui gauti tokie eksploataavimo variantų vertinimo kriterijų reikšmingumai: metinės išlaidos kurui  $q_1 = 0,2898$ ; metinis žemės mokestis  $q_1 = 0,0565$ ; metinės išlaidos namo priežiūrai ir remontui  $q_3 = 0,6537$ ; patogumas naudotis šildymo sistema  $q_4 = 0,0217$ .

Kompleksinis kriterijų reikšmingumo nustatymo metodas taikomas, kai sprendimų alternatyvos vertinamos remiantis keliais kiekybiniais kriterijais. Kai kriterijų sistemoje yra vienas kiekybinis kriterijus, kriterijų reikšmingumams nustatyti paprasčiau taikyti ekspertinius metodus. Kadangi toks atvejis yra vertinant alternatyvius žemės sklypų, rangovų variantus, šiuos sprendimus apibūdinančių kriterijų reikšmingumai buvo nustatyti remiantis ekspertiniu vertinimu. Gauti kriterijų reikšmingumai pateikti žemės sklypų pavyzdžiu (4 lent.). Iš 4 lentelės matyti, kad reikšmingiausi kriterijai yra: žemės sklypo kaina ( $q_1 = 0,4369$ ); inžineriniai įrenginiai ( $q_2 = 0,2153$ ); žemės sklypo padėtis kitų sklypų atžvilgiu ( $q_{12} = 0,0469$ ); žemės sklypo dydis ( $q_{10} = 0,0378$ ); žemės sklypo konfiguracija ( $q_{11} = 0,0340$ ).

## 5. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinis vertinimas

### 5.1. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas

Projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodu nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir reikšmingumas tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo alternatyvas adekvačiai apibūdinančių kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumų dydžių. Kriterijų sistemą nustato ir kriterijų reikšmes bei pradinis reikšmingumus apskaičiuoja ekspertai. Visą šią informaciją gali koreguoti suinteresuotos grupės (užsakovas, naudotojai ir pan.), atsižvelgdamos į tikslus, kurių siekia, ir savo galimybes.

Projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodu nagrinėjamų alternatyvų prioritetiškumas ir reikšmingumas skaičiuojami keturiais etapais.

1 etapas. Sudaroma įvertinta normalizuota sprendimų priėmimo matrica  $D$  (3 lent.). Šio etapo tikslas – iš lyginamų rodiklių gauti bedimensius įvertintus dydžius. Kai žinomi bedimensiai įvertinti dydžiai, galima palyginti visus skirtingų matavimo vienetų rodiklius. Tam taikoma tokia formulė:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (10)$$

čia  $x_{ij}$  –  $i$  kriterijaus reikšmė  $j$  sprendimo variante;  $m$  – kriterijų skaičius;  $n$  – lyginamų variantų skaičius;  $q_i$  –  $i$  kriterijaus reikšmingumas.

Kiekvieno kriterijaus  $x_i$  gautų bedimensių įvertintų reikšmių  $d_{ij}$  suma visada lygi šio kriterijaus reikšmingumui  $q_i$ :

$$q_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Kitaip sakant, nagrinėjamo kriterijaus reikšmingumo  $q_i$  reikšmė proporcingai paskirstoma visiems alternatyviems variantams  $a_j$  atsižvelgiant į jų reikšmes  $x_{ij}$ .

2 etapas. Apskaičiuojamos  $j$  variantą apibūdinančių minimizuojančių (jų mažesnė reikšmė yra geresnė, pvz., pastato kaina, sklypo kaina)  $S_{-j}$  ir maksimizuojančių (jų didesnė reikšmė yra geresnė, pvz., pastato komfortiškumas, eksterjeras)  $S_{+j}$  įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^m d_{+ij}; \quad S_{-j} = \sum_{i=1}^m d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Šiuo atveju  $S_{+j}$  (juo didesnis šis dydis, tuo daugiau įgyvendinama suinteresuotų grupių tikslų) ir  $S_{-j}$  (juo mažesnis šis dydis, tuo daugiau įgyvendinama suinteresuotų grupių tikslų) dydžiai išreiškia kiekvieno alternatyvaus projekto suinteresuotų grupių pasiektų tikslų laipsnį.

Bet kuriuo atveju visų alternatyvių projektų „pliusų“  $S_{+j}$  ir „minusų“  $S_{-j}$  sumos visada yra atitinkamai lygios visoms maksimizuojančių ir minimizuojančių kriterijų reikšmingumų sumoms:

$$S_{+} = \sum_{j=1}^n S_{+j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{+ij},$$

$$S_{-} = \sum_{j=1}^n S_{-j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (13)$$

Taip dar kartą galima patikrinti atliktų skaičiavimų teisingumą.

3 etapas. Lyginamų variantų santykinis reikšmingumas nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis  $S_{+j}$  ir neigiamomis  $S_{-j}$  savybėmis. Kiekvieno projekto  $a_j$  santykinis reikšmingumas  $Q_j$  nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (14)$$

4 etapas. Nustatomas projektų prioritetiškumas. Juo didesnis  $Q_j$ , tuo didesnis projekto efektyvumas.

3 lentelė. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinės analizės rezultatai

Table 3. Building life cycle multiple criteria analysis results

Nagrinėjami kriterijai	Kriterijų matavimo vienetai	*	Kriterijų reikšmingumas	Normalizuotų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės (matrica $D$ )					
				1	2	...	$j$	...	$n$
$X_1$	$m_1$	$\tilde{z}_1$	$q_1$	$d_{11}$	$d_{12}$	...	$d_{1j}$	...	$d_{1n}$
$X_2$	$m_2$	$\tilde{z}_2$	$q_2$	$d_{21}$	$d_{22}$	...	$d_{2j}$	...	$d_{2n}$
$X_3$	$m_3$	$\tilde{z}_3$	$q_3$	$d_{31}$	$d_{32}$	...	$d_{3j}$	...	$d_{3n}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$X_j$	$m_j$	$\tilde{z}_j$	$q_j$	$d_{j1}$	$d_{j2}$	...	$d_{jj}$	...	$d_{jn}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$X_m$	$m_m$	$\tilde{z}_m$	$q_m$	$d_{m1}$	$d_{m2}$	...	$d_{mj}$	...	$d_{mn}$
Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				$S_{+1}$	$S_{+2}$	...	$S_{+j}$	...	$S_{+n}$
Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma				$S_{-1}$	$S_{-2}$	...	$S_{-j}$	...	$S_{-n}$
Projekto alternatyvos reikšmingumas				$Q_1$	$Q_2$	...	$Q_j$	...	$Q_n$
Projekto alternatyvos prioritetiškumas				$Pr_1$	$Pr_2$	...	$Pr_j$	...	$Pr_n$
Projekto alternatyvos naudingumo laipsnis				$N_1$	$N_2$	...	$N_j$	...	$N_n$

\* Ženklas  $\tilde{z}_j$  (+ (-)) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo poreikius



Išanalizavus pateiktą metodą galima padaryti išvadą, kad juo remiantis gana paprasta įvertinti ir išrinkti efektyviausius projektus. Be to, suformuotas apibendrinamasis kriterijus  $Q_j$  tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo lyginamųjų kriterijų reikšmių  $x_{ij}$  ir reikšmingumų  $q_i$  santykinės įtakos galutiniam rezultatui. Toliau pateikiame pagal pasiūlytą metodą išspręstą konkretų uždavinį.

Projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas buvo taikomas nagrinėjamų žemės sklypų, vienbučių gyvenamųjų namų, rangovų ir eksploataavimo variantų ir iš šių sprendimų efektyviausių variantų, suprojektuotų pastato gyvavimo proceso alternatyvų prioritetiškumui ir reikšmingumui nustatyti. Šiuo atveju pradinės sąlygos ir duomenys yra tokie patys kaip anksčiau aprašyto uždavinio. Projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas pateikiamas atskirų sprendimų: vienbučių gyvenamųjų namų (6 lent.), žemės sklypų (7 lent.) ir viso pastato gyvavimo proceso (8 lent.) – alternatyvų prioritetiškumo ir reikšmingumo nustatymo pavyzdžiu.

## 5.2. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinės analizės praktinis pritaikymas

Norint nustatyti galimus kompleksinius pastato gyvavimo proceso variantus ir atlikti šių variantų daugiakriterinę analizę, visų pirma reikia atlikti pasirinktų

sprendimų (žemės sklypų, vienbučių gyvenamųjų namų, rangovų ir eksploataavimo variantų) daugiakriterinę analizę. Daugiakriterinis sprendimų alternatyvų vertinimas pateikiamas vienbučių gyvenamųjų namų ir žemės sklypų pavyzdžiu. Pradiniai duomenys, kurių reikia vienbučių gyvenamųjų namų daugiakriterinei analizei atlikti, pateikti 2 lentelėje, žemės sklypų – 4 lentelėje. Remiantis 5.1 poskyryje pateiktomis (10)–(14) formulėmis atliktos vienbučių gyvenamųjų namų ir žemės sklypų daugiakriterinės analizės rezultatai pateikti 6 ir 7 lentelėse.

Visų alternatyvų  $S_{+j}$  ir  $S_{-j}$  sumos yra atitinkamai lygios visoms maksimizuojančių ir minimizuojančių kriterijų reikšmingumų sumoms ((13) formulė). Konkrečiai vienbučių gyvenamųjų namų atveju gautos tokios reikšmės:

$$S_{+} = 0,8621; S_{-} = 1,1891;$$

žemės sklypų atveju:

$$S_{+} = 0,5416; S_{-} = 0,4584.$$

Iš 6 lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad  $Q_1 > Q_4 > Q_5 > Q_3 > Q_2$ , tai pagal prioritetiškumą geriausias yra pirmasis gyvenamojo namo variantas ( $Q_1 = 0,4674$ ). Pagal gyvenamųjų namų variantų daugiakriterinio įvertinimo rezultatus bei jų prioritetiškumą (6 lent.) esant nurodytoms pradinėms sąlygoms racionaliausias yra pirmasis vienbutis gyvenamasis namas.

4 lentelė. Pradiniai duomenys žemės sklypų daugiakriterinei analizei atlikti

Table 4. Initial data for plots multiple criteria analysis

Nagrinėjami kriterijai	Kriterijų matavimo vienetas	*	Kriterijų reikšmingumas	Lyginamų variantų kriterijų skaitinės reikšmės				
				1	2	3	4	5
1. Kaina	Lt/m <sup>2</sup>	–	0,4369	120	80	40	46	29
2. Inžineriniai įrenginiai (elektros linija, vandentiekio, kanalizacijos, šilumos tinklai, dujotiekis)	balai	+	0,2153	10,00	10,00	10,00	10,00	3,00
3. Telefonas	balai	+	0,0297	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
4. Poilsio galimybės	balai	+	0,0256	7,40	1,20	10,00	10,00	2,07
5. Keliai ir susisiekimo galimybės	balai	+	0,0315	10,00	8,27	3,60	3,60	2,73
6. Gyvenamoji teritorija	balai	+	0,0289	9,13	9,60	7,07	7,07	3,60
7. Kaimynai	balai	+	0,0230	9,33	9,60	7,47	7,60	4,80
8. Rajono prestižas	balai	+	0,0259	9,53	9,27	7,40	7,40	1,00
9. Rajono plėtros galimybės	balai	+	0,0177	9,60	8,67	4,07	4,07	1,00
10. Žemės sklypo dydis	balai	+	0,0378	8,40	9,40	6,80	6,80	9,20
11. Žemės sklypo konfiguracija	balai	+	0,0340	9,47	9,73	7,47	5,67	8,00
12. Žemės sklypo padėtis kitų sklypų atžvilgiu	balai	+	0,0469	10,00	8,47	5,87	8,53	8,53
13. Grunto ypatumai	balai	+	0,0253	10,00	10,00	9,00	9,00	10,00
14. Oro užterštumas	balai	–	0,0215	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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

Iš 7 lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad  $Q_3 > Q_5 > Q_4 > Q_2 > Q_1$ , tai pagal prioritetiškumą geriausias yra trečiasis sklypas ( $Q_3 = 0,2237$ ). Pagal žemės sklypų variantų daugiakriterinio įvertinimo rezultatus bei jų prioritetiškumą (7 lent.) esant nurodytoms pradinėms sąlygoms racionaliausias yra trečiasis žemės sklypas. Remiantis pateiktu daugiakriterinės analizės metodu (5.1 poskyris) rangovų bei eksploatavimo variantai buvo įvertinti analogiškai, sudarant alternatyvų sprendimų priėmimo matricas.

Vėliau sudaromi galimi pastato gyvavimo proceso variantai. Iš visų nagrinėtų sprendimų alternatyvų (5 žemės sklypų, 5 vienbučių gyvenamųjų namų, 3 rangovų ir galimų eksploatavimo variantų) pastato gyvavimo proceso alternatyviems variantams sudaryti pasirenkame po 3 efektyviausius variantus (5 lent.).

**5 lentelė.** Sprendimų geriausių alternatyvų prioritetiškumas

**Table 5.** Most efficient solution alternatives set according their priorities

Nagrinėjami sprendimai	Sprendimų geriausių alternatyvų prioritetiškumo eilė		
	1	2	3
1. Žemės sklypų variantai	3	5	4
2. Vienbučių gyvenamųjų namų variantai	1	4	5
3. Rangovų variantai	1	3	2
4. Eksploatavimo variantai	1	2	3

**6 lentelė.** Alternatyvių vienbučių gyvenamųjų namų variantų daugiakriterinio įvertinimo rezultatai bei jų prioritetiškumo ir naudingumo laipsnio nustatymas

**Table 6.** Dwelling alternatives multiple criteria analysis results and determination of the priority and utility degree of alternatives

Nagrinėjami kriterijai	Kriterijų matavimo vienetai	*	Kriterijų reikšmingumas	Normalizuotų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės				
				1	2	3	4	5
1. Sąmatinė kaina	tūkst. Lt	-	0,8797	0,1415	0,2625	0,1798	0,1483	0,1475
2. Metinės sąlyginio kuro sąnaudos	l/m.	-	0,1203	0,0231	0,0311	0,0243	0,0202	0,0216
3. Pastato fizinis ilgaamžiškumas	metai	+	0,1161	0,0166	0,0332	0,0332	0,0166	0,0166
4. Pastato komforto lygis	balai	+	0,2507	0,0490	0,0611	0,0544	0,0502	0,0360
5. Pastato kompaktiškumas	balai	+	0,0273	0,0059	0,0034	0,0066	0,0063	0,0049
6. Naudingasis plotas	balai	+	0,1566	0,0423	0,0042	0,0296	0,0381	0,0423
7. Bendrasis plotas	balai	+	0,0906	0,0220	0,0024	0,0196	0,0245	0,0220
8. Garažas	balai	+	0,0625	0,0145	0,0145	0,0131	0,0116	0,0087
9. Patalpų aukštis	balai	+	0,0378	0,0063	0,0061	0,0063	0,0061	0,0061
10. Pastato aukštingumas	balai	+	0,0721	0,0120	0,0103	0,0124	0,0130	0,0095
11. Pastato eksterjeras	balai	+	0,0185	0,0030	0,0039	0,0043	0,0042	0,0031
12. Medžiagų kenksmingumas	balai	-	0,1232	0,0077	0,0462	0,0462	0,0154	0,0077
13. Sienų garso izoliacinės savybės	balai	+	0,0519	0,0104	0,0104	0,0104	0,0104	0,0104
14. Pastato atsparumas ugniai	balai	-	0,0660	0,0147	0,0110	0,0110	0,0147	0,0147
Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma $S_{+j}$				0,1821	0,1496	0,1898	0,1810	0,1596
Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma $S_{-j}$				0,1870	0,3508	0,2612	0,1986	0,1914
Varianto reikšmingumas $Q_j$				0,4674	0,3017	0,3941	0,4496	0,4384
Varianto prioritetiškumas				1	5	4	2	3
Varianto naudingumo laipsnis $N_j$ , proc.				100	64,55	84,32	96,19	93,80

Kai pastato gyvavimo proceso deriniai sudaromi imant po  $p$  alternatyvų iš kiekvieno  $c$  sprendimo, didžiausią sudarytų projektų skaičių galima nustatyti pagal tokią formulę [14]:

$$K = \prod_{i=1}^c p_i, \quad (15)$$

čia  $c$  – sprendimų skaičius sudarant pastato gyvavimo proceso variantus;  $p$  – kiekvieno sprendimo geriausių alternatyvų, naudojamų sudaryti pastato gyvavimo proceso variantus, skaičius.

Kadangi šiuo atveju pastato gyvavimo proceso alternatyvūs variantai sudaromi naudojant po 3 sprendimų alternatyvas (5 lent.), didžiausias sudarytų pastato gyvavimo proceso variantų skaičius lygus 81. Toliau remiantis gautais pastato gyvavimo proceso alternatyviais variantais ir apie šiuos variantus sudarančius sprendimus (sklypus, namus, rangovus, eksploatavimo variantus) turima informacija sudaroma suminė pastato gyvavimo proceso variantų sprendimų priėmimo matrica (8 lent.). Sprendimų priėmimo matricoje (8 lent.) stulpeliuose pateikiami nagrinėjami  $n$  alternatyvūs pastato gyvavimo proceso variantai, o eilutėse – kiekybinė informacija, išsamiai apibūdinanti šias nagrinėjamas alternatyvas. Mūsų atveju yra nagrinėjamas 81 pastato gyvavimo proceso variantas. Kiekvienas pastato gyvavimo proceso variantas yra formuojamas iš atskirų ši procesą sudarančių sprendimų.

7 lentelė. Alternatyvių žemės sklypų variantų daugiakriterinio įvertinimo rezultatai bei jų prioriteto ir naudingumo laipsnio nustatymas

Table 7. Plot alternatives multiple criteria analysis results and determination of the priority and utility degree of alternatives

Nagrinėjami kriterijai	Kriterijų matavimo vienetai	*	Kriterijų reikšmingumas	Normalizuotų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės				
				1	2	3	4	5
1. Kaina	Lt/m <sup>2</sup>	-	0,4369	0,1663	0,1109	0,0554	0,0637	0,0406
2. Inžineriniai įrenginiai (elektros linija, vandentiekio, kanalizacijos, šilumos tinklai, dujotiekis)	balai	+	0,2153	0,0501	0,0501	0,0501	0,0501	0,0150
3. Telefonas	balai	+	0,0297	0,0059	0,0059	0,0059	0,0059	0,0059
4. Poilsio galimybės	balai	+	0,0256	0,0062	0,0010	0,0083	0,0083	0,0017
5. Keliai ir susisiekimo galimybės	balai	+	0,0315	0,0112	0,0092	0,0040	0,0040	0,0030
6. Gyvenamoji teritorija	balai	+	0,0289	0,0072	0,0076	0,0056	0,0056	0,0029
7. Kaimynai	balai	+	0,0230	0,0055	0,0057	0,0044	0,0045	0,0028
8. Rajono prestižas	balai	+	0,0259	0,0071	0,0069	0,0055	0,0055	0,0007
9. Rajono plėtros galimybės	balai	+	0,0177	0,0062	0,0056	0,0026	0,0026	0,0006
10. Žemės sklypo dydis	balai	+	0,0378	0,0078	0,0088	0,0063	0,0063	0,0086
11. Žemės sklypo konfigūracija	balai	+	0,0340	0,0080	0,0082	0,0063	0,0048	0,0067
12. Žemės sklypo padėtis kitų sklypų atžvilgiu	balai	+	0,0469	0,0113	0,0096	0,0066	0,0097	0,0097
13. Grunto ypatumai	balai	+	0,0253	0,0053	0,0053	0,0047	0,0047	0,0053
14. Oro užterštumas	balai	-	0,0215	0,0215	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma $S_{+j}$				0,1319	0,1239	0,1106	0,1122	0,0631
Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma $S_{-j}$				0,1878	0,1109	0,0554	0,0637	0,0406
Varianto reikšmingumas $Q_j$				0,1648	0,1802	0,2237	0,2105	0,2208
Varianto prioritetiškumas				5	4	1	3	2
Varianto naudingumo laipsnis $N_j$ , proc.				73,68	80,53	100	94,07	98,69

Pavyzdžiui, pirmoji pastato gyvavimo proceso alternatyva (8 lent.) yra formuojama iš 3 žemės sklypo, 1 vienbučio gyvenamojo namo, 1 rangovo, 1 eksploatavimo alternatyvos.

Gautų pastato gyvavimo proceso variantų kriterijų reikšmingumas nustatomas remiantis kompleksiniu kriterijų reikšmingumo nustatymo metodu (4.1 poskyris). Kiekybinių kriterijų (projekto kaina, metinės naudojimo išlaidos) reikšmingumai tarpusavyje tiksliai suderinami, išreiškus šių kriterijų reikšmes ekvivalentiška joms pinigine išraiška. Kokybinių kriterijų pradiniai reikšmingumai nustatomi ekspertiniais metodais lyginant atskirų pastato gyvavimo procesą sudarančių sprendimų kiekybinių kriterijų santykinį reikšmingumą su pasirinktu lyginamojo etalono (projekto kainos) reikšmingumu  $E = 0,5556$  (8 lent.). Gautų pastato gyvavimo proceso kriterijų reikšmingumų fragmentas pateiktas 8 lentelėje.

Remiantis 5.1 poskyryje pateiktomis (10)–(14) formulėmis atliktos pastato gyvavimo proceso alternatyvų daugiakriterinės analizės rezultatai pateikti 9 lentelėje. Iš lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad  $Q_1 > Q_{28} > Q_{55} > Q_2$  ir t. t., tai pagal prioritetiškumą geriausias yra pirmasis pastato gyvavimo proceso variantas ( $Q_1 = 0,028983$ ). Pagal pastato gyvavimo proceso variantų daugiakriterinio įvertinimo rezultatus bei jų prioritetiškumą (9 lent.) esant nurodytoms sąlygoms racionaliausias yra pirmasis pasta-

to gyvavimo proceso variantas, projektuojamas iš 3 žemės sklypo, 1 vienbučio gyvenamojo namo, 1 rangovo ir 1 eksploatavimo variantų.

### 5.3. Pastato gyvavimo proceso naudingumo laipsnio nustatymas

Projekto  $a_j$  naudingumo laipsnis  $N_j$  išreiškia šiuo projektu suinteresuotų grupių pasiekiamų tikslų lygį. Juo daugiau ir reikšmingesnių pasiekta tikslų, tuo didesnis projekto naudingumo laipsnis. Kadangi analizuojant pastato gyvavimo procesą užsakovus labiausiai domina, kiek nagrinėjami pastato gyvavimo proceso ar atskirų jo sprendimų (žemės sklypų, pastatų, rangovų ir t. t.) variantai vieni už kitus yra efektyvesni (labiau atitinka jo poreikius ir tikslus), tai praktiškai išrenkant racionaliausią sprendimą geriau vartoti projekto naudingumo, o ne reikšmingumo sąvoką. Projektų naudingumo laipsnis tiesiogiai priklauso nuo alternatyvą apibūdinančių kriterijų sistemos, jų reikšmių ir reikšmingumų. Didėjant (mažėjant) nagrinėjamo projekto reikšmingumui, didėja (mažėja) ir jo naudingumo laipsnis. Nustatomi projektų naudingumo laipsniai lyginami su racionaliausiu projektu. Tokiu atveju visi gauti nagrinėjamų projektų naudingumo laipsniai bus nuo 0 (blogiausias variantas) iki 100% (geriausias variantas). Varianto naudingumo laipsnis rodo

8 lentelė. Pastato gyvavimo proceso sprendimų priėmimo matricos fragmentas

Table 8. Fragment of decision making matrix of building life cycle

Nagrinėjami kriterijai	* Kriterijų matavimo vienetai	Reikšmingumas	Lyginamų pastato gyvavimo proceso alternatyvų kriterijų skaitinės reikšmės																
			1	2	3	27	28	29	34	54	55	56	79	80	81	Alternatyvas formuojantys atskirų pastato gyvavimo proceso sprendimų deriniai			
			3111	3131	3121	3123	5111	5131	5523	4111	4131	...	4513	4533	4523				
Kiekybiniai rodikliai																			
1. Projekto (žemės sklypo ir statybos) kaina	-	tūkst. Lt	0,5556	525,037	525,037	525,037	...	543,694	489,037	489,037	...	507,694	537,037	537,037	...	555,694	555,694	555,694	
2. Metinės naudojimo išlaidos	-	Lt	0,4444	7812,97	7812,97	7812,97	...	9367,63	7306,37	7306,37	...	9769,91	7812,97	7812,97	...	9367,63	9367,63	9367,63	
Kokybiniai rodikliai																			
Žemės sklypus apibūdinantys rodikliai																			
3. Inžineriniai įrenginiai (elektros linija, vandentiekio, kanalizacijos, šilumos tinklai, dujotiekis)	+	balai	0,0722	10,00	10,00	10,00	...	10,00	3,47	3,47	...	3,47	10,00	10,00	...	10,00	10,00	10,00	
4. Telefonas	+	balai	0,0100	10,00	10,00	10,00	...	10,00	10,00	10,00	...	10,00	10,00	10,00	...	10,00	10,00	10,00	
5. Poilsio galimybės	+	balai	0,0086	10,00	10,00	10,00	...	10,00	2,07	2,07	...	2,07	10,00	10,00	...	10,00	10,00	10,00	
13. Žemės sklypo padėtis kitų sklypų atžvilgiu	+	balai	0,0157	5,87	5,87	5,87	...	5,87	8,53	8,53	...	8,53	8,53	8,53	...	8,53	8,53	8,53	
14. Grunto ypatumai	+	balai	0,0085	9,00	9,00	9,00	...	9,00	10,00	10,00	...	10,00	9,00	9,00	...	9,00	9,00	9,00	
15. Oro užterštumas	-	balai	0,0072	0,00	0,00	0,00	...	0,00	0,00	0,00	...	0,00	0,00	0,00	...	0,00	0,00	0,00	
Vienbučius gyvenamuosius namus apibūdinantys rodikliai																			
16. Pastato fizinis ilgaamžiškumas	+	metai	0,0942	50,00	50,00	50,00	...	50,00	50,00	50,00	...	50,00	50,00	50,00	...	50,00	50,00	50,00	
17. Pastato komforto lygis	+	balai	0,2035	7,80	7,80	7,80	...	5,73	7,80	7,80	...	5,73	7,80	7,80	...	5,73	5,73	5,73	
18. Pastato kompaktiškumas	+	balai	0,0221	8,40	8,40	8,40	...	7,00	8,40	8,40	...	7,00	8,40	8,40	...	7,00	7,00	7,00	
25. Medžiagų kenksmingumas	-	balai	0,0999	1,00	1,00	1,00	...	1,00	1,00	1,00	...	1,00	1,00	1,00	...	1,00	1,00	1,00	
26. Sienų garso izoliacinės savybės	+	balai	0,0421	6,00	6,00	6,00	...	6,00	6,00	6,00	...	6,00	6,00	6,00	...	6,00	6,00	6,00	
27. Pastato atspurdamas ugniai	-	balai	0,0535	4,00	4,00	4,00	...	4,00	4,00	4,00	...	4,00	4,00	4,00	...	4,00	4,00	4,00	
Rangovus apibūdinantys rodikliai																			
28. Statybos firmos finansinis patikimumas	+	balai	0,0164	8,00	8,00	8,00	...	8,00	9,00	8,00	...	8,00	9,00	8,00	...	8,00	8,00	8,00	
29. Gamybinių pajėgumas	+	balai	0,0103	8,00	6,00	6,00	...	6,00	8,00	6,00	...	6,00	8,00	8,00	...	6,00	6,00	6,00	
30. Techninio ir vadovaujamojo statybos aikštelės personalo kvalifikacija ir patirtis	+	balai	0,0154	9,00	8,00	8,00	...	6,00	9,00	8,00	...	6,00	9,00	8,00	...	9,00	8,00	6,00	
37. Santykiai su subrangovais	+	balai	0,0040	8,00	7,00	7,00	...	7,00	8,00	7,00	...	7,00	8,00	7,00	...	8,00	7,00	7,00	
38. Santykiai su užsakovais	+	balai	0,0108	9,00	8,00	8,00	...	8,00	9,00	8,00	...	8,00	9,00	8,00	...	9,00	8,00	8,00	
39. Darbo santykiai ir darbo politika	+	balai	0,0019	8,00	6,00	6,00	...	6,00	8,00	6,00	...	6,00	8,00	8,00	...	6,00	6,00	6,00	
40. Nutrauktos arba nelaiku baigtos sutartys	-	balai	0,0093	1,00	1,00	1,00	...	1,00	1,00	1,00	...	1,00	1,00	1,00	...	1,00	1,00	1,00	
Eksploatavimo variantus apibūdinantys rodikliai																			
41. Patogumas naudotis šildymo sistema	+	balai	0,0087	5,00	5,00	5,00	...	10,00	5,00	5,00	...	8,00	5,00	5,00	...	10,00	10,00	10,00	

**9 lentelė.** Pastato gyvavimo proceso variantų daugiakriterinio įvertinimo rezultatų bei jų prioritetškumo ir naudingumo laipsnio nustatymo fragmentas  
**Table 9.** Fragment of building life cycle multiple criteria analysis results and determination of the priority and utility degree of variants

*	Kriterijų matavimo vienetai	Reikšmingumas	Normalizuotų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės													
			1	2	3	27	28	29	54	55	56	79	80	81		
			Alternatyvas formuojanys atskirų pastato gyvavimo proceso sprendimų deriniai													
			3111	3131	3121	3123	5111	5131	5523	4111	4131	4513	4533	4523		
-	tūkst. Lt	0,5556	0,00679	0,00679	0,00679	0,00703	0,00632	0,00632	0,00632	0,00695	0,00695	0,00719	0,00719	0,00719		
-	Lt	0,4444	0,00505	0,00505	0,00606	0,00472	0,00472	0,00472	0,00632	0,00505	0,00505	0,00606	0,00606	0,00606		
+	balai	0,0722	0,00114	0,00114	0,00114	0,00040	0,00040	0,00040	0,00040	0,00114	0,00114	0,00114	0,00114	0,00114		
+	balai	0,0100	0,00012	0,00012	0,00012	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012		
+	balai	0,0086	0,00014	0,00014	0,00014	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00014	0,00014	0,00014	0,00014	0,00014		
+	balai	0,0157	0,00015	0,00015	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022	0,00022		
+	balai	0,0085	0,00010	0,00010	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010		
-	balai	0,0072	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009	0,00009		
+	metai	0,0942	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116	0,00116		
+	balai	0,2035	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273	0,00273		
+	balai	0,0221	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028		
-	balai	0,0999	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093	0,00093		
+	balai	0,0421	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052	0,00052		
-	balai	0,0535	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066	0,00066		
+	balai	0,0164	0,00022	0,00019	0,00019	0,00022	0,00019	0,00019	0,00019	0,00022	0,00019	0,00022	0,00019	0,00019		
+	balai	0,0103	0,00015	0,00011	0,00015	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00015	0,00011	0,00015	0,00011	0,00011		
+	balai	0,0154	0,00022	0,00020	0,00015	0,00022	0,00020	0,00015	0,00015	0,00022	0,00020	0,00022	0,00020	0,00015		
+	balai	0,0040	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005	0,00005		
+	balai	0,0108	0,00014	0,00013	0,00013	0,00014	0,00013	0,00013	0,00013	0,00014	0,00013	0,00014	0,00013	0,00013		
+	balai	0,0019	0,00003	0,00002	0,00002	0,00003	0,00002	0,00002	0,00002	0,00003	0,00002	0,00003	0,00002	0,00002		
-	balai	0,0093	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012		
+	balai	0,0080	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008	0,00008		
	Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma S+j		0,0137	0,0134	0,0132	0,0121	0,0127	0,0124	0,0110	0,0138	0,0134	0,0126	0,0123	0,0121		
	Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma S-j		0,0136	0,0136	0,0136	0,0149	0,0128	0,0128	0,0147	0,0138	0,0138	0,0150	0,0150	0,0150		
	Varianto reikšmingumas Qj		0,028983	0,028673	0,028477	0,026061	0,028864	0,028554	0,025164	0,028845	0,028535	0,026456	0,026146	0,025950		
	Varianto prioritetškumas		1	4	9	75	2	6	81	3	7	67	73	76		
	Varianto naudingumo laipsnis Nj, proc.		100	98,93	98,25	89,92	99,59	98,52	86,82	99,52	98,45	91,28	90,21	89,54		

suinteresuotų grupių pasiektų tikslų lygį. Juo daugiau ir reikšmingesnių pasiekta tikslų, tuo proporcingai didesnis varianto naudingumo laipsnis.

Projekto  $a_j$  naudingumo laipsnis  $N_j$  nustatomas pagal tokią formulę:

$$N_j = (Q_j : Q_{max}) 100\%, \quad (16)$$

čia  $Q_j$  ir  $Q_{max}$  – projektų reikšmingumai, apskaičiuoti pagal (14) formulę.

Taikant daugiakriterinį projektų naudingumo laipsnio nustatymo metodą yra apskaičiuoti nagrinėtų žemės sklypų, vienbučių gyvenamųjų namų, rangovų ir eksploatavimo variantų naudingumo laipsniai (žr. 6 lent.). Iš atliktų skaičiavimų matyti, kad vienbučio gyvenamojo namo efektyvumą gali realiai apibūdinti varianto naudingumo laipsnis. Šiuo konkrečiu atveju pirmojo vienbučio gyvenamojo namo varianto naudingumo laipsnis  $N_1 = 100\%$  (6 lent.), t. y. nagrinėjamas gyvenamasis namas labiau atitinka užsakovo tikslus ir poreikius nei kiti variantai. Pastato gyvavimo proceso variantams apskaičiuotas naudingumo laipsnis yra pateiktas 9 lentelėje. Mūsų atveju pirmojo pastato gyvavimo proceso varianto naudingumo laipsnis  $N_1 = 100\%$  (9 lent.), t. y. pagal užsibrėžtas uždavinio sąlygas nagrinėjamas pastato gyvavimo procesas labiau atitinka užsakovo tikslus ir poreikius nei kiti variantai.

## 6. Išvados

1. Daugiakriterinė pastato gyvavimo proceso analizė leidžia įvertinti, kaip ekonominiai, architektūriniai, planiniai, techniniai, technologiniai ir kiti sprendimai atitinka užsakovų, projektuotojų, rangovų, naudotojų ir kitų šio proceso dalyvių poreikius ir galimybes. Šie poreikiai yra išreiškiami per kiekybinių ir kokybinių kriterijų sistemas, reikšmes, kriterijų svarba yra įvertinama per jų reikšmingumus.

2. Kriterijų reikšmingumui nustatyti pasiūlytas kompleksinis kriterijų reikšmingumo nustatymo metodas leidžia apskaičiuoti ir tarpusavyje suderinti kiekybinių ir kokybinių kriterijų reikšmingumus, atsižvelgiant į analizuojamas pastato gyvavimo proceso kiekybines ir kokybines charakteristikas.

3. Taikant pasiūlytą projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodą, apskaičiuojamas santykinis reikšmingumas  $Q_j$ , kuris įvertina lyginamų kriterijų reikšmių ir reikšmingumų santykinę

įtaką pastato gyvavimo proceso (atskirų jo sprendimų) kompleksiniam efektyvumui.

4. Projektų naudingumo laipsnis  $N_j$  kompleksiskai įvertina pastato gyvavimo proceso (atskirų jo sprendimų) teigiamas ir neigiamas savybes. Nudingumo laipsnis tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo juos adekvačiai apibūdinančių kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumų dydžių.

5. Skaičiuojant gauti rezultatai (9 lent.) rodo, kad pagal užsibrėžtas uždavinio sąlygas pirmasis pastato gyvavimo proceso variantas labiau atitinka užsakovo tikslus ir poreikius nei kiti variantai. Šiuo atveju pastato gyvavimo proceso analizė buvo atliekama iš užsakovo (būsimą naudotoją) pozicijų. Tačiau, atsižvelgdami į gautus rezultatus, įvairūs pastato gyvavimo proceso dalyviai (projektuotojai, statybinių medžiagų gamintojai, tiekėjai, rangovai, naudotojai, finansų institucijos, savivaldybės ir kt.) pagal teikiamus prioritetus ir esamą situaciją gali koreguoti ir savo priimamus sprendimus.

## Literatūra

1. D. Arditi, H. M. Gunaydin. Perception of process quality in building projects // *Journal of Management in Engineering*, 15 (2), 1998, p. 43–53.
2. D. Arditi, B. K. Patel. Expert system for claim management in construction projects // *International Journal of Project Management*, 1989, 7 (3), p. 141–146.
3. Bana E Costa, E. C. Correa. A multicriteria evaluation of proposals for constructing a new subway in Lisbon. 47<sup>th</sup> Meeting of European Working Group “Multicriteria Aid for Decisions”, Thessaloniki 26–27 March 1998. Abstracts and papers. Technical University of Crete, 1998.
4. Bana E Costa, J.-Cl. Vansnick. A theoretical framework for measuring attractiveness by categorical based evaluation techniques (MACBETH). *Multicriteria Analysis*. Berlin: Springer-Verlag, 1997.
5. Э. К. Завадкас. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве. Вильнюс: Мокслас, 1987. 209 с.
6. Э. К. Завадкас. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Ленинград: Стройиздат, 1991. 255 с.
7. А. А. Гусаков. Системотехника в строительстве. Москва: Стройиздат, 1983. 440 с.
8. А. А. Гусаков, Н. И. Ильин, Х. Эдели. Экспертные системы в проектировании и управлении строительством. Москва: Стройиздат, 1995. 296 с.
9. Э. К. Завадкас, Ф. Пелдшус. Применение теории игр при проектировании технологии строительного производства // *Научные труды вузов Литвы. Экономика и организация строительства*, 1990. № 17, с. 60–65.
10. Э. К. Завадкас, Г. Бадьин, Ф. Пелдшус. Игровое моделирование при подготовке строительного производства: Учебное пособие. Ленинград: ЛИСИ, 1989. 41 с.

11. A. Goicoechea, R. W. Nelson, W. Truskowski. A decision-support system for systems engineering and management. Toward Interactive and Intelligent Decision Support Systems, Vol 2. Proceedings of the Seventh International Conference on Multiple Criteria Decision Making. 18–22 August, 1986, Kyoto, Japan. Springer-Verlag, 1987, p. 71–79.
12. V. M. Ozernoy. Developing an interactive decision support for discrete alternative MCDM method selection. Multiple Criteria Decision Support. Berlin: Springer-Verlag, 1992.
13. V. M. Ozernoy. A framework for choosing the most appropriate discrete alternative multiple criteria decision making method in decision support systems and expert systems. Toward Interactive and Intelligent Decision Support Systems, Vol 2. Proceedings of the Seventh International Conference on Multiple Criteria Decision Making. 18–22 August, 1986, Kyoto, Japan. Springer-Verlag, 1987, p. 56–64.
14. E. K. Zavadskas, L. Simanuskas, A. Kaklauskas. Sprenđimų paramos sistemos statyboje. Vilnius: Technika. 1998. 235 p.

[teikta 2000 05 30

## MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS OF A DWELLING LIFE CYCLE

N. Kvederytė, E. Zavadskas, A. Kaklauskas

### Summary

The determination of the utility degree and value of the project under investigation and establishment of the priority order for its implementation does not present much difficulty if the criteria numerical values and significances are obtained and the multiple criteria decision-making methods used.

The results of the project comparative analysis are presented as a decision-making matrix where columns contain  $n$  alternative projects being considered, while all quantitative information pertaining to them is found in lines. Quantitative description of the project provides the information about various aspects of a building life cycle (ie economical, technical, technological, infrastructural, legislative, etc). Quantitative information is based on the criteria systems and subsystems, units of measure, values and initial significances as well as the data on an alternative project. In order to select the best project, it is necessary, having formed the decision-making matrix, to perform the multiple criteria analysis of the projects. This is done by comparing criteria numerical values and significances and analysing the conceptual information of the investigated project. One of the major tasks is to determine the significances of the criteria. This paper presents a new method for complex determination of the criteria significances taking into account their quantitative and qualitative characteristics.

When performing multiple criteria assessment of projects it is necessary to normalise the criteria values describing the projects and then to weight them. This creates a possibility to compare the criteria values with different measuring units and to determine the most efficient alternatives. The significances of all criteria must be coordinated among themselves. The method of complex determination of significances allows to determine significances of criteria which are maximally interrelated and depend on qualitative and quantitative characteristics of all criteria.

A method of multiple criteria complex proportional evaluation of the projects discussed in this paper assumes direct and proportional dependence of significance and priority of investigated versions on a system of criteria adequately describing the alternatives and on values and significances of the criteria. The system of criteria is determined and the values and initial significances of criteria are calculated by experts. All this information can be corrected by interested parties (customer, users, etc) taking into consideration their pursued goals and existing capabilities.

The degree of utility  $N_j$  of a building life cycle is directly associated with quantitative and conceptual information related to it. A degree of dwelling life cycle utility reflects the extent to which the goals pursued by the interested parties are attained.

The paper concludes with a demonstrative example, concerning the multiple criteria assessment of plot, dwelling, contractor and maintenance alternatives, and dwelling life cycle variants are being developed based on these alternatives of solutions.

---

**Nerija KVEDERYTĖ.** Doctoral student, Dept of Construction Technology and Management, Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania.

A graduate of Vilnius Gediminas Technical University civil engineer, 1993), MSc (1995). Research interests: building life cycle, multiple criteria decision-making, decision-support systems.

---

**Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS.** Doctor Habil, Professor, Rector of Vilnius Gediminas Technical University. Member of Lithuanian Academy of Sciences. Member of Ukrainian Academy of Technological Cybernetics, Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: Rector@adm.vtu.lt

Doctor (1973, building structures). Professor at the Dept of Building Technology and Management. Habil (1987, problems of building technology and management). Research visits to Moscow Civil Engineering Institute, Leipzig and Aachen Higher Technical Schools. He maintains close academic links with the universities of Aalborg (Denmark), Salford and Glamorgan (Great Britain), Poznan University of Technology (Poland), Leipzig Higher School of Technology, Economics and Culture (Germany) and Aachen Higher Technical School (Germany). Member of international organisations. Member of steering and programme committees of many international conferences. Member of editorial boards of some research journals. Author of monographs in Lithuanian, English, German and Russian. Research interests: building technology and management, decision-making theory, automation in design, expert systems.

---

**Artūras KAKLAUSKAS.** Doctor Habil, Associate Professor, Dept of Construction Technology and Management, Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania.

A graduate of Vilnius Civil Engineering Institute (since 1990 Vilnius Technical University), (civil engineer, 1984), PhD (1990), Dr Habil (1999). Research visits to Aalborg University (Denmark, 1991), University of Glamorgan (UK, 1993/1995). Author and co-author of 4 monographs and more than 50 papers. Research interests: multiple criteria decision-making, expert systems, total quality management, computer-aided design.