

MULTIPLE CRITERIA MULTIVARIANT DESIGN OF A BUILDING LIFE CYCLE

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

To cite this article: N. Kvederytė , E. K. Zavadskas & A. Kaklauskas (2000) MULTIPLE CRITERIA MULTIVARIANT DESIGN OF A BUILDING LIFE CYCLE, *Statyba*, 6:2, 128-142, DOI: [10.1080/13921525.2000.10531576](https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531576)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531576>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 79

PASTATO GYVAVIMO PROCESO DAUGIAKRITERINIS ALTERNATYVUSIS PROJEKTAVIMAS

N. Kvederytė, E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas
Vilniaus Gedimino technikos universitetas

1. Įvadas

Pastatų ir statinių automatizuoto alternatyviojo projektavimo klausimus gvildena įvairūs universitetai ir mokslinių tyrimų institutai: Masačusetso technologijos institutas (JAV), Kalifornijos universitetas (JAV), Hanoverio technikos universitetas (Vokietija), Centrinis projektavimo mokslinio tyrimo institutas (Rusija), Centrinis pramoninių pastatų mokslinio tyrimo institutas (Rusija). Sukurtose ekspertinėse ir sprendimų paramos sistemose projektų variantai sudaromi derinant galimus tūrinius, planinius, statybinius, technologinius ir kitus sprendimus. Gautų variantų efektyvumas vertinamas remiantis daugeliu kriterijų (ekonominiais, techniniais, technologiniais, kokybiniais ir kt.). Galutinį sprendimą, parenkant racionalius variantus, priima sprendimų priėmėjai (inžinieriai, architektai, ekonomistai), intuityviai įvertindami gautus rodiklius.

Y. E. Kalay [1] sukūrė pastato integruotojo projektavimo sistemą, kuria remdamiesi specialistai atlieka pastato alternatyvų projektavimą ir įvertinimą. A. Dupagne [2] sukūrė integruotąją vienbučių gyvenamųjų namų statybos sistemą CABMaS, pagal kurią atliekamas vienbučio gyvenamojo namo alternatyvusis projektavimas, o statybos metu modeliuojami įvairūs statybos sprendimai, atsižvelgiant ne tik į užsakovo pageidavimus ir finansines galimybes, bet taip pat ir į tuo metu visus statybos kompanijos vykdomus darbus.

Minėtuose darbuose daugiausia dėmesio buvo skiriama kai kuriems pastato gyvavimo proceso alternatyviojo projektavimo klausimams. Kai kuriuose moksliniuose tyrimuose [2] buvo atliekamas ir viso pastato gyvavimo proceso alternatyvusis projektavimas, tačiau ne visai automatizuotas. Siekiant išspręsti šiame tyrime iškeltus uždavinius, buvo siekiama atlikti automatizuotąjį daugiakriterinį pastato gyvavimo proceso alternatyvų projektavimą – jis trumpai pateikiamas šiame straips-

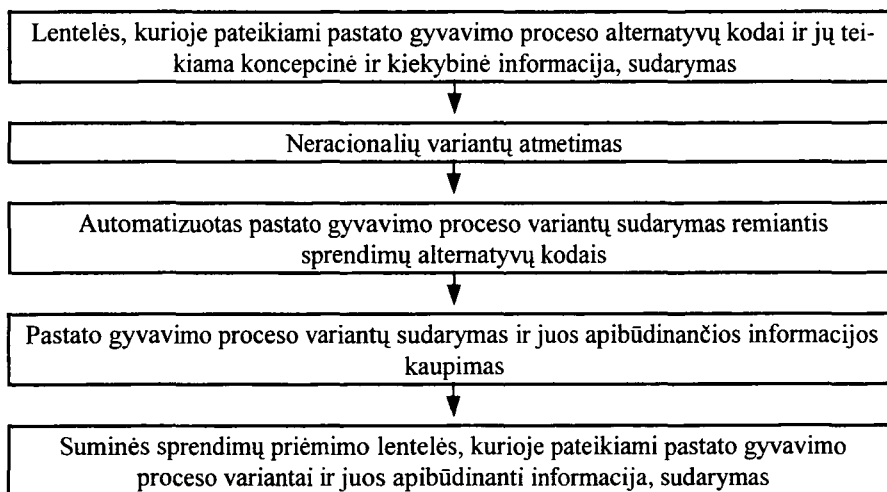
nyje. E. K. Zavadsko ir A. Kaklauskos pasiūlytas teorinis pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo metodas [3] N. Kvederytės buvo patobulintas – atlikta koncepcinė ir kiekybinė informacijos analizė ir sintezė, metodas pritaikytas konkrečiam pastato gyvavimo procesui.

2. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo metodas

Atlikdami pastato gyvavimo proceso alternatyvų variantinį projektavimą ir daugiakriterinę analizę, susiduriame su gausybe informacijos, kurią reikia kompleksiskai įvertinti. Galimų alternatyvų skaičius gali siekti dešimtis tūkstančių. Kiekviena alternatyva apibūdinama koncepcine ir kiekybine informacija. Kaip, esant tokiai gausybei informacijos, automatizuotai sudaryti alternatyvius variantus? Šiam tikslui ir yra sukurtas naujas projektų daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo metodas. Remiantis šiuo metodu projektų daugiakriterinis alternatyvusis projektavimas atliekamas 5 etapais (1 pav.), kurie toliau trumpai pateikiami.

Siekiant sumažinti informacijos apimtį, kuria naudojamosi automatizuoto alternatyviojo projektavimo metu, naudojami alternatyvų kodai. Šiuo atveju kiekvienai i sprendimo j alternatyvai priskiriamas kodas a_{ij} , kuris teikia išsamią koncepcinę ir kiekybinę informaciją apie nagrinėjamą alternatyvą (1 lent.). Taigi automatizuoto alternatyviojo projektavimo metu naudojant kodus sumažėja apdorojamos informacijos kiekis ir geriau matoma skaičių prasmė.

Kodai su jų teikiama koncepcine ir kiekybine informacija yra naudojami visoms projektų sprendimų alternatyvoms apibūdinti. Šių kodų visuma sudaro pastato gyvavimo proceso alternatyvų kodų lentelę, kuria remiantis galima paprastesniu būdu sudaryti alternatyvius variantus (1 lent.). Kaip matyti, kodų lentelė sudaryta iš



1 pav. Projektų daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo pagrindiniai etapai

Fig 1. Main stages of multiple criteria multivariant design of a building life cycle

1 lentelė. Pastato gyvavimo proceso alternatyvų kodai ir jų teikiama koncepcinė ir kiekybinė informacija

Table 1. Codes of building life cycle alternative solutions with conceptual and quantitative information

Nagrinėjami sprendimai	Nagrinėjamų alternatyvų kodai						
	1	2	3	...	<i>j</i>	...	<i>n_i</i>
1. Sklypų variantai	<i>a₁₁</i>	<i>a₁₂</i>	<i>a₁₃</i>	...	<i>a_{1j}</i>	...	<i>a_{1n₁}</i>
2. Pastatų variantai	<i>a₂₁</i>	<i>a₂₂</i>	<i>a₂₃</i>	...	<i>a_{2j}</i>	...	<i>a_{2n₂}</i>
...
<i>i</i> . Aplinkos tvarkymo variantai	<i>a_{i1}</i>	<i>a_{i2}</i>	<i>a_{i3}</i>	...	<i>a_{ij}</i>	...	<i>a_{in_i}</i>
...
<i>c</i> . Eksploatavimo variantai	<i>a_{c1}</i>	<i>a_{c2}</i>	<i>a_{c3}</i>	...	<i>a_{ci}</i>	...	<i>a_{cn_c}</i>

<i>i</i> sprendimo <i>j</i> alternatyvos kodo <i>a_{ij}</i> teikiama informacija							
Koncepcinė	Kiekybinė						
	Kaina, <i>X₁</i>	Estetika, <i>X₂</i>	Komfortiš- kumas, <i>X₃</i>	...	<i>X_j</i>	...	Kokybė, <i>X_n</i>
<i>C_{ij}</i>	<i>x_{ij1}</i>	<i>x_{ij2}</i>	<i>x_{ij3}</i>	...	<i>x_{ijj}</i>	...	<i>x_{ijn}</i>
Matavimo vienetai	Lt	balai	balai	...	...	...	balai
Reikšmingumas	<i>q_{ij1}</i>	<i>q_{ij2}</i>	<i>q_{ij3}</i>	...	<i>q_{ijj}</i>	...	<i>q_{ijn}</i>
*	<i>ž_{ij1}</i>	<i>ž_{ij2}</i>	<i>ž_{ij3}</i>	...	<i>ž_{ijj}</i>	...	<i>ž_{ijn}</i>

* - Ženklas + (-) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo reikalavimus

pastato gyvavimo proceso *c* sprendimų (sklypai, pastatai, aplinkos tvarkymas, eksploatavimo procesas ir t. t.) *n_i* alternatyvių variantų kodų. Kiekviena kodų lentelės *i* eilutė skirta konkretaus *A_i* sprendimo alternatyvų *a_{ij}* kodams pateikti. Pastato gyvavimo proceso alternatyvų kodų lentelėje sprendimus apibūdinanti informacija išreiškiama kodais, o *i* sprendimo *j* alternatyvos *a_{ij}* kodo lentelėje alternatyvos kodas apibūdinamas koncepcine ir kiekybine informacija. Šiuo atveju sudarant pastato gyvavimo pro-

ceso alternatyvas naudojama po *n_i* alternatyvų iš kiekvieno *i* sprendimo. Tad maksimalų sudarytų projektų skaičių galima nustatyti pagal tokią išraišką:

$$k = \prod_{i=1}^c n_i, \quad (1)$$

čia *c* – sprendimų skaičius sudarant pastato gyvavimo proceso variantus; *n_i* – *i* sprendimo alternatyvų, kurias galima naudoti sudarant pastato gyvavimo proceso variantus, skaičius.

Sudarant pastato gyvavimo proceso alternatyvas nagrinėjama po 10 alternatyvių variantų iš kiekvieno 10 sprendimų, o pagal 1 formulę galima sudaryti iki 10 milijardų alternatyvių pastato gyvavimo proceso variantų. Šiuo ir kitais atvejais visas sudarytas alternatyvas gana sudėtinga kompleksiskai išanalizuoti, o dažnai ir nėra prasmės tai daryti. Todėl būtina mažinti alternatyvaus projektavimo variantų skaičių. Tuo atveju, kai iš projekto visų c sprendimų n_i alternatyvų galima sudaryti k derinius (1 formulė), tada taikant daugiakriterinės analizės metodus iš kiekvieno sprendimo tolesniems projektų variantams sudaryti išrenkama po p efektyviausių alternatyvų (2 lent.). Taip atmetami neracionalūs variantai. Geriausios projekto sprendimų alternatyvos grupuojamos pagal prioritetiškumą. Šioje lentelėje a_{i1} yra i sprendimo geriausio varianto kodas, o a_{ip} yra i sprendimo blogiausio varianto kodas [4].

Toliau, remiantis c sprendimų atrinktomis racionaliomis p alternatyvomis, sudaromi projektų variantai. Iš pradžių projekto alternatyvos sudaromos remiantis sprendimų alternatyvų kodais. Sudarant pastato gyvavimo proceso variantus (3 lent.), pirmasis variantas sudaromas iš geriausių pagal prioritetiškumą sprendimų variantų (2 lent.). Paskutinysis variantas sudaromas iš blogiausių pagal prioritetiškumą sprendimų variantų. Tarpinės alternatyvos sudarytos iš tarpinių variantų. Pavyzdžiui, pirma-

sis pastato gyvavimo proceso variantas (3 lent.) sudarytas iš a_{11} sklypo, a_{21} pastato, a_{i1} aplinkos tvarkymo, a_{c1} eksploataavimo ir t. t. variantų, paimtų pagal prioritetiškumą iš 2 lentelės. Paskutinysis pastato gyvavimo proceso variantas (3 lent.) sudarytas iš a_{1p} sklypo, a_{2p} pastato, a_{ip} aplinkos tvarkymo, a_{cp} eksploataavimo ir t. t. variantų (2 lent.). Kadangi šiuo atveju deriniai sudaromi naudojant po p alternatyvų iš kiekvieno c sprendimo, didžiausią sudarytų projektų skaičių galima nustatyti pagal tokią formulę [4]:

$$K = \prod_{i=1}^c p_i, \quad (2)$$

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

3 lentelėje pastato gyvavimo proceso alternatyvos formuojamos remiantis sprendimų alternatyvų kodais, o 4 lentelėje vietoj sprendimų alternatyvų kodų pateikiama koncepcinė ir kiekybinė alternatyvas apibūdinanti informacija. Tai akivaizdžiai galima pastebėti 3 ir 4 lentelėse nagrinėjant 1, 2, p ir K pastato gyvavimo proceso variantus. Nagrinėjant konkretų pastato gyvavimo proceso variantą, jį apibūdinančių skirtingų sprendimų to paties kriterijaus reikšmės yra perskaičiuojamos į vieną redukuotąją reikšmę.

2 lentelė. Sprendimų geriausių alternatyvų prioritetiškumas

Table 2. Most efficient solution alternatives set according to their priorities

Nagrinėjami sprendimai	Sprendimų geriausių alternatyvų prioritetiškumas						
	1	2	3	...	j	...	p
1. Sklypų variantai	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1j}	...	a_{1p}
2. Pastatų variantai	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2j}	...	a_{2p}
...
i . Aplinkos tvarkymo variantai	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	...	a_{ij}	...	a_{ip}
...
c . Eksploataavimo variantai	a_{c1}	a_{c2}	a_{c3}	...	a_{cj}	...	a_{cp}

3 lentelė. Automatizuotas pastato gyvavimo proceso variantų sudarymas remiantis sprendimų alternatyvų kodais

Table 3. Computer-aided development of building life cycle variants based on codes of solution alternatives

Nagrinėjami sprendimai	Pastato gyvavimo proceso variantų sudarymas remiantis sprendimų alternatyvų kodais											
	1	2	3	...	p	$p+1$	$p+2$	$p+3$	...	$2p$	...	K
1. Sklypų variantai	a_{11}	a_{11}	a_{11}	...	a_{11}	a_{11}	a_{11}	a_{11}	...	a_{11}	...	a_{1p}
2. Pastatų variantai	a_{21}	a_{21}	a_{21}	...	a_{21}	a_{21}	a_{21}	a_{21}	...	a_{21}	...	a_{2p}
...
i . Aplinkos tvarkymo variantai	a_{i1}	a_{i1}	a_{i1}	...	a_{i1}	a_{i1}	a_{i1}	a_{i1}	...	a_{i1}	...	a_{ip}
...
$c-1$	$a_{c-1,1}$	$a_{c-1,1}$	$a_{c-1,1}$	...	$a_{c-1,1}$	$a_{c-1,2}$	$a_{c-1,2}$	$a_{c-1,2}$	...	$a_{c-1,2}$	...	$a_{c-1,p}$
c . Eksploataavimo variantai	a_{c1}	a_{c2}	a_{c3}	...	a_{cp}	a_{c1}	a_{c2}	a_{c3}	...	a_{cp}	...	a_{cp}

Sumuojant skirtingų sprendimų (pavyzdžiui, sklypo, pastato, aplinkos tvarkymo, eksploatavimo proceso) to paties kriterijaus (pavyzdžiui, kainos, komfortiškumo) reikšmes į vieną kompleksinę, įvertinami šių sprendimų reikšmingumai. Pavyzdžiui, garso lygis pastato viduje ir už jo ribų gyventojams nėra vienodai reikšmingas. Analogiškai pinigai, mokami dabar ir po daugelio metų, taip pat nėra vienodai reikšmingi. Šie sprendimų reikšmingumai nustatomi taikant ekspertinius, finansinės analizės ir kitus metodus. Šiuos reikšmingumus būtina suderinti dviem kryptimis: horizontaliaja (t. y. tarp kriterijų) ir vertikaliaja (t. y. tarp sprendimų). Taigi 4 lentelė transformuojama į suminę sprendimų priėmimo lentelę, kurioje pateikti pastato gyvavimo proceso variantai ir juos apibūdinanti informacija (5 lent.).

Šiuo metodu sudarydami projektų alternatyvas, vartotojai, atsižvelgdami į koncepcinę informaciją ir taiky-

dami ekspertinius metodus, gali gana nesudėtingai papildyti ar pakoreguoti kriterijų reikšmingumus ir kokybinių kriterijų reikšmes atsižvelgdami į užsakovo norus ir esamą situaciją.

Kai sprendimų variantai tarpusavyje turi mažai, bet įvairių derinių, projektų variantus galima greičiau sudaryti neautomatizuotu būdu.

Tuo atveju, kai visų c sprendimų p variantų negalima derinti tarpusavyje, jie grupuojami į tokias grupes, kuriose sprendimų variantus būtų galima derinti tarpusavyje. Tada alternatyvoms sudaryti taikomas anksčiau minėtas variantų sudarymo metodas.

Sukurtas naujas projektų daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo metodas buvo pritaikytas autoriams vykdant sutartis [5–10].

4 lentelė. Pastato gyvavimo proceso variantų ir juos apibūdinančios informacijos kaupimas

Table 4. Development of building life cycle variants and related information

Pastato gyvavimo proceso variantus sudarantys sprendimai	Pastato gyvavimo proceso variantus apibūdinanti informacija							
	Koncepcinė	Kiekybinė						
		Kaina, X_1 (Lt)	Estetika, X_2 (balai)	Komfortiškumas, X_3 (balai)	...	X_j	...	Kokybė, X_n (balai)
1-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija								
1. Sklypas, a_{11}	C_{11}	$x_{11 1}$	$x_{11 2}$	$x_{11 3}$	...	$x_{11 j}$	...	$x_{11 n}$
2. Pastatas, a_{21}	C_{21}	$x_{21 1}$	$x_{21 2}$	$x_{21 3}$	...	$x_{21 j}$	...	$x_{21 n}$
...
i . Aplinkos tvarkymas, a_{i1}	C_{i1}	$x_{i1 1}$	$x_{i1 2}$	$x_{i1 3}$	...	$x_{i1 j}$	...	$x_{i1 n}$
...
c . Eksploatavimas, a_{c1}	C_{c1}	$x_{c1 1}$	$x_{c1 2}$	$x_{c1 3}$	...	$x_{c1 j}$	...	$x_{c1 n}$
2-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija								
1. Sklypas, a_{11}	C_{11}	$x_{11 1}$	$x_{11 2}$	$x_{11 3}$	...	$x_{11 j}$	...	$x_{11 n}$
2. Pastatas, a_{21}	C_{21}	$x_{21 1}$	$x_{21 2}$	$x_{21 3}$	...	$x_{21 j}$	...	$x_{21 n}$
...
i . Aplinkos tvarkymas, a_{i1}	C_{i1}	$x_{i1 1}$	$x_{i1 2}$	$x_{i1 3}$	...	$x_{i1 j}$	...	$x_{i1 n}$
...
c . Eksploatavimas, a_{c2}	C_{c2}	$x_{c2 1}$	$x_{c2 2}$	$x_{c2 3}$	...	$x_{c2 j}$	...	$x_{c2 n}$
...
p -ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija								
1. Sklypas, a_{11}	C_{11}	$x_{11 1}$	$x_{11 2}$	$x_{11 3}$	...	$x_{11 j}$	...	$x_{11 n}$
2. Pastatas, a_{21}	C_{21}	$x_{21 1}$	$x_{21 2}$	$x_{21 3}$	...	$x_{21 j}$	...	$x_{21 n}$
...
i . Aplinkos tvarkymas, a_{i1}	C_{i1}	$x_{i1 1}$	$x_{i1 2}$	$x_{i1 3}$	...	$x_{i1 j}$	...	$x_{i1 n}$
...
c . Eksploatavimas, a_{cp}	C_{cp}	$x_{cp 1}$	$x_{cp 2}$	$x_{cp 3}$	...	$x_{cp j}$	...	$x_{cp n}$
...
Paskutinįjį (K) pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija								
1. Sklypas, a_{1p}	C_{1p}	$x_{1p 1}$	$x_{1p 2}$	$x_{1p 3}$	...	$x_{1p j}$	...	$x_{1p n}$
2. Pastatas, a_{2p}	C_{2p}	$x_{2p 1}$	$x_{2p 2}$	$x_{2p 3}$	...	$x_{2p j}$	...	$x_{2p n}$
...
i . Aplinkos tvarkymas, a_{ip}	C_{ip}	$x_{ip 1}$	$x_{ip 2}$	$x_{ip 3}$	...	$x_{ip j}$	...	$x_{ip n}$
...
c . Eksploatavimas, a_{cp}	C_{cp}	$x_{cp 1}$	$x_{cp 2}$	$x_{cp 3}$	...	$x_{cp j}$	...	$x_{cp n}$

5 lentelė. Suminė sprendimų priėmimo lentelė, kurioje pateikiami pastato gyvavimo proceso variantai ir juos apibūdinanti informacija

Table 5. Summary decision making table of all building life cycle versions obtained and overall related information

Pastato gyvavimo proceso (PGP) variantai	Pastato gyvavimo proceso variantus apibūdinanti informacija							
	Konceptinė	Kiekybinė						
		Kaina, X_1	Estetika, X_2	Komfortiš- kumas, X_3	...	X_j	...	Kokybė, X_n
1-asis PGP variantas	C_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	x_{1j}	...	x_{1n}
2-asis PGP variantas	C_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...	x_{2j}	...	x_{2n}
3-asis PGP variantas	C_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	...	x_{3j}	...	x_{3n}
...
i -asis PGP variantas	C_i	x_{i1}	x_{i2}	x_{i3}	...	x_{ij}	...	x_{in}
...
K -asis PGP variantas	C_K	x_{K1}	x_{K2}	x_{K3}	...	x_{Ki}	...	x_{Kn}
Kriterijų reikšmingumai		q_1	q_2	q_3	...	q_j	...	q_n
Kriterijų matavimo vienetai		Lt	balai	balai	...	...	...	balai

3. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio alternatyvojo projektavimo praktinis pritaikymas

3.1. Pradiniai skaičiavimo duomenys

Jauna keturių asmenų šeima nori pasistatyti efektyvų vienbutį gyvenamąjį namą patogioje gyventi aplinkoje. Šiam tikslui įgyvendinti būtina išanalizuoti alternatyvius žemės sklypų, vienbučių gyvenamųjų namų, rangovų ir eksploatavimo variantus. Atsižvelgiant į šeimos norus ir galimybes buvo nagrinėjami 5 žemės sklypų, 5 vienbučių gyvenamųjų namų, 3 rangovų ir 3 eksploatavimo variantai. Toliau trumpai pateikiama informacija apie kai kuriuos nagrinėjamus variantus.

Alternatyvūs žemės sklypų variantai. Pirmasis žemės sklypas yra Fabijoniškėse, Stanevičiaus gatvėje. Šio sklypo dydis – 9 a, pardavimo kaina – 108 tūkst. Lt, jame yra vandentiekio, kanalizacijos, šilumos tinklai, dujotiekis, elektros bei ryšio linijos. Sklypas yra nutolęs nuo pagrindinės gatvės, intensyvaus eismo nėra, vaizdingos apylinkės ir šalia esantis miškas tinka poilsiui. Taisyklingas stačiakampio formos sklypas yra ant nedidelio šlaito, iš dviejų pusių ribojasi su kitais dviem sklypais, iš trečios pusės – su mišku, iš ketvirtos pusės yra kelias. Nuo pagrindinės gatvės iki sklypo eina asfaltuotas kelias. Susisiekimas automobiliu ir miesto visuomeniniu transportu, kursuojančiu pagrindine Stanevičiaus gatve (autobusai Nr. 40, 49, 53, 56), iki artimiausios stotelės – 350 m. Nors Fabijoniškės yra daugiabučių gyvenamųjų namų rajonas, šioje teritorijoje vyrauja mažaaukščiai statiniai, didžioji sklypų dalis – užstatyti ir visiškai sutvarkyti (nauja statyba), kiti sklypai – su nebaigtomis statybomis. Daugiaaukščių statinių ir visuomeninės paskirties teritorija yra kitoje Stanevičiaus gatvės pusėje. Žemės sklypas

yra patogioje gyventi vietoje, rajono infrastruktūra labai gera: iki artimiausios maisto parduotuvės – 500 m, iki mokyklos ir vaikų darželio – 500 m, iki rajono centro – 1,5 km. Fabijoniškės nėra prestižinis gyvenamasis rajonas, tačiau vienas iš populiariausių. Oras rajone yra nežymiai užterštas.

Antrasis žemės sklypas yra Vilniaus rajone, Bajorų kaime. Šio sklypo dydis – 10,5 a, pardavimo kaina – 84 tūkst. Lt, jame yra vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis, elektros ir ryšio linijos. Sklypas yra nutolęs nuo pagrindinio kelio, intensyvaus eismo nėra, apylinkės tinka poilsiui, iki miško – 250 m. Taisyklingo stačiakampio formos sklypas yra lygumoje, kampinis, iš vienos pusės ribojasi su kitais dviem sklypais, iš antros pusės – su vienu sklypu, iš trečios – su vienu sklypu ir akligatviu, iš ketvirtos – su keliu. Nuo pagrindinės gatvės iki sklypo privažiuojama asfaltuotu keliu. Geras susisiekimas tik automobiliu, miesto visuomeninis transportas kursuoja Bajorų keliu (autobusai Nr. 50), iki artimiausios stotelės – apie 1 km. Naujai užstatomoje teritorijoje vyrauja mažaaukščiai statiniai, didžioji dalis sklypų – užstatyti ir visiškai sutvarkyti, kiti – su nebaigtomis statybomis. Rajono, kuriame yra žemės sklypas, infrastruktūra nėra suformuota: iki artimiausios maisto parduotuvės – 3 km, mokykla ir vaikų darželis – greta esančiuose Fabijoniškių arba Jeruzalės rajonuose (apie 4 km). Bajorai nėra prestižinis gyvenamasis rajonas, tačiau šiuo metu populiarus tarp individualių statytojų. Oras rajone nėra užterštas.

Trečiojo žemės sklypo aprašas pateiktas 6 lentelėje.

Ketvirtasis žemės sklypas yra Santariškėse, Santariškių g. Šio sklypo dydis 20 a, pardavimo kaina 92 tūkst. Lt, yra vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis,

elektros ir ryšio linijos. Sklypas yra nutolęs nuo pagrindinio kelio, vieta labai patraukli, šalia yra Verkių miškas. Trapecijos formos sklypas yra lygumoje, iš trijų pusių jis ribojasi su kitais trimis sklypais, iš ketvirtos – su keliu. Nuo pagrindinės gatvės iki sklypo privažiuojama lauko keliu (500 m). Geras susisiekimas tik automobiliu, miesto visuomeninis transportas kursuoja Santariškių gatve (autobusai Nr. 26, 34, 48, 50, 55), iki artimiausios stotelės – apie 1,5 km. Naujai užstatomoje teritorijoje vyrauja mažaukščiai statiniai, didžioji dalis sklypų yra su nebaigtomis statybomis, kiti sklypai neužstatyti. Šioje teritorijoje planuojama ir visuomeninės paskirties statinių statyba. Rajono, kuriame yra žemės sklypas, infrastruktūra nėra suformuota: iki artimiausios maisto parduotuvės – 2 km, iki mokyklos ir vaikų darželio – apie 3 km. Santariškės nėra prestižinis gyvenamasis rajonas, tačiau ši vieta populiari tarp individualių statytojų. Oras rajone neužterštas.

Penktasis žemės sklypas yra Vilniaus rajone, Didžiosios Riešės kaime. Šio sklypo dydis – 15,03 a, pardavimo kaina – 44 tūkst. Lt, yra vandentiekio tinklai, elektros ir ryšio linijos. Sklypas yra nutolęs nuo Molėtų plento apie 500 m, apylinkės patrauklios, iki Riešės upės ir Gulbino ežero – apie 2 km. Taisyklingo stačiakampio formos sklypas yra lygumoje, iš dviejų pusių ribojasi su kitais dviem sklypais, iš trečios pusės – su dviem sklypais, iš ketvirtos pusės eina kelias. Nuo Didžiosios Riešės pusės privažiuojama asfaltuotu keliu, nuo Molėtų plento – žvyrukeliu (500 m). Geras susisiekimas su Vilniumi tik automobiliu, iki artimiausios priemiestinio autobuso stotelės – apie 1 km. Užstatomoje teritorijoje vyrauja mažaukščiai statiniai (nauja statyba), didžioji dalis sklypų – užstatyti ir visiškai sutvarkyti, kiti – su nebaigtomis statybomis. Rajono, kuriame yra žemės sklypas, infrastruktūra nėra suformuota: iki artimiausios maisto parduotuvės – apie 1 km, mokykla ir vaikų darželis – Vilniuje, Jeruzalės rajone (apie 8 km). Didžiojoje Riešėje planuojamos teritorijos ūkinei veiklai ir mažaukščiams statiniams. Didžioji Riešė šiuo metu yra populiarus Vilniaus priemiesčio rajonas. Oras rajone neužterštas.

Alternatyvūs vienbučių gyvenamųjų namų variantai. Pirmasis variantas yra vieno aukšto medinis karkasinis namas. Prie jo blokuojamas garažas, katilinė ir ūkinė patalpa. Name – šeimos kambarys, virtuvė-valgomasis, trys miegamieji, kabinetas, sauna, vonios kambarys, WC ir sandėlis. Šio namo bendrasis plotas – 184,39 kv. m, naudingasis plotas – 148,99 kv. m. Pastato išorės apdailai

naudojamos tašytos plytos, dažomos baltos spalvos fasadiniais dažais, ir medinės dailylentės, dažomos vyšninės spalvos dažais. Namų langai – mediniai, individualiai suprojektuoti, vieno rėmo su dviejų kamerų stiklo paketu, dažomi baltai. Namų pamatai juostiniai – surenkami iš pamatų blokų, sujungti armuoto betono rostverku. Pertvaros surenkamos iš gipso-kartono plokščių. Denginys – medinis. Stogas – šlaitinis, iš medinių konstrukcijų, danga – juodos spalvos bituminės čerpės. Namas IV atsparumo ugniai klasės. Garso izoliacijai pertvarose dedama mineralinė vata, o sandūros su lubomis ir grindimis užtaisomos silikoninėmis mastikomis ir glaistomąja juosta. Rekomenduojamos akustinės lubos. Namų karkaso ertmės užpildomos PAROC mineralinės vatos gaminiais. Tai leidžia gauti tokius šiluminės varžos rodiklius: siena su plytų mūro išorės apdaila – 3,84 m²K/W, siena su lentų išorės apdaila – 3,72 m²K/W, stogo atitvarinė konstrukcija – 4,85 m²K/W.

Antrasis variantas yra vieno aukšto namas su mansarda. Po dalimi namo yra rūsys, kuriame – garažas ir keturi sandėliai. Pirmajame namo aukšte – priekambaris, gyvenamasis kambarys, darbo kambarys, sporto salė, virtuvė, sauna, katilinė, WC. Mansardoje – trys miegamieji, vonios kambarys, drabužinės. Šio namo bendrasis plotas – 330,47 kv. m, naudingasis plotas – 240,30 kv. m. Išorinės pastato sienos yra trisluoksnės – skylėtų keraminių plytų, apšiltinamos mineraline vata. Pastato išorės apdailai naudojamos geltonos tašytos plytos ir medinės dailylentės, dažomos tamsiai mėlyna spalva. Namų langai – mediniai, individualiai suprojektuoti, vieno rėmo su dviejų kamerų stiklo paketu, dažomi baltai. Namų pamatai juostiniai – surenkami iš pamatų blokų ant armuoto monolitinio pado. Pertvaros – plytų mūro, tinkuotos ir surenkamos iš gipso-kartono plokščių. Rūsio ir pirmojo aukšto perdanga – gelžbetoninė monolitinė. Stogas – šlaitinis, iš medinių konstrukcijų, danga – tamsiai žalios spalvos bituminės čerpės. Namas III atsparumo ugniai klasės. Garso izoliacijai pagerinti tarpaukštinėje perdangoje po juodgrindėmis dedamas specialus intarpas – „Akusto“ juosta. Ertmės pripildomos putliosios medžiagos (mineralinės vatos pūko). Namų išorinės sienos ir stogas apšiltinami ISOVER mineralinės vatos gaminiais. Tai leidžia gauti tokius šiluminės varžos rodiklius: siena su plytų mūro išorės apdaila – 3,75 m²K/W, siena su lentų išorės apdaila – 3,62 m²K/W, stogo atitvarinė konstrukcija – 4,85 m²K/W.

Trečiasis variantas yra vieno aukšto namas su mansarda. Pirmajame aukšte – gyvenamasis kambarys, virtuvė, valgomasis, katilinė, pirtis, priešpirtis, garažas dviem automobiliams ir WC. Po garažu projektuojamas rūsys. Mansardoje – keturi miegamieji, vonios kambarys ir WC. Šio namo bendrasis plotas – 233,73 kv. m, naudingasis plotas – 188,78 kv. m. Išorinės pastato sienos trisluoksnės – skylėtų keraminių plytų, apšiltinamos mineraline vata. Pastato išorės apdailai naudojamos geltonos tašytos plytos ir medinės dailylentės, dažomos vyšnine spalva. Namų langai – plastiko, vieno rėmo su dviejų kamerų stiklo paketu, balti. Namų pamatai juostiniai – surenkami iš pamatų blokų ant armuoto monolitinio pado. Pertvaros – plytų mūro, tinkuotos ir surenkamos iš gipso-kartono plokščių. Perdanga virš rūšio ir pirmojo aukšto – gelžbetoninės plokštės. Stogas – šlaitinis, iš medinių konstrukcijų, danga – profiliuota juodos spalvos skarda. Namų III atsparumo ugniai klasės. Namų išorinės sienos ir stogas apšiltinami PAROC mineralinės vatos gaminiais. Tai leidžia gauti tokius šiluminės varžos rodiklius: siena su plytų mūro išorės apdaila – 3,75 m²K/W, siena su lentų išorės apdaila – 3,62 m²K/W, stogo atitvarinė konstrukcija – 4,85 m²K/W.

Ketvirtojo vienbučio gyvenamojo namo aprašas pateiktas 6 lentelėje.

Penktasis variantas yra vieno aukšto medinis karkasinis namas su mansarda. Pastato pirmajame aukšte projektuojamas bendrasis kambarys, virtuvė, trys miegamieji, du vonios kambariai, katilinė-skalbykla, garažas. Mansardoje – biblioteka. Šio namo bendrasis plotas – 193,11 kv. m, naudingasis plotas – 149,01 kv. m. Pastato išorės apdailai naudojamos geltonos tašytos plytos ir medinės dailylentės, dažomos vyšnine spalva. Namų langai – plastiko, individualiai suprojektuoti, vieno rėmo su dviejų kamerų stiklo paketu, balti. Namų pamatai – gręžtiniai. Pertvaros surenkamos iš gipso-kartono plokščių. Perdanga – medinė. Stogas – šlaitinis, iš medinių konstrukcijų, danga – juodos spalvos bituminės čerpės. Namų IV atsparumo ugniai klasės. Garsui izoliuoti pertvarose dedama mineralinė vata, o sandūros su lubomis ir grindimis užtaisomos silikoninėmis mastikomis ir glaistomąja juosta. Rekomenduojamos akustinės lubos. Namų karkaso erdmės užpildomos PAROC mineralinės vatos gaminiais. Tai leidžia gauti tokius šiluminės varžos rodiklius: siena su plytų mūro išorės apdaila – 3,84 m²K/W, siena su lentų išorės

apdaila – 3,72 m²K/W, stogo atitvarinė konstrukcija – 4,85 m²K/W.

Fragmentinė informacija apie alternatyvius rangovus pateikiama AB „Mariresta“ pavyzdžiui. Akcinė bendrovė „Mariresta“ (Stoties 51, 4520 Marijampolė, tel. (8 243) 71448, faks. (8 243) 72576) 1995 m. reorganizuota iš 1992 m. įregistruotos UAB „Mariresta“. Pagrindinė bendrovės veikla: bendrieji statybos, remonto, rekonstravimo, apdailos; vidaus tinklų sistemų (vandentiekio, nuotekų, šildymo, vėdinimo) montavimo; išorės inžinerinių tinklų (vandentiekio, nuotekų) ir šilumos tinklų garo, karšto vandens vamzdinių montavimo, aplinkos tvarkymo darbai. Be pagrindinės veiklos, bendrovė atlieka įvairias kitas paslaugas: medžio apdirbimo, pjovimo darbai; įvairių gaminių iš metalo, medžio ir kitų medžiagų gamyba bei prekyba jais; transporto priemonių ir mechanizmų remontas, nuoma; mažmeninė prekyba įvairiomis prekėmis; viešbučio ir baro paslaugos. Įmonės įstatinis kapitalas 129 tūkst. Lt. Visas kapitalas padalytas į 7153 akcijas, vienos vertė 18 Lt. Bendrovėje dirba 107 darbuotojai, tarp jų: gamybinis personalas (tarp jų specialistai, turintys reikiamą kvalifikaciją vykdyti specialius montavimo darbus) – 16, atestuoti specialistai – 3. Per 1998 m. projektavimo, statybos ir montavimo darbų atlikta už 2,28 mln. Lt. Visi darbai buvo atlikti savo jėgomis. 1998 m. bendrovė dirbo pelningai – buvo gauta 76 tūkst. Lt pelno. Bendrovė yra atestuota Statybos ir urbanistikos ministerijos ir turi pakankamai atestuotų statybos vadovų, todėl gali atlikti darbus ypatingos svarbos statybos objektuose.

3.2. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo praktinis pritaikymas

Remiantis pateiktu daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo metodu ir pradiniais duomenimis, pastato gyvavimo proceso variantinis projektavimas atliekamas 5 etapais (1 pav.). Trumpai panagrinėsime šiuos etapus.

Pirmuoju etapu sudaromos pastato gyvavimo proceso alternatyvų koncepcinės ir kiekybinės informacijos kodų lentelės, kur eilutės išreiškia žemės sklypų, vienbučių gyvenamųjų namų, rangovų ir eksploataavimo alternatyvius variantus, o stulpeliuose pateikiama juos išsamiai apibūdinanti kiekybinė ir koncepcinė informacija. Pastato gyvavimo proceso automatizuoto alternatyviojo projektavimo metu naudojant kodus sumažėja apdorojamos informacijos kiekis ir geriau matoma skaičiavimų prasmė.

Šiuo atveju kiekvienai i ($i=4$) sprendimo j ($j_1=5, j_2=5, j_3=3, j_4=3$) alternatyvai priskiriamas kodas C_{ij} (a_{ij}), kuris teikia išsamią koncepcinę (kiekybinę) informaciją apie nagrinėjamą alternatyvą (6 ir 7 lent.). Pastato gyvavimo proceso sprendimų (5 žemės sklypai, 5 vienbučiai gyvenamieji namai, 3 rangovai, 3 pastatų eksploatavimo variantai) alternatyvių variantų kodų visuma sudaro pastato gyvavimo proceso alternatyvų kodų lentelę. Pavyzdžiui, kodų lentelės (6 ir 7 lent.) 1 eilutė skirta žemės sklypų alternatyvų kodams pateikti.

Pastato gyvavimo proceso alternatyvas aprašant kiekybine ir koncepcine formomis, pateikiama jo įvairius aspektus (ekonominius, techninius, technologinius, infrastruktūrinius, kokybinius (architektūrinius, estetinius, komfortinius), teisinius, socialinius) apibūdinanti informacija. Aprašant pastato gyvavimo procesą koncepcine forma (6 lent.), tekstu, schemomis, grafikais, diagramomis, brėžiniais ir vaizdajuostėmis pateikiama koncepcinė informacija apie projektus ir juos išsamiai apibūdinančius kriterijus (jų aprašymas, priežastys ir pagrindimas, kuriais remiantis buvo nustatyta kriterijų sistema, reikšmės ir reikšmingumai, taip pat pateikiama informacija apie variantinio projektavimo galimybes). Koncepcinė informacija reikalinga norint išsamiau ir tiksliau įvertinti nagrinėjamas alternatyvas, t. y. ji padeda gauti ne tik išsamesnę informaciją, bet taip pat tiksliau sudaryti kriterijų sistemą bei nustatyti kriterijų reikšmes ir reikšmingumus. Pastato gyvavimo proceso alternatyvų kodų lentelėje sprendimus apibūdinanti informacija išreiškiama kodais, tuo tarpu 1 sprendimo 3 alternatyvos C_{13} kodas (6 lent.) pateikia išsamią koncepcinę informaciją apie žemės sklypo 3 alternatyvą. Analogiškai C_{24} kodas (6 lent.) pateikia išsamią koncepcinę informaciją apie vienbučio gyvenamojo namo 4 alternatyvą.

Kiekybinė informacija (7 lent.) apima kriterijų sistemas, matavimo vienetus, reikšmes ir pradinius reikšmingumus, minimizuojantį ar maksimizuojantį kriterijų. Pavyzdžiui, a_{13} žemės sklypo kodas (7 lent.) apibūdina kriterijų (kaina, inžinerinių įrenginių, telefono, kaimynų, rajono prestižo, oro užterštumo įvertinimas ir t. t.) sistemą su konkrečiomis jų reikšmėmis, reikšmingumais, matavimo vienetais, ar jie yra minimizuojantys, ar maksimizuojantys.

Atliekant pastato gyvavimo proceso alternatyvų variantinį projektavimą iš mūsų atveju nagrinėtų 5 žemės sklypų, 5 vienbučių gyvenamųjų namų, 3 rangovų ir 3 eksploatavimo variantų pagal 1 formulę maksimaliai ga-

lima sudaryti 225 variantus. Antruoju alternatyviojo pastato gyvavimo proceso projektavimo etapu atliekamas neracionalių variantų atmetimas. Šiuo atveju, taikant daugiakriterinės analizės metodus, iš kiekvieno sprendimo tolesniems projektų variantams sudaryti išrenkama po 3 efektyviausias alternatyvas (8 lent.). Geriausios pastato gyvavimo proceso sprendimų alternatyvos grupuojamos pagal prioritetiškumą. Šioje lentelėje a_{31} yra geriausio rangovo varianto kodas, o a_{21} yra blogiausio vienbučio gyvenamojo namo varianto kodas.

Toliau, pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio alternatyviojo projektavimo trečiuoju etapu, remiantis atrinktomis 3 racionaliomis sklypų, namų, rangovų ir eksploatavimo alternatyvomis, sudaromi pastato gyvavimo proceso variantai. Iš pradžių projekto alternatyvos sudaromos remiantis sprendimų alternatyvų kodais. Sudarant pastato gyvavimo proceso variantus (9 lent.), pirmasis variantas sudaromas iš geriausių pagal prioritetiškumą sprendimų variantų (8 ir 9 lentelės). Paskutinis variantas sudaromas iš blogiausių pagal prioritetiškumą sprendimų variantų (8 ir 9 lentelės). Tarpinės alternatyvos sudarytos iš tarpinių variantų. Pavyzdžiui, pirmasis pastato gyvavimo proceso variantas sudarytas iš a_{13} žemės sklypo, a_{24} vienbučio gyvenamojo namo, a_{31} rangovo ir a_{41} eksploatavimo variantų. Paskutinis pastato gyvavimo proceso variantas sudarytas iš a_{14} žemės sklypo, a_{21} vienbučio gyvenamojo namo, a_{32} rangovo ir a_{43} eksploatavimo variantų. Kadangi šiuo atveju deriniai sudaromi naudojant po 3 alternatyvas iš kiekvieno sprendimo, didžiausias sudarytų pastato gyvavimo proceso variantų skaičius pagal 2 formulę lygus 81. 9 lentelėje pastato gyvavimo proceso alternatyvos sudaromos remiantis sprendimų alternatyvų kodais, 10 lentelėje vietoj sprendimų alternatyvų kodų pateikiama koncepcinė, o 11 lentelėje kiekybinė alternatyvas apibūdinanti informacija. Naudojantis 10 lentele galima gauti išsamią koncepcinę informaciją apie sudarytus pastato gyvavimo proceso variantus. Naudojantis 11 lentele galima gauti išsamią kiekybinę informaciją apie sudarytus pastato gyvavimo proceso variantus. Tai matyti iš 10 ir 11 lentelių nagrinėjant 1, 28, 55 ir 81 pastato gyvavimo proceso variantus.

Nagrinėjant konkretų pastato gyvavimo proceso variantą, jį apibūdinančių skirtingų sprendimų, bet to paties kriterijaus reikšmės yra perskaičiuojamos į vieną redukuotąją reikšmę. Sumuojant skirtingų sprendimų (pavyz-

6 lentelė. Pastato gyvavimo proceso alternatyvų kodų lentelė ir jų teikiamos koncepcinės informacijos fragmentas

Table 6. Codes of building life cycle alternative solutions with a fragment of conceptual information

Žemės sklypo (1 sprendimo) 3 alternatyvos kodo C₁₃ teikiamos koncepcinės informacijos fragmentas

Trečiasis žemės sklypas yra Santariškėse, Santariškių g. Jo dydis 20 a, pardavimo kaina 80 tūkst. Lt, yra vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis, elektros ir ryšio linijos. Sklypas yra nutolęs nuo pagrindinio kelio, vieta labai patraukli, šalia yra Verkių miškas. Sklypas yra lygumoje, jis yra taisyklingo stačiakampio formos, kampinis, iš vienos pusės ribojasi su kitais dviem sklypais, iš antros pusės – su vienu sklypu, iš likusių dviejų – su keliais. Nuo pagrindinės (Santariškių) gatvės iki sklypo privažiuojama lauko keliu (500 m). Geras susisiekimas tik automobiliu, miesto visuomeninis transportas kursuoja Santariškių gatve (autobusai Nr. 26, 34, 48, 50, 55), iki artimiausios stotelės – apie 1,5 km. Naujai užstatomoje teritorijoje vyrauja mažaukščiai statiniai, didžioji dalis sklypų yra su nebaigtomis statybomis, kiti sklypai neužstatyti. Šioje teritorijoje planuojama ir visuomeninės paskirties statinių statyba. Rajono, kuriame yra žemės sklypas, infrastruktūra nėra suformuota: iki artimiausios maisto parduotuvės – 2 km, iki mokyklos ir vaikų darželio – apie 3 km. Santariškės nėra prestižinis gyvenamasis rajonas, tačiau ši vieta populiari tarp individualių statytojų. Oras rajone neužterštas

Vienbučio gyvenamojo namo (2 sprendimo) 4 alternatyvos kodo C₂₄ teikiamos koncepcinės informacijos fragmentas

Ketvirtasis variantas yra vieno aukšto medinis karkasinis namas su mansarda. Pirmajame aukšte – gyvenamasis kambarys, virtuvė, kabinetas, WC ir garažas dviem automobiliams. Mansardoje – trys miegamieji ir vonios kambarys. Šio namo bendrasis plotas – 201,20 kv. m, naudingasis plotas – 167,27 kv. m. Pastato išorės apdailai naudojamos geltonos tašytos plytos ir medinės dailylentės, dažomos vyšnine spalva. Namų langai – plastiko, individualiai suprojektuoti, vieno rėmo su dviejų kamerų stiklo paketu, balti. Namų pamatai juostiniai – surenkami iš pamatų bloku, sujungti armuoto betono rostverku. Pertvaros surenkamos iš gipso-kartono plokščių. Perdanga – medinė. Stogas – šlaitinis, iš medinių konstrukcijų, danga – profiliuoti juodos spalvos skarda. Namai IV atsparumo ugniai klasės. Garsui izoliuoti pertvarose dedama mineralinė vata, o sandūros su lubomis ir grindimis užtaisomos silikoninėmis mastikomis ir glaistomąja juosta. Ant perdangos sijų, po juodgrindėmis dedama „Akusto“ juosta. Rekomenduojamos akustinės lubos. Namų karkaso ertmės užpildomos PAROC mineralinės vatos gaminiais. Tai leidžia gauti tokius šiluminės varžos rodiklius: siena su plytų mūro išorės apdaila – 3,84 m²K/W, siena su lentų išorės apdaila – 3,72 m²K/W, stogo atitvarinė konstrukcija – 4,85 m²K/W

Nagrinėjami sprendimai	Nagrinėjamų alternatyvų koncepcinės informacijos kodai				
	1	2	3	4	5
1. Žemės sklypų variantai	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
2. Vienbučių gyvenamųjų namų variantai	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄	C ₂₅
3. Rangovų variantai	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	–	–
4. Eksploatavimo variantai	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	–	–

Žemės sklypo (1 sprendimo) 1 alternatyvos kodo C₁₁ teikiamos koncepcinės informacijos fragmentas

Žemės sklypo padėtis teritorijos plane

Žemės sklypų išdėstymo schema

7 lentelė. Pastato gyvavimo proceso alternatyvų kodų lentelė ir jų teikiamos kiekybinės informacijos fragmentas
Table 7. Codes of building life cycle alternative solutions with a fragment of quantitative information

Nagrinėjami sprendimai	Nagrinėjamų alternatyvų kodai				
	1	2	3	4	5
1. Žemės sklypų variantai	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}
2. Vienbučių gyvenamųjų namų variantai	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}
3. Rangovų variantai	a_{31}	a_{32}	a_{33}	-	-
4. Eksploatavimo variantai	a_{41}	a_{42}	a_{43}	-	-

Žemės sklypo (1 sprendimo) 3 alternatyvos kodo a_{13} teikiama informacija

Konceptinė	Kiekybinė											
	Kaina, X_1	Inžineriniai įrenginiai (elektros linija, vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis), X_2	Telefonas, X_3	...	Gyvenamoji teritorija, X_6	Kaimynai, X_7	Rajono prestižas, X_8	Rajono plėtros galimybės, X_9	...	Žemės sklypo padėtis kitų sklypų atžvilgiu, X_{12}	Grunto ypatumai, X_{13}	Oro užterštumas, X_{14}
C_{13}	40,00	10,00	10,00	...	7,07	7,47	7,40	4,07	...	5,87	10,00	1,00
Matavimo vienetai	Lt/m ²	balai	balai	...	balai	balai	balai	balai	...	balai	balai	balai
Reikšmingumas	0,4369	0,2153	0,0297	...	0,0289	0,0230	0,0259	0,0177	...	0,0469	0,0253	0,0215
*	-	+	+	...	+	+	+	+	...	+	+	-

* - Ženklas + (-) rodo, kad atitinkamai didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka užsakovo reikalavimus

8 lentelė. Sprendimų geriausių alternatyvų prioritetiškumas

Table 8. Most efficient solution alternatives set according to their priorities

Nagrinėjami sprendimai	Sprendimų geriausių alternatyvų prioritetiškumas		
	1	2	3
1. Žemės sklypų variantai	a_{13}	a_{15}	a_{14}
2. Vienbučių gyvenamųjų namų variantai	a_{24}	a_{22}	a_{21}
3. Rangovų variantai	a_{31}	a_{33}	a_{32}
4. Eksploatavimo variantai	a_{41}	a_{42}	a_{43}

9 lentelė. Automatizuotas pastato gyvavimo proceso variantų sudarymas remiantis sprendimų alternatyvų kodais

Table 9. Computer-aided development of building life cycle variants based on codes of solution alternatives

Nagrinėjami sprendimai	Pastato gyvavimo proceso variantų sudarymas remiantis sprendimų alternatyvų kodais														
	1	2	3	...	28	29	30	...	55	56	57	...	79	80	81
1. Žemės sklypų variantai	a_{13}	a_{13}	a_{13}	...	a_{15}	a_{15}	a_{15}	...	a_{14}	a_{14}	a_{14}	...	a_{14}	a_{14}	a_{14}
2. Vienbučių gyvenamųjų namų variantai	a_{24}	a_{24}	a_{24}	...	a_{24}	a_{24}	a_{24}	...	a_{24}	a_{24}	a_{24}	...	a_{21}	a_{21}	a_{21}
3. Rangovų variantai	a_{31}	a_{33}	a_{32}	...	a_{31}	a_{33}	a_{32}	...	a_{31}	a_{33}	a_{32}	...	a_{31}	a_{33}	a_{32}
4. Eksploatavimo variantai	a_{41}	a_{41}	a_{41}	...	a_{41}	a_{41}	a_{41}	...	a_{41}	a_{41}	a_{41}	...	a_{43}	a_{43}	a_{43}

10 lentelė. Pastato gyvavimo proceso variantų ir juos apibūdinančios koncepcinės informacijos formavimas

Table 10. Development of building life cycle variants and related conceptual information

Pastato gyvavimo proceso variantus sudarantys sprendimai	Pastato gyvavimo proceso variantus apibūdinanti koncepcinė informacija											
	Kaina, X_1	Inžineriniai įrenginiai (elektros linija, vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis), X_2	Telefonas, X_3	...	Pastato fizinis ilgaamžiškumas, X_{17}	Pastato komforto lygis, X_{18}	Pastato kompaktiškumas, X_{19}	...	Stybos firmos finansinis patikimumas, X_{29}	Techninio ir vadovaujamojo statybos aikštelės personalo kvalifikacija ir patirtis, X_{30}	...	Patogumas naudotis šildymo sistema, X_{42}
1-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija												
1. Žemės sklypas, C_{13}	$C_{13.1}$	$C_{13.2}$	$C_{13.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, C_{24}	$C_{24.1}$	-	-	...	$C_{24.17}$	$C_{24.18}$	$C_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, C_{31}	$C_{31.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$C_{31.29}$	$C_{31.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, C_{41}	$C_{41.1}$	$C_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$C_{41.42}$
...
28-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija												
1. Žemės sklypas, C_{15}	$C_{15.1}$	$C_{15.2}$	$C_{15.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, C_{24}	$C_{24.1}$	-	-	...	$C_{24.17}$	$C_{24.18}$	$C_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, C_{31}	$C_{31.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$C_{31.29}$	$C_{31.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, C_{41}	$C_{41.1}$	$C_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$C_{41.42}$
...
55-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija												
1. Žemės sklypas, C_{14}	$C_{14.1}$	$C_{14.2}$	$C_{14.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, C_{24}	$C_{24.1}$	-	-	...	$C_{24.17}$	$C_{24.18}$	$C_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, C_{31}	$C_{31.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$C_{31.29}$	$C_{31.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, C_{41}	$C_{41.1}$	$C_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$C_{41.42}$
...
81-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija												
1. Žemės sklypas, C_{14}	$C_{14.1}$	$C_{14.2}$	$C_{14.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, C_{21}	$C_{21.1}$	-	-	...	$C_{21.17}$	$C_{21.18}$	$C_{21.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, C_{32}	$C_{32.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$C_{32.29}$	$C_{32.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, C_{43}	$C_{43.1}$	$C_{43.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$C_{43.42}$

Žemės sklypo (1 sprendimo) 3 alternatyvos kodo $C_{13.1}$ teikiamos koncepcinės informacijos fragmentas
 Žemės sklype yra vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis, elektros ir ryšio linijos

Pastato gyvavimo proceso vertinimo kriterijaus X_{19} teikiamos koncepcinės informacijos fragmentas
 Pastato plano forma turi įtakos reikalingo sklypo dydžiui, sunaudojamų statybinių medžiagų kiekiui, eksploatacinių išlaidoms dėl šilumos (energijos) nuostolių, jų taupymo galimybės. Statybos plane ir savo tūriu turi būti kuo mažiau laužytas. Ekonomiškiausia – artima kvadratui plano ir kubui tūrio forma. Šiuo atveju gaunamas mažiausias išorinių sienų plotas, mažiausi statybinių medžiagų, šilumos nuostoliai

11 lentelė. Pastato gyvavimo proceso variantų ir juos apibūdinančių kiekybinės informacijos formavimas

Table 11. Development of building life cycle variants and related quantitative information

Pastato gyvavimo proceso variantus sudarantys sprendimai	Pastato gyvavimo proceso variantus apibūdinanti informacija												
	Konceptinė	Kiekybinė											
		Kaina, X_1 (Lt)	Inžineriniai įrenginiai (elektros linija, vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis), X_2 (balai)	Telefonas, X_3 (balai)	...	Pastato fizinis ilgaamžiškumas, X_{17} (balai)	Pastato komforto lygis, X_{18} (balai)	Pastato kompaktiškumas, X_{19} (balai)	...	Statybos firmos finansinis patikimumas, X_{29} (balai)	Techninio ir vadovaujančiojo statybos aikštelės personalo kvalifikacija ir patirtis, X_{30} (balai)	...	Patogumas naudotis šildymo sistema, X_{42} (balai)
1-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{13}	C_{13}	$x_{13.1}$	$x_{13.2}$	$x_{13.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{24}	C_{24}	$x_{24.1}$	-	-	...	$x_{24.17}$	$x_{24.18}$	$x_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{31}	C_{31}	$x_{31.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{31.29}$	$x_{31.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{41}	C_{41}	$x_{41.1}$	$x_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{41.42}$
2-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{13}	C_{13}	$x_{13.1}$	$x_{13.2}$	$x_{13.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{24}	C_{24}	$x_{24.1}$	-	-	...	$x_{24.17}$	$x_{24.18}$	$x_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{33}	C_{33}	$x_{33.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{33.29}$	$x_{33.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{41}	C_{41}	$x_{41.1}$	$x_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{41.42}$
...
28-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{15}	C_{15}	$x_{15.1}$	$x_{15.2}$	$x_{15.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{24}	C_{24}	$x_{24.1}$	-	-	...	$x_{24.17}$	$x_{24.18}$	$x_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{31}	C_{31}	$x_{31.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{31.29}$	$x_{31.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{41}	C_{41}	$x_{41.1}$	$x_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{41.42}$
29-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{15}	C_{15}	$x_{15.1}$	$x_{15.2}$	$x_{15.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{24}	C_{24}	$x_{24.1}$	-	-	...	$x_{24.17}$	$x_{24.18}$	$x_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{33}	C_{33}	$x_{33.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{33.29}$	$x_{33.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{41}	C_{41}	$x_{41.1}$	$x_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{41.42}$
...
55-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{14}	C_{14}	$x_{14.1}$	$x_{14.2}$	$x_{14.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{24}	C_{24}	$x_{24.1}$	-	-	...	$x_{24.17}$	$x_{24.18}$	$x_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{31}	C_{31}	$x_{31.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{31.29}$	$x_{31.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{41}	C_{42}	$x_{41.1}$	$x_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{41.42}$
56-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{14}	C_{14}	$x_{14.1}$	$x_{14.2}$	$x_{14.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{24}	C_{24}	$x_{24.1}$	-	-	...	$x_{24.17}$	$x_{24.18}$	$x_{24.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{33}	C_{33}	$x_{33.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{33.29}$	$x_{33.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{41}	C_{42}	$x_{41.1}$	$x_{41.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{41.42}$
...
80-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{14}	C_{14}	$x_{14.1}$	$x_{14.2}$	$x_{14.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{21}	C_{21}	$x_{21.1}$	-	-	...	$x_{21.17}$	$x_{21.18}$	$x_{21.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{33}	C_{33}	$x_{33.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{33.29}$	$x_{33.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{42}	C_{43}	$x_{43.1}$	$x_{43.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{43.42}$
81-ąjį pastato gyvavimo proceso variantą apibūdinanti informacija													
1. Žemės sklypas, a_{14}	C_{14}	$x_{14.1}$	$x_{14.2}$	$x_{14.3}$	...	-	-	-	...	-	-	...	-
2. Vienbutis gyvenamasis namas, a_{21}	C_{21}	$x_{21.1}$	-	-	...	$x_{21.17}$	$x_{21.18}$	$x_{21.19}$	...	-	-	...	-
3. Rangovas, a_{32}	C_{32}	$x_{32.1}$	-	-	...	-	-	-	...	$x_{32.29}$	$x_{32.30}$	...	-
4. Eksploatavimas, a_{43}	C_{43}	$x_{43.1}$	$x_{43.2}$	-	...	-	-	-	...	-	-	...	$x_{43.42}$

12 lentelė. Suminė sprendimų priėmimo lentelė, kurioje pateikiami pastato gyvavimo proceso variantai ir juos apibūdinanti informacija

Table 12. Summary decision making table of all building life cycle versions obtained and overall related information

Sudaryti pastato gyvavimo proceso (PGP) variantai	Pastato gyvavimo proceso variantus apibūdinanti informacija												
	Konceptinė	Kiekybinė											
		Kaina, X_1	Inžineriniai įrenginiai (elektros linija, vandentiekio, kanalizacijos tinklai, dujotiekis), X_2	Telefonas, X_3	...	Pastato fizinis ilgaamžiškumas, X_{17}	Pastato komforto lygis, X_{18}	Pastato kompaktiškumas, X_{19}	...	Stybos firmos finansinis patikimumas, X_{29}	Techninio ir vadovaujanciojo statybos aikštelės personalo kvalifikacija ir patirtis, X_{30}	...	Patogumas naudotis šildymo sistema, X_{42}
1-asis PGP variantas	C_1	425485	10,00	10,00	...	50	8,00	9,00	...	9,60	9,00	...	9,80
2-asis PGP variantas	C_2	425485	10,00	10,00	...	50	8,00	9,00	...	8,00	8,00	...	9,80
...
28-asis PGP variantas	C_{28}	389485	3,47	10,00	...	50	8,00	9,00	...	9,60	9,00	...	8,60
29-asis PGP variantas	C_{29}	389485	3,47	10,00	...	50	8,00	9,00	...	8,00	8,00	...	8,60
...
55-asis PGP variantas	C_{55}	437485	10,00	10,00	...	50	8,00	9,00	...	9,60	9,00	...	9,80
56-asis PGP variantas	C_{56}	437485	10,00	10,00	...	50	8,00	9,00	...	8,00	8,00	...	9,80
...
80-asis PGP variantas	C_{80}	421657	10,00	10,00	...	50	7,80	8,40	...	8,00	8,00	...	9,80
81-asis PGP variantas	C_{81}	421657	10,00	10,00	...	50	7,80	8,40	...	7,80	6,50	...	9,80
Kriterijų reikšmingumai		0,5793	0,2855	0,0394	...	0,2653	0,5728	0,0623	...	0,0225	0,0285	...	0,0098
Kriterijų matavimo vienetai		Lt	balai	balai	...	balai	balai	balai	...	balai	balai	...	balai

džiui, žemės sklypo, vienbučio gyvenamojo namo, rangovo, eksploataavimo proceso) to paties kriterijaus (pavyzdžiui, kainos, komfortiškumo) reikšmes į vieną kompleksinę, įvertinami šių sprendimų reikšmingumai. Jie nustatomi taikant ekspertinius metodus ir yra suderinti dviem kryptimis: horizontaliaja (t. y. tarp kriterijų) ir vertikaliaja (t. y. tarp sprendimų). Taigi 11 lentelė transformuojama į suminę sprendimų priėmimo lentelę, kurioje pateikiami pastato gyvavimo proceso variantai ir juos apibūdinanti kiekybinė informacija (12 lent.).

Kai sprendimų variantai tarpusavyje turi mažai, bet įvairių derinių projektų, variantus galima greičiau sudaryti neautomatizuotai.

Visų žemės sklypų, vienbučių gyvenamųjų namų, rangovų ir eksploataavimo variantų alternatyvų negalima derinti tarpusavyje, šie sprendimai grupuojami į tokias grupes, kuriose jų variantus būtų galima derinti tarpusavyje. Atsižvelgiant į gautus žemės sklypų ir vienbučių gyvenamųjų namų derinius, parenkamos eksploataavimo alternatyvos. Šiuo atveju alternatyvoms sudaryti taikomas anksčiau minėtas variantų sudarymo metodas.

4. Išvados

- Pasiūlytas pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio variantinio projektavimo metodas automatizuotu būdu leidžia iš atskirų sprendimų (žemės sklypų, pastatų, rangovų, eksploataavimo variantų ir t. t.) sudaryti alternatyvius pastato gyvavimo proceso variantus.

- Konceptinis ir kiekybinis pastato gyvavimo proceso ir atskirų jo sprendimų alternatyvų aprašymas leidžia atlikti visapusišką – kokybinį ir kiekybinį pastato gyvavimo proceso įvertinimą. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio variantinio projektavimo metu naudojami kodai, teikiantys išsamią konceptinę ir kiekybinę informaciją apie nagrinėjamas alternatyvas, sumažina apdorojamos informacijos kiekį ir analizės trukmę.

- Pasiūlytą daugiakriterinio variantinio projektavimo metodą savo veikloje sudarydami alternatyvas ir priimdami sprendimus gali taikyti įvairūs pastato gyvavimo proceso dalyviai: užsakovai, projektuotojai, statybinių medžiagų gamintojai, tiekėjai, rangovai, naudotojai, finansų institucijos ir kt. Šiuo metodu sudarydami projektų alternatyvas, jie, atsižvelgdami į konceptinę ir kiekybinę

informaciją, gali papildyti ar koreguoti kriterijų reikšmingumą ir reikšmes atsižvelgiant į teikiamus prioritetus ir esamą situaciją.

Literatūra

1. Y. E. Kalay, L. Khemlani, J. W. Choi. An integrated model to support distributed collaborative design of buildings // Automation in construction, 2 (3), 1998, p. 177–188.
2. A. Dupagne, P. Mathus. CABMaS (Computer aided building management system): development of an integrated computerised platform for the management of information flows adapted to small and medium size building companies // The Life-Cycle of Construction IT Innovations. Proceedings of the CIB Working Commission W78 Information Technology in Construction Conference in Stockholm, June 3-5, 1998. Stockholm: Royal Institute of Technology, 1998, p. 179–190.
3. A. Kaklauskas, Z. Turskis. Projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas // 6-osios tarptautinės konferencijos „Naujos statybinės medžiagos, konstrukcijos ir technologijos“, įvykusios Vilniuje 1999 m. gegužės 19-21 d., medžiaga. IV tomas. Vilnius: Technika, 1999, p. 280–287.
4. E. K. Zavadskas, L. Simanuskas, A. Kaklauskas. Sprendimų paramos sistemos statyboje. Vilnius: Technika, 1998. 235 p.
5. Разработка программно-методического комплекса на ПЭВМ для многовариантного проектирования мало-квартирных домов с получением чертежей планов, разрезов, фасадов, перспектив, технико-экономических показателей и качественных характеристик: Отчет о НИР (заключ.) / ВТУ; руководитель Э. Завадскас. Вильнюс, 1991. 161 с. Отв. исполн. О. А. Овсянников, Г. Я. Эпельштейн, А. Каклаускас, Г. Каклаускас, А. Турскис, Г. Аксомитас, П. Малинаускас, Т. Мотекунас, С. Крауялис.
6. Rekonstruojamų gyvenamųjų namų konstrukcijų analizė ir perdenginių variantiniai pasiūlymai: Mokslo tiriamojo darbo ataskaita / VТУ; temos vadovas E. Zavadskas. Vilnius, 1991. 78 p.
7. Rekonstrukcijos ir šiluminės renovacijos projektų efektyvumo didinimas: Mokslo tiriamojo darbo ataskaita. Finansavimas gautas iš valstybinio mokslo ir studijų fondo. Sutarties Nr. 13. Fondo registr. Nr. 94-217/7D / VТУ; temos vadovas E. K. Zavadskas. Vilnius, 1994. 85 p.
8. Gyvenamųjų pastatų atnaujinimo sprendimų priėmimo sistemos kūrimas: Mokslo tiriamojo darbo ataskaita. Finansavimas gautas iš valstybinio mokslo ir studijų fondo. Sutarties Nr. 331. Fondo registr. Nr. 98309 / VGTU; temos vadovas E. K. Zavadskas. Vilnius, 1998. 130 p.
9. Projektų šiluminės renovacijos efektyvumo žinių bazės ir sistemos kūrimas: Kvalifikacinio mokslo tiriamojo darbo ataskaita / VGTU; temos vadovas E. Zavadskas. Vilnius, 1998. 88 p.
10. Statybos projektų kokybės užtikrinimas: Kvalifikacinio mokslo tiriamojo darbo ataskaita / VGTU; temos vadovas E. Zavadskas. Vilnius, 1998. 93 p.

Įteikta 2000 03 02

MULTIPLE CRITERIA MULTIVARIANT DESIGN OF A BUILDING LIFE CYCLE

N. Kvederytė, E. Zavadskas, A. Kaklauskas

Summary

A lot of data had to be processed and evaluated when carrying out multivariant design of a building life cycle. The number of feasible alternatives can be as large as 100,000. Each of the alternatives may be described from various perspectives, eg by conceptual and quantitative information. The problem arises how to perform computer-aided design of the alternative variants based on this enormous amount of information. To solve this problem a new method of multiple criteria multivariant building life cycle design was developed. According to the above method multiple criteria multivariant design is carried out in 5 stages (Fig 1).

In order to reduce the amount of information being used in computer-aided multivariant design the codes of the alternative solutions are used. In this case, any i solution of j alternative is given a_{ij} code providing thorough quantitative (system of criteria, units of measure, significances, values, as well as a minimizing or maximizing criterion) and conceptual (text, drawings, graphics, video tapes) information about the alternative being considered (see Table 1). Thus, the use of codes of the alternative solutions in computer-aided multivariant design reduces the volume of information to be processed providing better insight into a physical meaning of computations.

Codes, with conceptual and quantitative information provided, are used for describing all available alternative project solutions. The total number of these codes makes the table of codes of building life cycle alternatives more convenient for getting the alternative versions in a more simple way (see Table 1). As can be seen from Table 1, it contains c solutions of a building life cycle (plots, buildings, well-being, maintenance process, etc) of the n_i alternative versions codes. Any i line of the code table represents the codes of A_i solution a_{ij} alternatives. If the information relating to the solutions in the code table of building life cycle alternatives is represented by codes, then the code contains quantitative and conceptual information (see Table 1). In this case, n_i alternatives of any i solution are being considered in developing the alternative versions of a building life cycle.

For example, if in determining possible building life cycle alternative versions 10 alternatives are considered for any of 10 solutions, then, according to equation 1 maximum ten billion such variants will be obtained. It is evident that in this and similar cases it is hardly possible and reasonable to analyse all the versions from various perspectives. Therefore, it is advisable to reduce their number as follows. If a project of c solutions having n_i alternatives allows k combinations (equation 1) then, by using multiple criteria analysis methods, p most efficient versions should be chosen from every solution for further consideration (see Table 2). In this way, inefficient variants are being removed. The best solution alternatives obtained are then grouped according to priority considerations. In Table 2 a_{i1} is a code of the best variant of i solution, while a_{ip} is a code of its worst version.

Then, project variants are being developed based on the efficient p alternatives of c solutions chosen. At the beginning, this process should involve the codes of the alternative solutions. The first building life cycle variant is obtained by analysing the best solution variants according to the priority order (see Table 2 and 3). The last variant is based on solution versions from the bottom of priority table, while intermediate vari-

ants are obtained with account of the versions found in the middle of this table. For example, the first building life cycle version is based on a_{11} plot, a_{21} building, a_{i1} well-being, a_{c1} maintenance, etc variants. The last building life cycle version takes into account a_{1p} plot, a_{2p} building, a_{ip} well-being, a_{cp} maintenance, etc variants. In this case, combinations are obtained by using p alternatives from any c solutions.

While in Table 3 the development of building life cycle alternatives was based on codes of solution alternatives, Table 4 presents conceptual and quantitative information about the variants instead of the codes. When a particular building life cycle is being considered, the values relating to various solutions but based on the same criterion are recalculated into a single reduced value.

After the reduction of the same criterion (eg cost, comfortability) values of various solutions (plot, building, well-being, maintenance) to a single one it is necessary to appraise significances of these solutions. For example, noise level within and outside the building is not of the same significance to its inhabitants. The same applies to paying the money (it depends on whether – this should be done at the present moment or in some years). The above significances of the solutions are determined by using expert, financial analysis and other methods. The significances should be made compatible in two directions: horizontally (among criteria) and vertically (among solutions). In this way, Table 4 may be transformed into a summary decision making table (see Table 5) containing all building life cycle versions and overall related information.

A new method of multiple criteria multivariant design of a building life cycle enabling the user to make computer-aided design of up to 100,000 alternative project versions was developed. Any building life cycle variant obtained in this way is based on quantitative and conceptual information.

Nerija KVEDERYTĖ. Doctoral student. Dept of Construction Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University, Sauletekio 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 Lithuania Academy of Sciences, Member of Ukrainian Academy of Technological Cybernetics. Vilnius Gediminas Technical University, Sauletekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania.

In 1973 Dr degree in building structures. Assistant, Senior Assistant, Associate Professor, Professor at the Dept of Construction Technology and Management. In 1987, Dr Habil at Moscow Civil Engineering Institute (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 (UK), Poznan University of Technology (Poland), Leipzig Higher School of Technology, Economics and Culture (Germany). Member of international organisations. Member of organisational 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, Sauletekio 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.