

MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS OF DWELLING FACILITIES MAINTENANCE

P. Malinauskas & T. Petrašsenko

To cite this article: P. Malinauskas & T. Petrašsenko (2001) MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS OF DWELLING FACILITIES MAINTENANCE, *Statyba*, 7:2, 138-147, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531715](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531715)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531715>



Published online: 30 Jul 2012.



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



Article views: 78

DAUGIABUČIŲ GYVENAMŲJŲ NAMŲ PRIEŽIŪROS PROCESO DAUGIAKRITERINĖ ANALIZĖ

P. Malinauskas, T. Petrašenko

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

1. Įvadas

Pastaruoju metu daugiabučių namų eksploatacijos problemos tapo viena iš dažniausiai diskutuojamų temų. Labai aktualus klausimas – jų priežiūros darbų atlikimo kokybė, teikiamų komunalinių paslaugų įkainiai.

Nekelia abejonių tas faktas, kad specialiosios paskirties uždarnosios akcinės bendrovės (toliau – SP UAB) nepakankamai gerai atlieka savo funkcijas. Kitokių priežiūros problemų kyla, kai gyventojai įsteigia daugiabučių namų savininkų bendriją (DNSB). Jos narių patirtis ir nuomonė dažniausiai skiriasi, ir DNSB pirmininkai, sprenddami eksploatacijos problemas, susiduria su daugybe sunkumų.

Autoriai atliko kelių SP UAB ir DNSB pastatų eksploatacinės veiklos tyrimus bei darbuotojų ir gyventojų apklausą dviejose Vilniaus miesto seniūnijose. (Respondentų prašymu konkrečių pavadinimų neskelbiame, tuo labiau, kad visose seniūnijose pastatų eksploatacavimo problemų esmė beveik ta pati.)

Lietuva yra unikali tuo, kad joje privatizuota 97% būstų. Palyginti su užsienio valstybėmis, šis procentas labai didelis, nes ten leista privatizuoti ne daugiau kaip 50% būstų, pavyzdžiui, Lenkijoje ~50%, Danijoje ~30% (1999 m. lapkričio mėn. Būsto ir urbanistikos plėtros fondo duomenimis).

Dėl tokio didelio privataus būsto sektoriaus Lietuvoje kyla specifinių jo priežiūros ir eksploatacavimo problemų. Šiuo metu namų ūkį aptarnauja specialiosios paskirties uždarnosios akcinės bendrovės. Privatizavus butus, be sutarties su seniūnija, buvo pasirašytos sutartys su šiomis įmonėmis dėl namų eksploatacavimo. Gyventojai negalėjo rinktis, kas prižiūrės gyvenamąjį fondą. SP UAB tapo monopolistėmis, joms, palyginti su privačiomis įmonėmis, sudarytos „šiltnamio sąlygos“: savivaldybė joms suteikia patalpas, užsakymus jos gauna be konkurencijos. Kadangi paslaugų tarifai ilgą laiką ne-

buvo nustatyti, kiekviena tokia įmonė juos apskaičiuodavo pati, taip buvo sudarytos sąlygos prirašinėjimams. Be to, šios įmonės ne tik atlieka darbus, bet pačios juos ir priima bei patvirtina, kitaip tariant, dirba pagal principą „pats parduodu ir pats perku“. Nagrinėjant pastatų priežiūros problemas, buvo sulyginata bendrijų ir specialiosios paskirties įmonių darbo patirtis šioje srityje.

Nors pastatų priežiūros rinka Lietuvoje labai didelė, tačiau privataus būsto sektoriaus didelė dalis jau ilgą laiką yra neprižiūrima, todėl reikia tyrimų jo būklei nustatyti. Be to, gyventojai, priversti patys rūpintis savo turtu, turi būti susipažinę su jo eksploatacijos ir priežiūros taisyklėmis. Asmenys, prižiūrintys butų ūkį, ne visuomet yra kompetentingi pastatų priežiūros klausimais, ypač tai liečia bendrijas ir joms vadovaujančius žmones. Todėl labai svarbu sukurti pastatų priežiūros informacinę sistemą. Kiekvienoje šalyje pastatų priežiūros standartai ir lygis yra skirtingi ir tiesiogiai priklauso nuo šalies ekonomikos lygio. Kuo stipresnė šalies ekonomika, tuo aukštesnis gyventojų pragyvenimo lygis, o kartu ir pastatų kokybės ir naudojimo lygis.

Savivaldybės padaliniai sprendžia kai kurias problemas (bendrijų registracija, būsto problemos, aptarnavimo problemos ir pan.), tačiau yra neiški kompleksinė darbų strategija. Pirmiausia reikėtų inventorizuoti visą butų ūkio fondą, jį suskirstyti pagal nuosavybės rūšis ir tada numatyti tvarkymo ir eksploatacavimo darbų strategiją. Specialiosios paskirties uždarąsias akcines bendroves galima būtų privatizuoti. Tuomet didėtų eksploatacijos paslaugas teikiančių įmonių konkurencija, gerėtų darbų kokybė, jie pigtų, didėtų darbų pasiūla. Bet yra dar viena problema – nedidelė eksploatacijos darbų paklausa. Nors butų fondas yra privatizuotas, konkrečių šeiminių nėra, sunkiai kuriamos bendrijos, nėra užsakovų.

2. Pastatų priežiūros valdymas

Siekiant efektyviai ir kvalifikuotai atlikti pastato priežiūrą ar atnaujinimą, kuriamos įvairios valdymo formos. Naudojimo valdymas apima išteklių organizavimą, siekiant efektyviai panaudoti nuosavybę ir kartu iš investicijų gauti didžiausią pelną [1].

Naudojimo valdymas skirstomas į pastatų naudojimo technologiją ir pastatų naudojimo valdymą. Pastatų naudojimo valdymas apima viso pastato kompleksinę naudojimo sistemą. Pastatų naudojimo technologija padeda nustatyti pastatų defektų ir nusidėvėjimų atsiradimo priežastis ir jų pašalinimo galimybes. Bėgant laikui tai, kaip pastatas atitinka standartus, priklauso nuo pastato priežiūros (1 pav.) [1]. Diagrama tinka visam pastatui, bet ne atskiriems jo elementams, nes, pavyzdžiui, padarius klaidą projektuojant pamatus, eksploataavimo metu tai sunkiai nustatoma ir neįvertinama vykdant priežiūrą.

Planuojant ir kontroliuojant priežiūros darbus, svarbiausia yra užtikrinti efektyvius ir ekonomiškus reikalingus taisymo ir atnaujinimo darbus. Pagrindiniai priimami sprendimai [1]:

- Standartų nustatymas. Standartams suformuluoti reikia žinių apie galimą gedimų įtaką vartotojo veiklai, svarbu turėti informacijos apie bendruosius organizacijos tikslus ir statusą bei kitus išorinius reikalavimus.

- Reikalingų darbų apibrėžimas. Darbų sąrašas sudaromas remiantis informacija, gauta patikrinimų metu bei iš kitų šaltinių. Reikia žinių apie defektų atsiradimo priežastis ir būdus, kaip juos pašalinti.

- Apžiūrų planavimas. Planuojant apžiūrų dažnumą reikia žinoti pastato elementų leistinojo nusidėvėjimo

mo lygį; defektus būtina pastebėti, kol jie nepasiekė ribinio būvio.

- Darbo sąnaudų skaičiavimas. Skaičiuojant būtina remtis informacija apie anksčiau atliktus darbus.

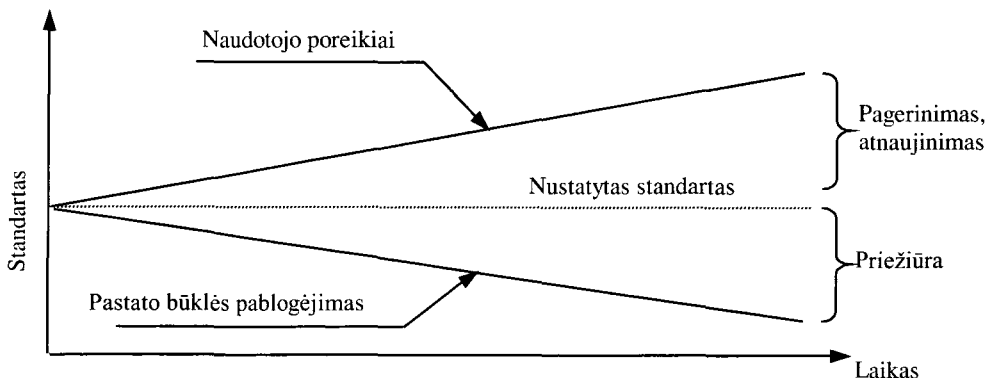
- Darbo planavimas. Svarbu laiku pradėti ir užbaigti darbus. Skaičiuojama darbo apimtis, atlikimo terminai, priėjimas prie objektų, darbo jėga, kurios reikia atskiroms operacijoms atlikti.

- Darbo organizavimas. Svarbiausi sprendimai yra susiję su darbo jėgos samdymu, apmokėjimu už darbą ir darbuotojų skatinimu. Galimi du darbo organizavimo variantai: pirmasis, kai sudaromas kontraktas; tada reikia informacijos apie kontraktų kainas, sezoninius jų svyravimus, darbo kokybę bei kontrakto sąlygas. Antrasis, kai tiesiogiai samdoma darbo jėga, tuomet reikia detalių informacijos apie atlyginimų tarifus ir darbo jėgos įkainius, darbo našumo normas, medžiagų kainas, įmonės mokamus mokesčius.

- Išlaidų kontrolė, darbo vykdymas ir kokybės kontrolė. Čia įvertinama grįžtamoji informacija apie realias išlaidas ir darbo atlikimą, lyginami realūs faktai su preliminariais skaičiavimais, jei reikia, skaičiavimai tikslinami.

3. Daugiakriterinio sprendimo priėmimo metodo taikymas sprendžiant pastatų priežiūros efektyvumo didinimo problemą

Sprendžiant pastatų priežiūros problemas ir ieškant pastato egzistavimo proceso efektyvumo didinimo galimybių, daugiakriterinė pastato eksploataavimo proceso analizė leidžia išspręsti šį uždavinį derinant pastato gyvavimo proceso dalyvių poreikius su projekto ekonomi-



1 pav. Pastato naudotojo poreikių, pastato būklės ir priežiūros ryšys

Fig 1. Connection between user's needs, building state and facilities management

niais, kokybiniais, technologiniais, techniniais ir kitais sprendimais.

Pastatų savininkai ir naudotojai tikisi kompetentingo, profesionalaus darbų atlikimo. Dažnai pastatų priežiūros darbai laikomi smulkiais, todėl eksploatuotojams sunku pasirinkti gerą darbų atlikėją ir būna problemų vertinant darbo kokybę. Tai, be abejo, trumpina pastato gyvavimo laiką.

Pastato eksploatavimo proceso efektyvumo lygis priklauso daugiau nuo jį veikiančių kokybinių kriterijų negu nuo kiekybinių, nes vertinant priežiūros proceso efektyvumą svarbu, ar užsakovą tenkina atlikti priežiūros darbai, ne tik kaina ar kiti kiekybiniai parametrai. Todėl, lyginant variantus, kaina, kaip kiekybinis rodiklis, nebuvo įtraukta į rodiklių sąrašą. Kriterijų reikšmingumams nustatyti buvo taikytas ekspertinis kriterijų reikšmingumų nustatymo metodas [2].

Pastato eksploatavimo procesas susijęs su jame dalyvaujančių suinteresuotų grupių skirtingų tikslų suderinimo problema. Skirtingiems tikslams suderinti ir optimaliam variantui nustatyti buvo taikytas daugiakriterinis kompleksinis proporcingas vertinimo metodas [3].

Klasikiniai daugiakriterinio optimizavimo metodai, reikšmingumo, naudingumo ir vertės nustatymo metodai pradėti taikyti 1896 m. Pareto ir ištobulinti 1959 m. Debreu [4]. Šie metodai buvo labai susiję su ekonomikos teorija, kurioje skaičiavimams buvo naudojami tūkstančių sprendimų vidurkiai ir atskiras vartotojas pristatomas kaip matematinis vienetas, išskirtas kaip vidurkis įvertinus įvairius apribojimus ir priklausomybes.

Daugiakriterinės analizės metodai plačiai taikomi nuo 1960 m. išaugus žmonių poreikiams. Iš pradžių buvo keliamas daugiatislio matematinio programavimo tobulinimo tikslas. Šia kryptimi 1973 m. savo darbuose tyrinėjimus atliko Cochrane ir Zeleny [5]. Daugiakriterinė sprendimų priėmimo esant prieštarangiems tikslams analizė buvo atlikta 1974 m. Keeny darbuose. Jis pateikė teoremas daugiakriterinėms naudingumo funkcijoms nustatyti įvertinus reikšmingumą ir naudingumą. Femuko Seo 1980 m. nagrinėjo daugiakriterinį sprendimų priėmimą esant prieštarangiems tikslams hierarchinėje sistemoje. Savo darbuose jis atliko kiekybinę daugiatislio organizacijos teorinio tyrimo analizę, kurioje sprendimų priėmimo problema siejama su skirtingais kelių individų ar grupių interesais [5].

Suinteresuotų grupių interesų ir tikslų derinimo ir optimalaus sprendimo priėmimo problemas 1980 m. savo darbuose nagrinėjo japonai T. Tanino, H. Nakajama ir Y. Swaragi [6]. Jie taikė ECR – sprendimų paramos metodą.

A. P. Wierzbickis 1980 m. savo darbuose analizavo klausimus, susijusius su sprendimų priėmimo procesų organizacijose reikšmingumų matematinio modeliavimu, santykio nustatymo tarp sprendimo rezultato patenkinimo lygio ir naudos maksimizavimo. S. H. Zanakis 1980 m. daugiatislėms gyvavimo problemoms spręsti taikė IGP metodą, kuris leidžia efektyviai spręsti uždavinius esant šimtams ir tūkstančiams galimų variantų ir apribojimų [7].

Nuo pastato priežiūros proceso efektyvumo priklauso jo ilgaamžiškumas, suinteresuotų grupių pasiektų tikslų lygis. Todėl būtina tiksliai įvertinti ir apskaičiuoti visų veiksmų įtaką galutiniam rezultatui. Tuo tikslu ir taikomas toliau pateiktas daugiakriterinės analizės metodas.

3.1. Pastato priežiūros proceso daugiakriterinės analizės etapai ir bendroji schema

Pastato eksploatavimo proceso daugiakriterinė analizė atliekama šiais etapais:

- Proceso efektyvumą veikiančių suinteresuotų grupių analizė ir duomenų bazės sudarymas.
- Kokybinių charakteristikų nomenklatūros, reikšmių ir reikšmingumų nustatymas.
- Eksploatavimo proceso galimų alternatyvų sudarymas.
- Sprendimo priėmimo matricos sudarymas.
- Kriterijų reikšmingumų nustatymas.
- Pastatų priežiūros proceso variantų daugiakriterinė analizė.

Rezultatų analizė.

Bendra daugiakriterinio variantų vertinimo blokinė schema parodyta 2 paveiksle. Pagrindinis šių etapų elementas yra pastatų eksploatavimo proceso sprendimų priėmimo matricos sudarymas ir variantų daugiakriterinė analizė. 1 lentelėje pateikiama pastato eksploatavimo proceso sprendimo priėmimo matrica, kurioje stulpeliuose pateikiami nagrinėjami n alternatyvūs variantai, o eilutėse – kokybinė informacija apie šiuos variantus.

Remiantis 1 lentelėje pateikta matrica sudaroma suminė pastato priežiūros proceso sprendimų priėmimo matrica, kurios stulpeliuose pateikiamos nagrinėjamos priežiūros darbų atlikimo alternatyvos, o eilutėse pateikiama jas išsamiai apibūdinanti kokybinė informacija.

Atliekant alternatyvų daugiakriterinę analizę informacija apdorojama matriciniu būdu. Kokybinių kriterijų pradiniai reikšmingumai nustatomi ekspertiniais metodais.

Atlikus pagrindinius parengiamuosius darbus: išaiškinus tinkamiausius vertinimo kriterijus, parinkus ekspertų grupes, sudaromos anketos eksploatacinių variantų ekspertiniam vertinimui. Pažymėtina, kad iš 35 apklaustų ekspertų anketas užpildė 29 ekspertai. Nors ir buvo patikinta, kad individualūs rezultatai nebus skelbiami, kai kurie iš jų atsisakė pildyti anketas.

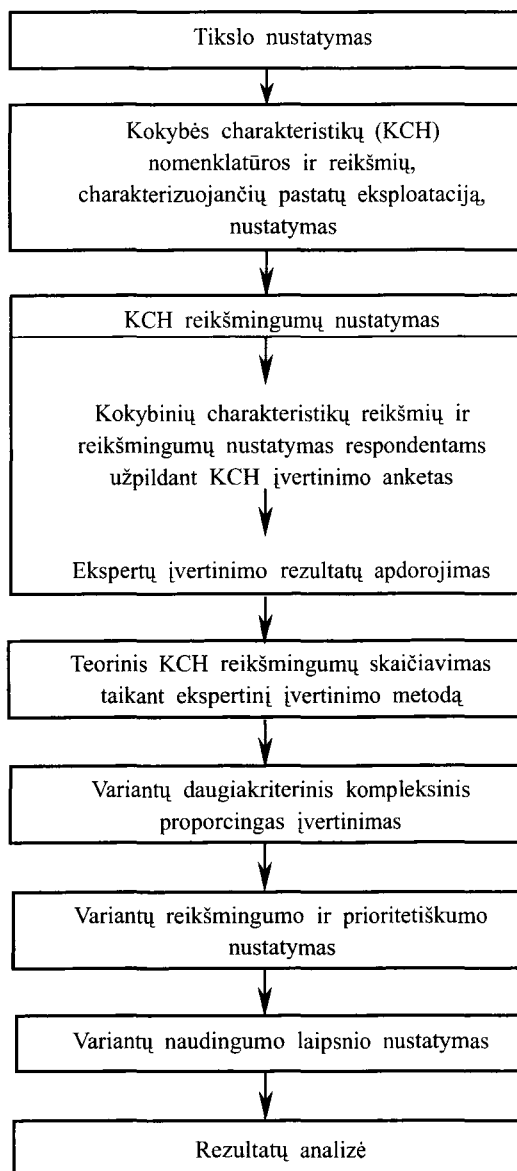
3.2. Ekspertinio vertinimo metodo taikymas nustatant kriterijų reikšmingumus

Nustatant kriterijų reikšmingumus taikomas ekspertinio vertinimo metodas, be kurio sunku realiai įvertinti kriterijus (3 pav.). Apklausus ekspertus, gauti t_{jk} vertinimų rinkiniai apdorojami statistiškai.

Vidutinė kriterijaus vertinimo reikšmė \bar{t}_j nustatoma pagal formulę:

$$\bar{t}_j = \frac{\sum_{k=1}^r t_{jk}}{r}, \quad (1)$$

t_{jk} – k eksperto atliktas j rodiklio įvertinimas; r – ekspertų skaičius.



2 pav. Variantų daugiakriterinio kompleksinio įvertinimo metodo blokinė schema

Fig 2. Block-scheme of multiple criteria analysis method

1 lentelė. Pastato eksploatacinių variantų sprendimo priėmimo matrica M1

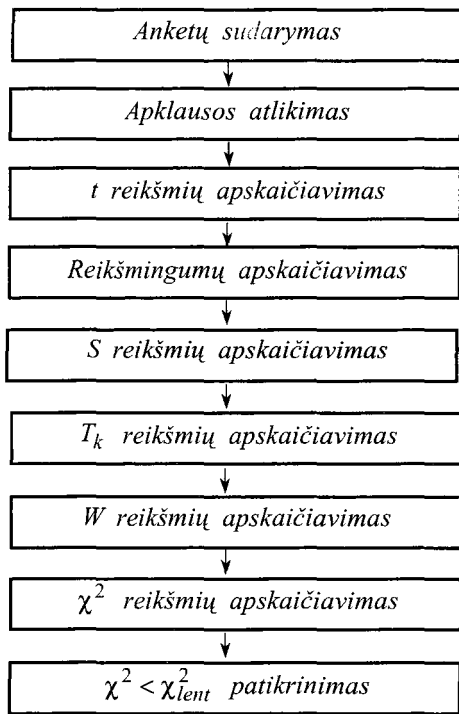
Table 1. Decision-making matrix M1 for maintenance process of a building

Nagrinėjamas kriterijus	*	Reikšmingumas	Matavimo vienetas	Nagrinėjamas variantas						
				1	2	...	j	...	n	
Kokybinis kriterijus	X_1	\check{z}_1	q_1	m_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}
	X_2	\check{z}_2	q_2	m_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}

	X_i	\check{z}_i	q_i	m_i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}

	X_m	\check{z}_m	q_m	m_m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mj}	...	x_{mn}

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



3 pav. Ekspertinio vertinimo metodo blokinė schema

Fig 3. Block-scheme of expert evaluation method

Kriterijaus reikšmingumas apskaičiuojamas kriterijų vidurkių sumą dalijant iš kiekvieno kriterijaus vidutinės įvertinimo reikšmės:

$$\frac{\sum_{j=1}^n \bar{t}_j}{\bar{t}_j} \quad (2)$$

Visų rodiklių reikšmingumų suma turi būti lygi vienetui:

$$\sum_{j=1}^n \frac{\bar{t}_j}{\bar{t}_j} = 1,0. \quad (3)$$

Toliau nustatomas ekspertizės patikimumas. Jis išreiškiamas *ekspertų nuomonių konkordancijos koeficientu*, apibūdinančiu individualių nuomonių sutapimo laipsnį:

$$W = \frac{12S}{r^2(n^3-n) - r \sum_{k=1}^r T_k}, \quad (4)$$

S – kiekvieno kriterijaus vertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma; T_k – k ranžiruotėje susijusių rangų rodiklis; k – ekspertų skaičius; n – vertinamų kriterijų skaičius. Šis koeficientas turi artėti prie vieneto.

Kiekvieno kriterijaus įvertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma:

$$S = \sum_{j=1}^n \left[\sum_{k=1}^r t_{jk} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{jk} \right]^2, \quad (5)$$

t_{jk} – k eksperto j kriterijui priskiriamas rangas.

Konkordancijos koeficiento reikšmingumas nustatomas pagal formulę:

$$\chi^2 = \frac{12S}{rn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k}. \quad (6)$$

Ši reikšmė turi būti didesnė negu χ_{lent}^2 , kuri priklauso nuo laisvės laipsnių skaičiaus bei pasirinkto reikšmingumo lygio, tuomet laikoma, kad ekspertų nuomonės suderintos. Priešingu atveju, kai $\chi^2 < \chi_{lent}^2$, laikoma, kad ekspertų nuomonės nesuderintos.

3.3. Kriterijų reikšmingumų nustatymo praktinis pritaikymas

Siekiant suprojektuoti efektyvų pastato eksploataavimo procesą, vertinami ir lyginami du eksploataavimo darbų atlikimo variantai, kai darbai atliekami rangos ir ūkio būdu. Remiantis 2 lentelėje pateikta kriterijų sistema atliekama daugiabučių gyvenamųjų namų daugiakriterinė analizė. Toliau trumpai aprašomos kriterijų sistemos, kuriomis remiantis atliekama eksploataavimo variantų daugiakriterinė analizė.

Alternatyvūs variantai vertinami pagal tokius kokybinius rodiklius: darbų kokybė, patogumas, darbo pradžia (kaip greitai pradedami darbai), darbo trukmė, darbų reguliarumas, darbininkų meistriškumas, darbo saugumas, naudojamų medžiagų kenksmingumas sveikatai ir aplinkai, aplinkos tvarkymas.

Eksploatacijos proceso variantus, kriterijų reikšmingumus vertina daugiabučių namų savininkų bendrijų pirmininkai. Suprantama, jog kiekvienas respondentas išreiškia savo subjektyvią nuomonę ar požiūrį, ypač kai tenka vertinti neapibrėžtas, sunkiai konkretizuojamas savybes. Kadangi proceso charakteristikas vertina ne vienas, o grupė specialistų, atskirų ekspertų nuomonės buvo apibendrintos susumuojant vertinimo rezultatus ir apskaičiuojant galutines vertinimų reikšmes.

Kriterijų reikšmingumai nustatyti remiantis sprendimų priėmimo matrica (2 lent.) ir (1)–(6) formulėmis.

Skaičiavimai buvo atlikti *Microsoft Excel 97* skaičiuokle. Iš 2 lentelės matyti, kad reikšmingiausi kriterijai yra: atliktų darbų kokybė ($q_1=0,1555$), darbininkų meistriškumo lygis ($q_7=0,1506$), saugumas ($q_8=0,1495$), atliktų darbų trukmė ($q_5=0,1335$), kenksmingumas sveikatai ($q_9=0,0877$).

Tuomet pagal pateiktą formulę apskaičiuotas konkordancijos koeficientas, kurio reikšmė yra $W=0,67197$. Ši reikšmė pakankamai didelė (artėja prie vienetų), todėl galima teigti, kad gautų kriterijų reikšmingumo dydžių patikimumas pakankamas ir ekspertų nuomonės suderintos. Bet šis dydis yra atsitiktinis, todėl, norint nustatyti konkordancijos koeficiento vertinimo reikšmingumą, reikia žinoti dažnių pasiskirstymą esant įvairioms r ekspertų ir n lyginamųjų variantų reikšmėms. Todėl būtina nustatyti konkordancijos koeficiento reikšmingumą.

Remiantis (8) formule apskaičiuota χ^2 reikšmė – ji buvo 155,896. Ši reikšmė turi būti didesnė negu χ_{lent}^2 , kuri priklauso nuo laisvės laipsnių skaičiaus bei reikšmingumo lygio.

Pagal [8] 3 priedo V lentelę $\chi_{lent}^2=139,537$, kai laisvės laipsnių skaičius $((9 \times 10) - 1) = 89$ ir reikšmingumo lygis 0,0005 (0,05%). Kadangi $139,537 < 155,896$, kai $\alpha=0,0005$, o $r=89$, vadinasi, ekspertų suderintų ranžiruočių hipotezė priimama.

4. Daugiabučių gyvenamųjų namų priežiūros proceso daugiakriterinis vertinimas

4.1. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio kompleksinio proporcingo vertinimo metodas

Apskaičiavus rodiklių reikšmingumus, toliau nustatomas variantų prioritetiškumas ir naudingumo laipsnis. Tam taikomas variantų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo vertinimo metodas.

Nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir jų naudingumo laipsnis tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumų dydžių. Kriterijų sistema nustatoma, o kriterijų reikšmes ir pradinius reikšmingumus apskaičiuoja ekspertai. Šią informaciją gali pakoreguoti suinteresuotos grupės, 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 lyginamųjų rodiklių gauti bedimensius įvertintus dydžius. Kai šie dydžiai žinomi, galima palyginti visus skirtingų matavimo vienetų rodiklius. Tam taikoma tokia formulė:

2 lentelė. Pradiniai duomenys pastatų priežiūros proceso daugiakriterinei analizei atlikti

Table 2. Initial data for dwelling facilities process multiple criteria analysis

Nagrinėjamas kriterijus	*	Mato vienetas	Kriterijų reikšmingumas, q_j	Kriterijaus skaitinė reikšmė, d_{ji}		Reikšmių suma, Σd_{ji}
				ūkio būdas	rangos būdas	
1. Atlikti darbai ir jų kokybė	+	balai	0,1555	0,0648	0,0907	0,1555
2. Patogumas	+	balai	0,0861	0,0425	0,0435	0,0861
3. Darbų pradžia	+	balai	0,0833	0,0348	0,0485	0,0833
4. Atliekamų darbų trukmė	+	balai	0,1335	0,0562	0,0772	0,1335
5. Atliekamų darbų reguliarumas	+	balai	0,0717	0,0320	0,0397	0,0717
6. Meistriškumo lygis	+	balai	0,1506	0,0630	0,0875	0,1506
7. Saugumas	+	balai	0,1495	0,0597	0,0898	0,1495
8. Kenksmingumas sveikatai	-	balai	0,0877	0,0371	0,0506	0,0877
9. Aplinkos tvarkymas	+	balai	0,0822	0,0358	0,0464	0,0822

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

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (7)$$

x_{ij} – i kriterijaus reikšmė j sprendimo variante; m – kriterijų skaičius; n – lyginamųjų 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 :

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

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., saugumas, meistriškumas) S_{+j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^m d_{+ij}; \quad S_{-j} = \sum_{i=1}^m d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (9)$$

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 lygios atitinkamai visoms maksimizuojančių ir minimizuojančių kriterijų reikšmingumų sumoms:

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

$$S_- = \sum_{j=1}^n S_{-j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (10)$$

Taip dar kartą galima patikrinti atliktų skaičiavimų teisingumą.

3 etapas. Lyginamųjų variantų santykinis reikšmingumas nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+j} ir neigiamomis S_{-j} savybėmis. Kiekvieno

3 lentelė. Įvertinta normalizuota sprendimų priėmimo matrica D ir daugiakriterinės analizės rezultatai

Table 3. Evaluated normalised decision-making matrix D and multiple criteria analysis results

Nagrinėjamas kriterijus	Kriterijaus matavimo vienetas	*	Kriterijaus reikšmingumas	Normalizuotų įvertintų kriterijų skaitinės reikšmės (matrica D)					
				1	2	...	j	...	n
X_1	m_1	z_1	q_1	d_{11}	d_{12}	...	d_{1j}	...	d_{1n}
X_2	m_2	z_2	q_2	d_{21}	d_{22}	...	d_{2j}	...	d_{2n}
...
X_i	m_i	z_i	q_i	d_{i1}	d_{i2}	...	d_{ij}	...	d_{in}
...
X_m	m_m	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}
Alternatyvos reikšmingumas				Q_1	Q_2	...	Q_j	...	Q_n
Alternatyvos prioritetiškumas				Pr_1	Pr_2	...	Pr_j	...	Pr_n
Alternatyvos naudingumo laipsnis				N_1	N_2	...	N_j	...	N_n

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

projekto a_j santykinis reikšmingumas Q_j nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

4 etapas. Nustatomas projektų prioritetiškumas. Juo didesnis Q_j , tuo projektas efektyvesnis.

Išanalizavus pateiktą metodą galima padaryti išvadą, kad juo remiantis gana paprasta įvertinti ir išrinkti efektyviausius projektus. Be to, suformuotas apibendrintas 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, t. y. pastatų priežiūros proceso alternatyvų prioritetiškumo ir reikšmingumo nustatymo pavyzdį. Šiuo atveju pradinės sąlygos išvardytos anksčiau ir duomenys aprašyti 3 lentelėje.

4 lentelė. Alternatyvių daugiabučių gyvenamųjų namų priežiūros proceso variantų daugiakriterinio vertinimo rezultatai bei jų prioritetiškumo ir naudingumo laipsnio nustatymas

Table 4. Dwelling facilities process alternatives multiple criteria analysis results and determination of the priority and utility degree of alternatives

Kriterijus	*	Mato vienetas	Kriterijaus reikšmingumas	Kriterijų skaitmeninė reikšmė	
				ūkio būdas	rangos būdas
1. Atlikti darbai ir jų kokybė	+	balai	0,1555	0,0648	0,0907
2. Patogumas	+	balai	0,0861	0,0425	0,0435
3. Darbų pradžia	+	balai	0,0833	0,0348	0,0485
4. Atliekamų darbų trukmė	+	balai	0,1335	0,0562	0,0772
5. Atliekamų darbų reguliarumas	+	balai	0,0717	0,0320	0,0397
6. Meistriškumo lygis	+	balai	0,1506	0,0630	0,0875
7. Saugumas	+	balai	0,1495	0,0597	0,0898
8. Kenksmingumas sveikatai	-	balai	0,0877	0,0371	0,0506
9. Aplinkos tvarkymas	+	balai	0,0822	0,0358	0,0464
Maksimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma S_{+i}				0,3889	0,5234
Minimizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma S_{-i}				0,0371	0,0506
Varianto reikšmingumas Q_i				0,5410	0,6352
Varianto prioritetiškumas				2	1
Varianto naudingumo laipsnis N_i				85%	100%

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

4.2. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodo praktinis pritaikymas

Remiantis 4.1 poskyryje pateiktomis (7)–(11) formulėmis atliktos pastatų priežiūros proceso daugiakriterinės analizės rezultatai pateikti 3 ir 4 lentelėse.

Visų alternatyvų S_{+j} ir S_{-j} sumos yra atitinkamai lygios visoms maksimizuojančių ir minimizuojančių kriterijų reikšmingumų sumoms ((10) formulė). Daugiabučių gyvenamųjų namų priežiūros proceso atveju gautos tokios reikšmės:

$$S_{+} = 0,9123, \quad S_{-} = 0,0877.$$

Iš 4 lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad $Q_2 > Q_1$, kur $>$ ženklas reiškia „geriau už“. Vadinasi, pagal prioritetiškumą geriausias yra antrasis pastatų priežiūros variantas ($Q_2 = 0,6352$).

Pagal daugiabučių gyvenamųjų namų priežiūros variantų daugiakriterinio vertinimo rezultatus bei jų prioritetiškumą (4 lent.) esant nurodytoms pradinėms sąlygoms racionaliausias yra antrasis, kai darbai atliekami samdant rangovinę organizaciją.

4.3. Pastatų priežiūros proceso naudingumo laipsnio nustatymas

Kadangi užsakovus labiausiai domina, kiek nagrinėjami variantai yra vieni už kitus efektyvesni (labiau tenkinantys jo poreikius ir tikslus), tai, išrenkant racionaliausią sprendimą, geriau vartoti projekto naudingumo, o ne projekto reikšmingumo sąvoką. Nustatant naudingumo laipsnį, variantas lyginamas su racionaliausiu.

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. Nustatant naudingumo laipsnį, variantas lyginamas su racionaliausiu. Varianto a_i naudingumo laipsnis N_i nustatomas pagal formulę:

$$N_i = \left(Q_j : Q_{\max} \right) \cdot 100\%, \quad (12)$$

čia Q_j ir Q_{\max} – projektų reikšmingumai, apskaičiuoti pagal (11) formulę.

Variantų naudingumo laipsnis tiesiogiai priklauso nuo alternatyvą apibūdinančių kriterijų (sistemos, reikšmių ir reikšmingumų). Didėjant (mažėjant) nagrinėjamo projekto reikšmingumui, didėja (mažėja) ir jo naudingumo laipsnis.

Taikant daugiakriterinį projektų naudingumo laipsnio nustatymo metodą yra apskaičiuoti nagrinėtų eksploatavimo variantų naudingumo laipsniai (4 lent.). Iš skaičiavimų matyti, kad prioritetiškesnis yra antrasis variantas – kai eksploatacijos darbai atliekami samdant rangovą. Šio varianto naudingumas $N_2=100\%$ (4 lent.) net 15% didesnis negu pirmojo, t. y. labiau atitinka užsakovo tikslus ir poreikius nei kitas variantas.

5. 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. Jų poreikiai yra išreiškiami taikant kiekybinių ir kokybinių kriterijų sistemas, reikšmes, kriterijų svarba yra įvertinama pagal jų reikšmingumus.

2. Taikant pasiūlytą projektų daugiakriterinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodą, apskaičiuojamas santykinis reikšmingumas Q_j , kuris įvertina lyginamųjų kriterijų reikšmių ir reikšmingumų santyki-

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

3. Projektų naudingumo laipsnis N_j kompleksiskai įvertina pastato gyvavimo proceso (atskirų jo sprendimų) teigiamas ir neigiamas savybes. Nudingumo laipsnis tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo pastato gyvavimo procesą (jo sprendimus) adekvačiai apibūdinančios kriterijų sistemos, kriterijų reikšmių ir reikšmingumų dydžių.

4. Skaičiuojant gauti rezultatai (4 lent.) rodo, kad pagal užsibrėžtas uždavinio sąlygas antrasis pastatų priežiūros variantas labiau atitinka užsakovo tikslus ir poreikius. Šiuo atveju pastato priežiūros proceso analizė buvo atliekama atsižvelgiant į užsakovo (naudotojo) pageidavimus. Tačiau kiti 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.

5. Analizuojant skaičiavimo rezultatus, galima padaryti išvadą, kad rinkoje yra nemaža profesionalių ir kokybiškai atliekamų darbų paklausa, ir specialiosios paskirties uždarnosios akcinės bendrovės turėtų pasiekti rangovinių organizacijų lygį, kad galėtų sėkmingai konkuruoti paslaugų rinkoje.

Literatūra

1. Reginald Lee, MPhil, FRICS. Building Maintenance Management. Third edition. London, 1995. 408 p.
2. E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas. Pastatų sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika, 1996. 280 p.
3. E. K. Zavadskas, L. Simanaukas, A. Kaklauskas. Sprendimų paramos sistemos statyboje. Vilnius: Technika, 1998. 235 p.
4. A. Werbicki. A Mathematical Basis for Satisfying Decision making // Lecture Notes in Economics and Mathematical System. Berlin, Heidelberg, New York, 1981, p. 465–485.
5. F. Seo. Organizational Aspects of Multicriteria Decision Making // Lecture Notes in Economics and Mathematical System. Berlin, Heidelberg, New York, 1981, p. 363–379.
6. T. Tanino, H. Nakayama, Y. Sawaragi. Methodology for Group Decision Support // Lecture Notes in Economics and Mathematical System. Berlin, Heidelberg, New York, 1981, p. 409–423.
7. S. Zanakis. A Method for Large-Scale Integer Goal Programming with an Application to a Facility Location/Allocation Problem // Lecture Notes in Economics and

Mathematical System. Berlin, Heidelberg, New York, 1981, p. 490–498.

8. J. Kruopis. Matematinė statistika. Antrasis leidimas. Vilnius: Mokslo, 1993. 411 p.

[teikta 2000 04 27

MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS OF DWELLING FACILITIES MAINTENANCE

P. Malinauskas, T. Petrašenko

Summary

Nowadays the maintenance problem of many-flat houses becomes one of the mostly debatable points. Greatly pressing questions are the quality of maintenance work and evaluation of public utilities.

In this paper, the process of building maintenance is analyzed, in order to plan and carry out a more effective maintenance process. Striving for this aim the activities of subjects carrying out maintenance work, demands of building users were analyzed in a complex way and the comparison of maintenance variants was made.

Striving for prolonging the time of building existence, it is necessary to increase maintenance quality and effectiveness in distributing resources, to improve organisational and management forms, to raise qualification of maintenance executives.

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 are used.

The results of the comparative analysis of the projects are presented as a decision-making matrix where columns contain n alternative projects being considered, while all qualitative information pertaining to them is found in lines. Qualitative description of the project provides the information about the aspects of a building facility (i.e. convenience, work quality, health level of environment, noise level, work level, etc). Qualitative information is based on the criteria systems, units of measurement, values and initial significances as well

as the data on the alternative projects development. 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. One of the major tasks is to determine the significances of the criteria.

When performing multiple criteria assessment of projects, it is necessary to normalise the values of criteria describing the projects and then to weigh them. The significances of all criteria must be coordinated among themselves.

A method of multiple criteria evaluation of the projects discussed in this paper assumes a 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 experts calculate the values and initial significances of criteria. All this information can be corrected by process participants (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 building life cycle reflects the extent to which the goals pursued by the process participants are attained.

.....
Pranas MALINAUSKAS. Doctor. Dept of Construction Technology and Management. VGTU, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: Pranas.Malinauskas@adm.vtu.lt

A graduate of Vilnius Civil Engineering Institute (since 1990 Vilnius Technical University), PhD (1994). Author and co-author of 15 papers. Research interests: multiple criteria decision-making, expert systems, total quality management, facilities management.

.....
Tatjana PETRAŠENKO. PhD student. Dept of Construction Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: Tatjana.Petrasenko@st.vtu.lt

A graduate of the VGTU, BSc (1998), MSc (2000). Research interests: building life cycle, multiple criteria decision-making, decision-support systems, facilities management.