

APPLICATION OF MULTICRITERIA DECISION METHODS IN RESTORATION OF BUILDINGS IN THE OLD TOWN

L. Ustinovičius & S. Jakučionis

To cite this article: L. Ustinovičius & S. Jakučionis (2000) APPLICATION OF MULTICRITERIA DECISION METHODS IN RESTORATION OF BUILDINGS IN THE OLD TOWN, *Statyba*, 6:4, 227-236, DOI: [10.1080/13921525.2000.10531594](https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531594)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2000.10531594>



Published online: 26 Jul 2012.



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



Article views: 126



Citing articles: 1 View citing articles [↗](#)

DAUGIAKRITERINIŲ METODŲ TAIKYMAS VERTINANT SENAMIESČIO PASTATŲ RENOVACIJOS INVESTICINIUS PROJEKTUS

L. Ustinovičius, S. Jakučionis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

1. Įvadas

Šiandien Lietuvoje didžioji senamiesčių pastatų dalis vis dar apleista ir laukia atgaivinimo. Sparti senamiesčių regeneracija yra svarbi šalies ekonomikai ir kultūrai, ji tampa vis svarbesne statybos sudėtine dalimi.

1998 m. „Socialinės informacijos centro“ atlikta gyventojų apklausa parodė, kad Vilniaus miesto visuomenė svarbiausiomis senamiesčio problemomis laiko:

- 1) apleistus ir griūvančius senamiesčio pastatus (67%),
- 2) biurokratinę projektų derinimo tvarką (17%),
- 3) nepakankamą paminklų apsaugą (9%).

Apklausos duomenys rodo, kad visuomenės požiūriu Vilniaus senamiesčio atgaivinimas yra pirmo svarbumo uždavinys.

Šiuo metu senamiesčio teritorijoje priskaičiuojama daugiau kaip dešimt didelių privataus kapitalo investicijų, kurių bendra suma viršija 70 mln. Lt. Vilniaus miesto statinių statybos inspekcijos duomenimis, senamiestyje 1997 m. užbaigti ir priimti eksploatuoti 75, o 1998 m. – 91 objektas (per metus jų skaičius padidėjo 16). Į šį skaičių neįeina smulkūs darbai (palėpių tvarkymas, laiptinių remontas ir pan.). Didžiausią dalį priimtų eksploatuoti objektų sudarė verslo paskirties objektai, kurių lyginamoji dalis 1997 m. siekė 50,7%, o 1998 m. – 59,3%. Iš jų didžiausią dalį sudarė parduotuvės (28%), maitinimo įstaigos ir biurai (18,7%). Antrają vietą užėmė gyvenamosios paskirties objektai.

Investuotojams svarbu pasirinkti tinkamiausius rekonstruojamų pastatų pritaikymo variantus, tai yra išnagrinėti nekilnojamojo turto paklausą ir, remiantis suformuluotais pastato pritaikymo variantais, išnagrinėti sąnaudas, kurių reikia šiems variantams realizuoti.

Šiuo metu Lietuvoje investiciniai senamiesčių pastatų atnaujinimo projektai dažniausiai vertinami pagal vieną kriterijų – projekto pelną.

Toks vertinimo būdas neleidžia plačiau pažvelgti į visą sudėtingą investavimo procesą. Ekonominėje literatūroje bendras tiek kiekvienos investicinio projekto stadijos, tiek ir viso investicinio projekto vertinimas skiriasi. Dalis autorių [1, 2], investicijų ekonominį rezultatą teisingai laikydami dominuojančiu, kitus – socialinius, ekologinius ir techninius efektyvumo rodiklius vertina atskirai vienus nuo kitų ir jų neįtraukia į apibendrinančią investicijų vertinimo rodiklių sistemą. Šie autoriai mano, kad tarp atskirų efektyvumo rodiklių yra tik nereikšmingi ryšiai, nesusiję su ekonominiais rezultatais, kurie yra tik vienos priežasties pasekmė, pavyzdžiui, mokslinė-techninė veikla yra mokslinio-techninio lygio priežasčių pasekmė. Iš tiesų, jeigu investiciniam projektui sukurtume efektyvumo rodiklių sistemą, sudarytą iš visų rodiklių, rodančių, kuo investicinis projektas skiriasi nuo kitų, tai socialiniai, techniniai ir kiti rodikliai, kaip sudedamoji efektyvumo rodiklių sistemos dalis, gali pasireikšti kaip atskiri efektyvumo rodikliai, kurių reikia techninei ekonominei investicijų analizei [3, 4].

V. Černiakas [4] siūlo taikyti įvairius techninius, ekonominius ir socialinius efektyvumo rodiklius. Kadangi efektyvumo rodiklių yra labai daug, jis siūlo taikyti pafaktorinę analizę lyginant įvairius variantus su etaloniniu variantu. Bendruoju atveju taikoma įvertinimo formulė:

$$K = \frac{\sum_0^n (N \cdot F_i)}{\sum_0^m (N \cdot F_{et})}, \quad (1)$$

K – ekonominio ir socialinio efekto vertinimo kriterijus; $\sum F_i, \sum F_{et}$ – vertinamo projekto etalono nagrinėjamų veiksnių (n, m) suma; N – skaičiuojamasis mato vienetas.

Gyvenamųjų pastatų rekonstrukcijos variantinį projektavimą nagrinėja A. Šreiberis [5]. Remdamasis

E. K. Zavadsko darbu [6], variantinio projektavimo problemas jis siūlo spręsti selektonovacijos metodais. Rekonstrukcijos variantų analizei A. Šreiberis taiko techninius-ekonominius ir socialinius rodiklius – rekonstrukcijos sąnaudas, eksploatacijos kainą, pastato komfortiškumą. A. Šreiberis ypač akcentuoja pastato komfortiškumo reikšmę.

E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas ir E. Bejderis [7] variantinio statybos projektavimo uždavinius sprendžia selektonovacijos metodais. Statybos projektų efektyvumą jie siūlo vertinti dviem etapais. Pirmuoju etapu nustatomi geriausi variantai. Kitu etapu geriausi variantai yra kombinuojami į alternatyvius projektus. Tuomet taikant selektonovacijos metodus išrenkami geriausi variantai. E. Bejderis statybos projektų analizę siūlo atlikti vertinant sąmatinę kainą, eksploataavimo charakteristikas ir kokybines charakteristikas [8].

Senamiesčių pastatų renovacijos daugiavariantinio investavimo uždaviniai nebuvo sprendžiami selektonovacijos metodais. Autoriai senamiesčių pastatų renovacijos uždaviniams spręsti sudarė naują efektyvumo rodiklių sistemą ir pasiūlė metodus, kuriais galima nustatyti senamiesčių pastatų renovacijos investicinių projektų racionalumą.

2. Efektyvumo rodiklių reikšmingumų nustatymas porinio palyginimo metodu

Taikant sprendimų priėmimo sistemą, suformavus rodiklius, svarbu nustatyti jų reikšmingumus. Tai gali būti padaryta ekspertinio porinio palyginimo metodu, kurį pateikė T. Saaty [9].

Porinio palyginimo metodas yra geras tuo, kad ekspertai gali palyginti rodiklius tarpusavyje po du, kas yra svarbu lyginant daug rodiklių. Grupinis vertinimas gali būti laikomas pakankamai patikimu tik tada, kai apklausiamų specialistų nuomonės yra suderinamos. Todėl statistškai apdorojant iš ekspertų gautą informaciją, reikėtų įvertinti jų nuomonių suderinamumą ir nustatyti informacijos nevienareikšmiškumo priežastis. Porinio palyginimo metodas nenumato ekspertų nuomonių suderinamumo patikrinimo, todėl siūlome taikyti ekspertinio metodo [10] ekspertų nuomonių suderinamumo tikrinimo būdą, kurį pateikė L. Evlanovas [11].

Pagal porinio palyginimo metodą naudojantis ekspertų (specialistų) suteikiama informacija nustatomi efektyvumo rodiklių reikšmingumai. Šių rodik-

lių reikšmingumų reikšmėms gauti reikia informacijos, kuri gaunama poromis lyginant rodiklius ir nustatant jų „tarpusavio svarbumo intensyvumą“. Nustatant prioritetiškumą, verta naudotis rodiklių reikšmingumų skale, kurią pasiūlė T. Saaty [9] (1 lent.).

1 lentelė. T. Saaty rodiklių reikšmingumų skalė [9]

Table 1. Scale of importances given by T. Saaty [9]

Svarbumo lygis	Apibrėžimas
1	Rodikliai vienodai svarbūs
3	Vienas rodiklis truputį svarbesnis už kitą
5	Vienas rodiklis daug svarbesnis už kitą
7	Vienas rodiklis daug daugiau svarbesnis už kitą
9	Vienas rodiklis nepalyginamai svarbesnis už kitą

Iš 1 paveiksle pateikto užpildytos anketos pavyzdžio matyti, kad pirmasis ir antrasis rodikliai yra vienodai svarbūs, trečiasis rodiklis yra nepalyginamai svarbesnis už pirmąjį, o antrasis rodiklis yra daug svarbesnis už trečiąjį.

	1 rodiklis	2 rodiklis	3 rodiklis
1 rodiklis		1	1/9
2 rodiklis	1		5
3 rodiklis	9	1/5	

1 pav. Anketos pildymo pavyzdys

Fig 1. Example for filling in a questionnaire

Turint užpildytas ekspertų nuomonių anketas, sudaroma lentelė, į kurią įrašomos ekspertų pateiktų rodiklių vidutinės reikšmės. Tuomet atliekami tolesni matematiniai skaičiavimai.

Tarkime, turime m variantų, aprašomų n rodikliais. Prioritetiškumo rodiklis žymimas b_{ij} ; $i, j = \overline{1, n}$. Šis rodiklis reiškia eksperto įvertintų i -ojo ir j -ojo rodiklių reikšmingumų santykį. Pažymėjus eksperto j -ojo rodiklio įvertinimą simboliu ω_j ,

$$b_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j} \quad (2)$$

Tarkime, kad poromis buvo palyginti visi rodikliai ir nustatytos skaitinės jų prioritetiškumo reikšmės. Ver-

tinimo rezultatai pateikiami matricioje B :

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\omega_1}{\omega_1} & \frac{\omega_1}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_1}{\omega_n} \\ \frac{\omega_2}{\omega_1} & \frac{\omega_2}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_2}{\omega_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\omega_n}{\omega_1} & \frac{\omega_n}{\omega_2} & \dots & \frac{\omega_n}{\omega_n} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Matyti, kad

$$b_{ij} = \frac{\omega_j}{\omega_i}, b_{ji} = \frac{\omega_i}{\omega_j} \text{ arba } b_{ij} = \frac{1}{b_{ji}}. \quad (4)$$

Todėl pakanka palyginti ne visas rodiklių poras, o tik nepasikartojančias. Nepasikartojančių porų skaičius yra $\frac{n(n-1)}{2}$.

Skaitinės rodiklių reikšmingumų reikšmės $\omega_j (j = \overline{1, n})$ nustatomos sprendžiant optimizavimo uždavinį:

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} \omega_j - \omega_i) \right\}, \quad (5)$$

kai nežinomieji $\omega_j (j = \overline{1, n})$ tenkina apribojimus:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \omega_i > 0; (i = \overline{1, n}). \quad (6)$$

Kadangi apribojimas $\omega_i > 0$ yra neesminis, jis gali būti praleistas.

Uždavinys sprendžiamas tradiciniu būdu: nustatoma Lagranžo funkcija, jos laisvieji nariai prilyginami nuliui. Optimalus sprendimas gaunamas išsprendus tiesinių lygčių sistemą:

$$C \cdot Q = m, \quad (7)$$

kur $Q = (q_1, q_2, \dots, q_n, \lambda_1)^T$; q_i – rodiklių reikšmingumo reikšmės; λ_1 – Lagranžo daugiklis; $m = \underbrace{(0, 0, \dots, 0, 1)}_{n \text{ kartų}}$. $C = [l_{ij}]$, $i, j = 1, \dots, n, n+1$ – matrica, turinti $n+1$ stulpelių ir $n+1$ eilučių, kurios elementai nustatomi pagal formules:

$$l_{ii} = (n-1) + \sum_{j=1}^n b_{ji}^2, i, j = \overline{1, \dots, n}, \quad (8)$$

$$l_{ij} = -(b_{ij} + b_{ji}), i, j = \overline{1, n}; i \neq j, \quad (9)$$

$$l_{k, n+1} = l_{n+1, k} = 1, k = \overline{1, n}, \quad (10)$$

$$l_{n+1, n+1} = 0. \quad (11)$$

Grupinis vertinimas gali būti laikomas pakankamai patikimu tik tada, kai apklausiamų specialistų nuomonės yra suderinamos. Todėl, statistškai apdorojant ekspertų pateiktą informaciją, reikėtų įvertinti jų nuomonių suderinamumą ir nustatyti informacijos nevienareikšmiškumo priežastis [11].

Pagal kiekvieną anketą nustatomi kriterijų rangai. Gaunami t_{jk} reikšmių rinkiniai (2 lent.).

2 lentelė. Ekspertų apklausos rezultatai

2 table. Results of the questionnaire

Ekspertas	Efektyvumo rodiklis			
	E_1	t_{11}	t_{21}	...
E_2	t_{12}	t_{22}	...	t_{n2}
...
E_k	t_{1r}	t_{2r}	...	t_{nr}
Rangų suma	$\sum_{i=1}^k t_{1k}$	$\sum_{i=1}^k t_{2k}$...	$\sum_{i=1}^k t_{nk}$
Vidutinis rangas	\bar{t}_1	\bar{t}_2	...	\bar{t}_n

Vidutinis rangas nustatomas pagal formulę:

$$\bar{t}_i = \left(\sum_{k=1}^r t_{ik} \right) : r, \quad (12)$$

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

Ekspertizės patikimumas gali būti išreikštas konkordancijos koeficientu, nusakančiu atskirų nuomonių panašumo laipsnį, kuris išreiškiamas:

$$\bar{W} = \frac{12S}{r^2(n^3 - n) - r \sum_{k=1}^r T_k}, \quad (13)$$

S – kiekvieno efektyvumo rodiklio nukrypimo kvadratų suma:

$$S = \sum_{j=1}^n \left[\sum_{k=1}^r t_{jk} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{jk} \right]^2, \quad (14)$$

$$T_k = \sum_{i=1}^{H_i} (h_i^3 - h_i), \quad (15)$$

T_k – tarpusavyje susijusių rangų k rangavimo rodiklis; H_i – lygių rangų grupių skaičius k ; h_j – k -ojo eksperto nustatytų lygių rangų skaičius l -ojoje grupėje; t_{jk} – k eksperto j -ajam rodikliui priskiriamas rangas; r – ekspertų skaičius; n – efektyvumo rodiklių skaičius.

Jeigu susijusių rangų nėra, konkordancijos koeficientas randamas pagal formulę:

$$\overline{W} = \frac{12S}{r^2(n^3 - n)}. \quad (16)$$

Konkordancijos koeficientas lygus 1, jeigu visi ekspertų rangavimai vienodi, ir lygus 0, jeigu visos jos skirtingos, t. y. visiškai nesutampa.

Koeficientas, randamas pagal formules (13) ir (16), turi atsitiktinį dydį. Pagal [11] konkordancijos koeficiento reikšmei nustatyti reikia žinoti r ekspertų skaičiaus n lyginamų objektų skirtingų reikšmių pasiskirstymo dažnį. Konkordancijos koeficiento reikšmė nustatoma pagal formulę:

$$\chi^2 = \frac{12S}{rn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k}. \quad (17)$$

Jeigu pagal (17) formulę gauta χ^2 reikšmė didesnė negu norminė χ_{lent}^2 reikšmė, priklausanti nuo laisvumo laipsnio ir reikšmingumo lygio, laikoma, kad ekspertų nuomonės suderintos. Priešingu atveju, kai $\chi^2 < \chi_{lent}^2$, laikoma, kad ekspertų nuomonės nesuderintos ir labai skiriasi.

3. Variantų racionalumo nustatymas artumo idealiajam taškui metodu

Yoonas ir Hwangas [12, 13] sukūrė variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką, pagrįstą koncepcija, kad optimali alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo idealiai blogiausio sprendimo. Šis metodas vadinamas variantų racionalumo nustatymu artumo idealiajam taškui metodu (TOPSIS – *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*).

Tarkime, kad kiekvieno rodiklio reikšmės yra pastoviai didėjančios arba pastoviai mažėjančios. Tada galima rasti idealų sprendimą, kuris yra sudarytas iš geriausių rodiklių reikšmių, ir neigiamai idealų sprendimą, kuris yra sudarytas iš blogiausių rodiklių reikšmių.

Sukuriama sprendimų matrica P :

$$P = [x_{ij}] = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \dots & X_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix},$$

kur a_1, \dots, a_m – lyginamieji variantai ($i=1, m$); X_1, \dots, X_n – efektyvumo rodikliai ($j=1, n$); x_{11}, \dots, x_{mn} – efektyvumo rodiklių reikšmės.

Ši matrica normalizuojama pagal formulę:

$$\overline{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (18)$$

ir gaunama normuotoji matrica \overline{P} , kurios visos efektyvumo reikšmės – bedimensiniai dydžiai:

$$\overline{P} = [\overline{x}_{ij}] = \begin{matrix} & X_1 & X_2 & \dots & X_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

Sudaroma svertinė normuotoji matrica \overline{P}^* . Jei yra žinomi efektyvumo rodiklių reikšmingumai, tai matrica \overline{P}^* apskaičiuojama pagal formulę:

$$\overline{P}^* = [\overline{P}][q], \quad (19)$$

o jei reikšmingumai nežinomi, tada $\overline{P}^* = \overline{P}$.

Idealiai geriausias variantas nustatomas pagal formulę:

$$\begin{aligned} a^+ &= \{[(\max_j f_{ij} | j \in J), (\min_j f_{ij} | j \in J')]/i = \\ &= \overline{1, m}\} = \{f_1^+, f_2^+, \dots, f_n^+\}, \end{aligned} \quad (20)$$

kur J – rodiklių, kuriems didesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė; J' – rodiklių, kuriems mažesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė.

Neigiamai idealus variantas nustatomas pagal formulę:

$$\begin{aligned} a^- &= \{[(\min_j f_{ij} | j \in J), (\max_j f_{ij} | j \in J')]/i = \\ &= \overline{1, m}\} = \{f_1^-, f_2^-, \dots, f_n^-\}. \end{aligned} \quad (21)$$

Atstumas tarp lyginamojo i -ojo ir idealiai geriausio L_i^+ varianto nustatomas pagal formulę:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (f_{ij} - f_{ij}^+)^2}; i = \overline{1, m}, \quad (22)$$

o tarp i -ojo ir neigiamai idealaus L_i^- – pagal formulę:

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (f_{ij} - f_{ij}^-)^2}; i = \overline{1, m}. \quad (23)$$

Nustatomas kiekvieno i -ojo varianto santykinis atstumas iki idealaus:

$$K_{BIT}^+ = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, i = \overline{1, m}, \quad (24)$$

kai $K_{BIT} \in [0, 1]$.

Kuo K_{BIT} reikšmė artimesnė vienetui, tuo i -asis variantas artimesnis a^- , t. y. racionalus variantas bus tas, kurio K_{BIT} reikšmė yra didžiausia.

Remiantis K_{BIT} reikšmėmis, sudaroma variantų prioritetų eilutė, pavyzdžiui:

$$\{a_i\} = a_1 \succ a_3 \succ a_2, \quad (25)$$

kur ženklas \succ reiškia „geriau už“.

4. Nagrinėta situacija

Tyrimo objektu pasirinktas pastatas Vilniaus senamiestyje. Įvertinus nekilnojamojo turto senamiestyje paklausą ir pasiūlą, buvo iškeltas uždavinys išanalizuoti 5 skirtingus investicinius variantus: butų su daline apdaila įrengimas, butų su visa apdaila įrengimas, viešbučio be apdailos ir su apdaila įrengimas, esamos būklės pastato realizavimas.

Nuo 1998 m. į šį objektą jau buvo investuota 1 800 tūkst. Lt (iš jų 1 600 tūkst. Lt pastatui pirkti ir 200 tūkst. Lt parengiamiesiems rekonstrukcijos darbams). Be to, gautas leidimas ir planuojama atstatyti nugriautą pastato korpusą šioje posesijoje.

Rekonstruojamas objektas – buvęs gyvenamasis namas. Patalpų bendrasis plotas prieš rekonstrukciją – 460 m², numatomas patalpų bendrasis plotas po rekonstrukcijos – 1 235,11 m².

Pastatas yra dviejų aukštų su nenaudojama palėpe. Labai vertingi XV a. skliautuoti gotikiniai rūšiai. Pamatai juostiniai, mūryti iš akmenų ir plytų, dalis jų suirę. Reikia stiprinti apie 60% pamatų. Sienos mūrinės, molio plytų. Kelių kapitalinių sienų būklė avarinė, yra žymių plyšių.

Pastato perdangos – sijinės medinės, avarinės būklės. Stogo konstrukcijos medinės, danga – keraminės čerpės. Stogas avarinės būklės: medinės laikančiosios konstrukcijos pažeistos puvinio ir grybo, stogo danga susidėvėjusi. Vidaus laiptai – mediniai, avarinės būklės. Sėamos plytų mūro. Langai ir durys mediniai, smarkiai susidėvėję. Pertvaros medinės, grindys – daugiausia lentų, susidėvėję. Vidaus elektros, vandentiekio ir buitines nuotėkų tinklai avarinės būklės. Centralizuoto šildymo sistemą reikia keisti. Yra patenkinamos būklės dujotiekio tinklai. Lauko vandentiekio ir nuotėkų tinklai pasenę, juos reikia keisti.

Dujotiekio lauko tinklai patenkinamos būklės. Elektros tinklų įvadai ir tranzitiniai miesto elektros tinklai pasenę.

Yra gautas leidimas atstatyti buvusį korpusą šiaurrietiniame posesijos kampe ir taip uždaryti kiemą.

Praeivių srautas pro statybos vietą nėra labai didelis, nes pagrindinis judėjimas vyksta kitomis gatvėmis. Tačiau nagrinėjamas pastatas yra netoli judrių gatvių.

Parduotuvių įrengimo varianto buvo iš anksto atsisakyta, nes nedidelis praeivių srautas yra rimta kliūtis sėkmingai prekybai šioje vietoje.

Didelis pastato trūkumas yra tai, kad nėra vietos automobiliams pastatyti, nes artimiausiu metu tuščią gretimą posesiją numatoma užstatyti. Mažiausią įtaką šis trūkumas turėtų viešbučio įrengimo variantui.

Pirmuoju ir antruoju variantais rūšyje ir pirmajame aukšte numatomos komercinės paskirties patalpos, antrajame aukšte ir mansardoje – butai.

5. Rinka

Rinkos duomenys (pvz., gyvenamojo ploto poreikis, informacija apie viešbučių rinką) buvo analizuoti naudojantis Vilniaus bendruoju planu [14].

Atnaujintų patalpų senamiestyje kaina yra 4 000 – 16 000 Lt/m² (vidutiniškai 6 400 Lt/m²) [15]. Komercinės paskirties patalpų rūšyje kaina yra panaši į patalpų pirmajame aukšte kainą.

Mansardos ir visų likusių patalpų vertė skaičiuojama atskirai, nes patalpų mansardoje vertė yra 10–15% mažesnė. Patalpų plotas mansardoje yra 325,56 m² (neskaitant bendrojo naudojimo patalpų). Butų ir rūšio plotas yra 743,48 m² (neskaitant bendrojo naudojimo patalpų). Esamos būklės patalpų rinkos vertė yra 743,48 · 2 000 + 325,56 · 1 850 = 2 089 246 Lt. Patalpų rinkos vertė atlikus pagrindinių konstrukcijų remontą, keitimą, tvirtinimą, lauko ir vidinių komunikacijų keitimą, fasado remontą, langų keitimą yra 743,48 · 5 200 + 325,56 · 4 420 = 5 305 071 Lt.

Patalpų rinkos vertė atlikus visą apdailą yra 743,48 · 7 000 + 325,56 · 6 000 = 7 157 720 Lt.

Patalpų rinkos vertė įrengus viešbutį be apdailos įskaitant bendrojo naudojimo plotus 1 241 · 5 010 = 6 215 056 Lt.

Patalpų rinkos vertė visiškai įrengus viešbutį yra 1 241 · 9 200 = 11 417 200 Lt.

Rinkodaros strategijos tikslas – užtikrinti projekto įgyvendinimo pelningumą. Tam numatoma siekti, kad

planuojamas parduoti pastatas įgytų paklausą, būtų patrauklus pirkėjams, jo rinkos kaina būtų didesnė už įdėtą lėšas. Pastato paklausą tikimasi padidinti specialiojoje spaudoje išsamiai informuojant apie pastatą ir galimybes jį įsigyti. Optimizuojant pastato panaudojimo variantus atliktas variantinis investicijų poreikio skaičiavimas. Nagrinėti šie investicijų ir pardavimo variantai:

- 1) esamos būklės pastato realizavimas;
- 2) pastato realizavimas atlikus pagrindinių konstrukcijų remontą, keitimą, tvirtinimą, lauko ir vidinių komunikacijų keitimą, fasado remontą, langų keitimą;
- 3) pastato realizavimas įrengus butus (su visa apdaila);
- 4) pastato realizavimas įrengus viešbutį (be apdailos ir įrangos);
- 5) pastato realizavimas įrengus viešbutį (su visa apdaila).

Pastatas parduodamas dalimis. Jo renovacijos rinkodaros modelio schema pateikta 2 paveiksle. Numatomi keli pastato panaudojimo variantai. Pavyzdžiui, jame galima įrengti butus, kavinę arba viešbutį. Kiekvienam iš šių variantų sudaroma sąmata. Žinant išlaidas, kurių reikės visiems variantams, atliekami rinkodaros skaičiavimai: žiūrima, kuris iš variantų yra pigesnis, kokį galima gauti pelną, pastatą pardavus arba išnuomojus, kokia turi būti pardavimo kaina, kad grįžtų įdėtos lėšos ir būtų gautas numatytas pelnas. Lyginant įvertinama galima pardavimo kaina. Jeigu planuojama imti kreditus, numatomi kredito ėmimo ir investavimo etapai, palūkanų augimas.

Pagal pagrindinius rodiklius parenkamas geriausias variantas.

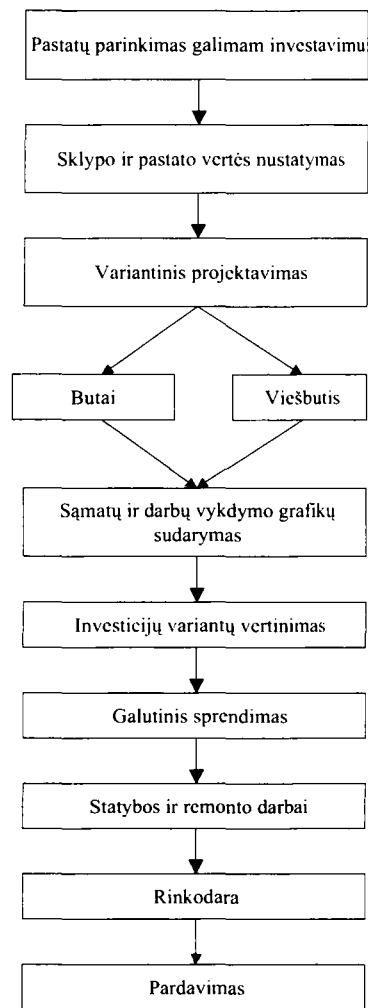
Galutinis veiklos etapas: pastatas rekonstruojamas ir parduodamas. Patalpos parduodamos rekonstrukcijos metu.

Projektas nėra rizikingas, kaip ir visos investicijos į nekilnojamąjį turtą. Rizika, susijusi su atstatomuoju objektu, statybos montavimo darbais, apdraudžiama.

6. Investicijų analizė

Projektui įgyvendinti numatyta imti kreditus dalimis vieno mėnesio intervalu, metinė palūkanų norma 10%.

Visiems skirtingiems projektams buvo sudaryti darbų vykdymo tvarkaraščiai. 2 ir 3 paveiksluose pateikiami kalendoriniai darbų vykdymo tvarkaraščiai, kai pastatas įrengiamas su visa apdaila ir be apdailos.



2 pav. Pastato rekonstrukcijos rinkodaros modelis

Fig 2. Model of building reconstruction marketing

Visiems pastato rekonstrukcijos variantams sudaromos sąmatos. Pastatui įsigyti ir paruošiamiesiems darbams jau buvo išleista 1 800 tūkst. Lt. Pastato konstrukcijų remontas ir keitimas, vidaus santchnikos ir elektros darbai, fasado ir kiemo tvarkymas kainuos 1 340 tūkst. Lt (be apdailos). Įrengiant viešbutį šie darbai kainuos 1 608 tūkst. Lt. Lauko tinklų remontas kainuos apie 441 tūkst. Lt.

Darbai	1999							2000							
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Projektavimo darbai															
Inžineriniai tyrimėjimai, paruošiamieji, restauravimo, remonto ir statybos darbai															
Apdailos darbai															
Vidaus inžineriniai tinklai															
Lauko inžineriniai tinklai															
Territorijos tvarkymas															
Rinkodara															

3 pav. Kalendorinis darbų vykdymo tvarkaraštis, kai pastatas įrengiamas su visa apdaila

Fig 3. Schedule of reconstruction work with interior trim

Darbai	1999												2000		
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
Projektavimo darbai															
Inžineriniai tyrinėjimai, paruošiamieji, restauravimo, remonto ir statybos darbai															
Vidaus inžineriniai tinklai															
Lauko inžineriniai tinklai															
Teritorijos tvarkymas															
Rinkodara															

4 pav. Kalendorinis darbų vykdymo tvarkaraštis, kai pastatas įrengiamas be apdailos

Fig 4. Schedule of reconstruction work without interior trim

Remiantis sąmatiniais skaičiavimais ir kitais duomenimis išanalizuotas projektų pelningumas (3 lent.). Pirmiausia reikia apibrėžti siekiamus tikslus. Nagrinėjimų efektyvumo rodiklių sąrašas sudarytas, atsižvelgiant į sprendžiamų uždavinių pobūdį loginės analizės būdu [16], stengiantis, kad rodikliai tarpusavyje būtų kuo labiau nepriklausomi. Nustatant svarbiausius rodiklius peržvelgtos 5 veiksnių grupės: valdymo tikslai (pelnas, kokybė, terminai, augimo potencialas), išorinės sąlygos (rinkos dinamika, konkurencija, įstatyminė bazė), informacijos palyginimas (informacijos šaltiniai, patikimumas), organizaciniai veiksniai (struktūra, įvaizdis, politika, žmonių elgesys), operaciniai veiksniai (išteklių poreikis, patalpos, kaina) [17].

Remiantis šiais principais investicijų į pastatą variantai lyginti pagal 14 rodiklių, tai:

- pelningumas,
- pastato ilgaamžiškumas,
- eksploataavimo išlaidos,
- verslo perspektyvos,
- pastato komfortiškumas,
- pardavimo kaina,
- šilumos izoliacija,
- galimi nuostoliai dėl konstrukcijų suirimo,
- pastato pirkimo ir rekonstrukcijos kaina,
- pastato vieta,
- nuomos kaina,
- laikotarpis nuo pastato rekonstrukcijos pradžios iki jo realizacijos,
- vietos automobiliui pastatyti buvimas,
- pastato išvaizda.

Pastato ilgaamžiškumas pateiktas metais, eksploataavimo išlaidos – dešimtimis tūkstančių litų. Verslo perspektyvos vertintos balais. Pastato komfortiškumas vertintas balais (mažiausia yra neįrengto pastato komfortiškumo rodiklio reikšmė). Pastato pardavimo kaina

pateikta milijonais litų, remiantis rinkos kainomis. Pelningumas sprendimų matricioje (4 lent.) pateiktas milijonais litų, remiantis 3 lentele. Iš renovuoto pastato rinkos kainos atėmus savikainą, gautas projekto pelnas. Savikainai nustatyti visiems variantams sudarytos sąmatos [18]. Pastato sienų šilumos izoliacija pateikiama m^2K/W [19]. Galimi nuostoliai dėl konstrukcijų suirimo išreiškiami žmonių skaičiumi kvadratiname pastato metre. Pastato pirkimo ir rekonstrukcijos kaina pateikiama milijonais litų. Ši suma gaunama prie objekto įsigijimo kainos pridėjus sąmatinę darbų kainą.

Pastato vieta, išvaizda ir vieta mašinai pastatyti vertinama balais. Nuomos kaina išreikšta Lt/m^2 [15]. Laikotarpis nuo pastato renovacijos pradžios iki jo realizacijos pateikiamas mėnesiais, sudarius darbų atlikimo tvarkaraščius.

Rodiklių, pagal kuriuos buvo vertinti investicijų variantai, reikšmingumai buvo nustatyti apklausus 18 ekspertų: mokslininkų, verslininkų ir statybininkų.

Atlikus ekspertų užpildytų anketų analizę, sudaryta viena bendra anketa, kurioje surašytos vidutinės ekspertų pateiktų vertinimų reikšmės. Apdorojus šią anketą porinio palyginimo metodu pagal (2)–(11) formules, gautas rodiklių reikšmingumo vektorius $\{q\}=\{0,200, 0,0646, 0,0429, 0,0629, 0,0699, 0,0643, 0,0428, 0,0376, 0,0647, 0,1226, 0,0655, 0,0702, 0,1439, 0,1480\}$.

Kitu etapu buvo tikrinamas ekspertų nuomonių suderinamumas.

Apdorojus kiekvieno eksperto anketą porinio palyginimo metodu, gauta tiek rodiklių reikšmingumų vektorius, kiek ekspertų pildė anketas. Turint kiekvieno eksperto rodiklių reikšmingumo vektorius nustatytas konkordancijos koeficientas. Skaičiuojant pagal (12)–(17) formules šio koeficiento reikšmingumas $\chi^2=64,44$ yra didesnis už jo norminę reikšmę $\chi_{lent}^2=26,22$. Vadinasi, ekspertų nuomonės yra suderintos ir jomis galima pasitikėti.

Kitu etapu sudaryta sprendimų matrica, t. y. surašytos visų variantų efektyvumo rodiklių reikšmės (4 lent.).

Variantų racionalumas buvo nustatytas artumo idealiam taškui metodu.

4 lentelėje pateiktą sprendimų matricą išsprendus artumo idealiam taškui metodu pagal (18)–(25) formules, gautos variantų racionalumo reikšmės. Variantų santykiniai atstumai iki idealaus K_{BIT} pateikti 5 lentelėje.

3 lentelė. Finansinė investavimo variantų analizė, Lt

Table 3. Financial analysis of the marketing alternatives, Lt

	Dabartinės būklės pastatas		Butai be apdailos		Butai su visa apdaila		Viešbučiai be apdailos		Viešbučiai	
	pastatui	m ²	pastatui	m ²	pastatui	m ²	pastatui	m ²	pastatui	m ²
Priešprojektiniai tyrimai	0	0	80 000	65	80 000	65	80 000	64	80 000	64
Pagrindinių konstrukcijų remonto sąmatinė kaina	0	0	1 340 142	1 085	1 340 142	1 085	1 608 170	1 296	1 608 170	1 296
Lauko tinklų sąmatinė kaina	0	0	440 000	356	440 000	356	440 000	355	440 000	355
Apdaila	0	0	0	0	1 605 643	1 300	0	0	2 593 731	2 090
Vidaus elektros tinklai	0	0	353 494	286	441 868	358	318 145	256	530 241	427
Vidaus santechnika	0	0	88 374	72	294 579	239	160 000	129	1 083 736	873
Projektas 5%	0	0	111 100	90	206 112	167	126 316	102	312 794	252
Iš viso	0	0	2 413 110	1 954	4 408 343	3 569	2 732 631	2 202	6 648 672	5 358
Rezervas	0	0	150 000	0	150 000	121	150 000	121	400 000	322
Visa kaina su rezervu	0	0	2 563 110	0	4 558 343	3 691	2 882 631	2 323	7 048 672	5 680
Jau investuota	1 800 000	1 416	1 800 000	1 457	1 800 000	1 457	1 800 000	1 450	1 800 000	1 450
Visa kaina	1 800 000	1 416	4 363 110	3 533	6 358 343	5 148	4 682 631	3 773	8 848 672	7 130
Kreditas su 10% palūkanomis, imant paskolą dalimis kas 1 mėn.	0	0	2 694 584	2 182	4 873 594	3 946	3 030 494	2 442	7 536 152	6 073
Pastato rekonstrukcijos savikaina	1 800 000	1 416	4 494 584	3 639	6 673 594	5 403	4 830 494	3 892	9 336 152	7 523
Pastato rinkos vertė parduodant	2 089 246	1 644	5 305 071	4 295	7 157 720	5 795	6 215 056	5 008	11 417 200	9 200
Pelnas	289 246	228	810 487	656	484 126	392	1 384 562	1 116	2 081 048	1 677

4 lentelė. Sprendimų matrica

Table 4. Decision matrix

Rodiklis		Reikšmin- gumas q	Minimizuojamas ar maksimizuojamas	Esamos būklės pastatas	Butai su daline apdaila	Butai su visa apdaila	Viešbutis su daline apdaila	Viešbutissu visa apdaila
				a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Pelnas	x_1	0,200	max	0,29	0,81	0,48	1,38	2,08
Pastato ilgaamžiškumas	x_2	0,148	max	0,1	80	80	80	80
Eksplotavimo išlaidos	x_3	0,144	min	1	1	1	1	3
Verslo perspektyvos	x_4	0,123	max	1	1	1	1	1
Pastato komfortiškumas	x_5	0,070	max	0,6	1	1	1,2	1,2
Pardavimo kaina	x_6	0,070	max	2,09	5,31	7,16	6,22	11,36
Šilumos izoliacija	x_7	0,066	max	3	3	3	3	3
Galimi nuostoliai dėl konstrukcijų suirimo	x_8	0,065	min	4	1	1	1	1
Pastato pirkimo ir renovacijos kaina	x_9	0,065	min	1,8	4,49	6,67	4,83	9,34
Pastato vieta	x_{10}	0,065	max	1	1	1	1	1
Nuomos kaina	x_{11}	0,063	max	40	40	40	40	40
Laikotarpis iki pastato realizacijos	x_{12}	0,043	min	2	11	15	11	15
Vieta automobiliams pastatyti	x_{13}	0,043	max	0,5	0,5	0,5	1	1
Pastato išvaizda	x_{14}	0,038	max	5	10	10	10	10

Variantai pagal efektyvumą išsirikiavo tokia tvarka: $a_4 \succ a_5 \succ a_2 \succ a_3 \succ a_1$, kur \succ ženklas reiškia „geriau už“.

5 lentelė. Variantų santykiniai atstumai iki idealaus K_{BIT}

Table 5. Relative distances of the variants to the ideal point K_{BIT}

Investavimo variantas	K_{BIT}	Prioritetiškumas
a_1	0,353	5
a_2	0,557	3
a_3	0,492	4
a_4	0,709	1
a_5	0,647	2

7. Išvados

1. Pasiūlyta daugiakriterinio vertinimo metodika senamiėsčių pastatų renovacijos variantams analizuoti. Suformuluoti vertinimo kriterijai. Buvo apklausti aš-

tuoniolika pastatų renovacijos srityje dirbančių profesionalų – nekilnojamojo turto specialistų, investuotojų, statybininkų. Taikant porinį ekspertinį metodą, nustatyti vertinimo kriterijų reikšmingumai.

2. Metodika išbandyta analizuojant pastato Vilniaus senamiestyje renovacijos variantus. Išspręstas realus uždavinys pradedant variantų sudarymu ir baigiant variantų prioritetiškumo nustatymu. Gauti rezultatai rodo, kad efektyviausia pastatą panaudoti viešbutiui įrengti. Pastato renovacija vykdoma atsižvelgus į šias išvadas.

Literatūra

1. K. C. Myers. Buy It, Fix It, Sell It: Profit! Dearborn Financial Publishing, 1997. 350 p.
2. D. Isaac. Property investment. Macmillan Press Ltd, 1998, 336 p.
3. В. А. Смирнов. Организационно-экономические основы инвестирования проектов недвижимости. Санкт-Петербург: Издательство СПбГУЭФ, 1999. 166 с.

4. В. З. Черняк. Управление инвестиционным проектом в строительстве. Москва: Русская деловая литература, 1998. 800 с.
5. К. А. Шрейбер. Вариантное проектирование при реконструкции жилых зданий. Москва: Стройиздат, 1990. 287 с.
6. Э. К. Завадскас. Многоцелевая селектования технологических решений строительного производства (Теоретические основы). Вильн.-инж. стронт. институт. Вильнюс: ВИСИ, 1988. 108 с.
7. E. Zavadskas, A. Kaklauskas, E. Bejder. Multiple criteria analysis of projects. Aalborg: Aalborg universitet-scenter, 1992. 93 p.
8. E. Bejder. Statybos pramonės kompanijų kokybinės sistemos: kūrimas, vystymas, kreipiant ypatingą dėmesį į suinteresuotų grupių interesų derinimą; Daktaro disertacijos tezės. Vilnius: Technika, 1994. 28 p.
9. T. L. Saaty. A scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of Mathematical Psychology. Vol 15, No 3, 1977, p. 234–281.
10. Э. К. Завадскас. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве. Вильнюс: Мокслас, 1987. 212 с.
11. Л. Г. Евланов. Теория и практика принятия решений. Москва: Экономика, 1984. 176 с.
12. K. Yoon. Systems selection by Multiple Attribute Decision Making. Ph. D. Dissertation, Kansas State University, Manhattan, Kansas, 1980.
13. K. Yoon, Ch. L. Hwang. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution-A multiple Attribute Decision Making). 1980.
14. Vilniaus miesto teritorijos bendrasis planas. Vilniaus miesto tarybos 1998 m. gruodžio mėn. 18 d. sprendimo Nr. 292 priedas. Vilnius: Briedis, 1999. 79 p.
15. Lithuanian market report. Ober Haus Real Estate Co. Spring 1999. Tallinn, 8 p.
16. Э. К. Завадскас. Системотехническая оценка технологических решений строительного производства. Ленинград: Стройиздат, 1991. 256 с.
17. M. W. Davis. Applied decision support. New Jersey: Prentice-Hall, 1988. 135 p.
18. LR aplinkos ministro 2000 m. sausio 18 d. įsakymas „Dėl skaičiuojamųjų kainų normatyvų patvirtinimo ir Statybos ir urbanistikos ministerijos 1998 m. sausio 19 d. įsakymo Nr. 7 dalinio pakeitimo“. 1 p.
19. Pastatų atitvarų šiluminė technika. STR 2.05.01:1999. Statybos techninis reglamentas / Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 1999. 167 p.

Įteikta 2000 08 24

APPLICATION OF MULTICRITERIA DECISION METHODS IN RESTORATION OF BUILDINGS IN THE OLD TOWN

L. Ustinovičius, S. Jakučionis

Summary

The largest part of old towns in Lithuania are to be regenerated. Sociological evaluation made in 1998 in Vilnius showed that the main problem of the Old Town are falling buildings.

Nowadays investment into real estate is evaluated according to a single criterion. That's why it is so complicated to review the whole investment process.

The object under investigation is the buildings in Vilnius Old Town. Condition of building constructions was evaluated. The location of building and possibilities of building usage are being evaluated also.

Vilnius real estate market data was collected from Vilnius general plan. Values of building at various stages of reconstruction are calculated. There are 5 different alternatives of marketing.

The scheme of building marketing is presented in Fig 2. There are schedules of the reconstruction work made (Figs 3 and 4). An estimation of different alternatives of building reconstruction is calculated (Table 3).

Alternatives of building regeneration were evaluated in accordance with 14 criteria: profit of the project, life-time of building, price of the maintenance, perspectives of business, comfortability of building, price of building sale, insulation, possible losses because of accidents, cost of the building acquiring and reconstruction, location of building, price of the rent, term from the building acquiring till realisation, place for car parking and appearance. Decision matrix is presented in Table 4.

Rationality of alternatives was calculated using TOPSIS method. Ranking of alternatives is presented in Table 5.

We suppose that multi-criteria evaluation of the investment options creates new possibilities for investors and helps to choose the best variant of the building usage.

.....
Leonas USTINOVIČIUS. Doctor (technical sciences), Associate Professor. Dept of Civil Engineering, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU). Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: promenadostatyba@operamail.com

First degree in Construction Engineering at Vilnius Civil Engineering Institute (now VGTU), 1982. Doctor (1989), Associate Professor (1993). Author of more than 70 articles and manuals. Research interests: construction technology, old town regeneration, IT in construction, multicriteria analysis.

.....
Sigitas JAKUČIONIS. PhD student (civil engineering), Dept of Civil Engineering, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU). Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lithuania. E-mail: s@rl.lt

MSc in Civil Engineering at VGTU, (1996). Research visits: Leipzig University of Applied Sciences (Germany, 1997, 1999), Lund University (Sweden, 1998). Research interests: old town regeneration, IT in construction, multicriteria analysis.