

EFEKTYVIŲ PROJEKTŲ KŪRIMO DEMONSTRACINĖ SISTEMA

G. Ambrasas , A. Kaklauskas , E. Zavadskas , G. Ambrasas , A. Kaklauskas & E. Zavadskas

To cite this article: G. Ambrasas , A. Kaklauskas , E. Zavadskas , G. Ambrasas , A. Kaklauskas & E. Zavadskas (1996) EFEKTYVIŲ PROJEKTŲ KŪRIMO DEMONSTRACINĖ SISTEMA, Statyba, 2:8, 84-100, DOI: [10.1080/13921525.1996.10590176](https://doi.org/10.1080/13921525.1996.10590176)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.1996.10590176>



Published online: 01 Nov 2012.



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



Article views: 82

EFEKTYVIŲ PROJEKTŲ KŪRIMO DEMONSTRACINĖ SISTEMA

G.Ambrasas, A.Kaklauskas, E.Zavadskas

1. Įvadas

Statybos industrija ir jos dėka pastatyti pastatai sudaro nemažą dalį nacionalinio turto bet kurioje šalyje. Be to, ji yra labai susijusi su kitomis pramonės šakomis. Nuo statybos industrijos galutinės produkcijos efektyvumo ir kokybės labai priklauso žmonių gyvenimo, darbo bei poilsio sąlygos. O šios sąlygos turi tiesioginį grįžtamąjį ryšį su įvairių pramonės šakų bei darbo efektyvumu.

Statybos pramonėje nuolat įgyvendinama daugybė įvairių projektų, besiskiriančių vienas nuo kito įvairiais tikslais, apimtimi, kitais požymiais. Norint efektyviai suprojektuoti ir įgyvendinti šiuos projektus būtina, išnagrinėjus kiek galima daugiau juos sudarančių alternatyvių sprendimų ir procesų (statybos vieta ir aikštelė, esama infrastruktūra, įvairūs tūriniai-planiniai, konstrukcijų ir estetiniai sprendimai, projektavimo, statybos ir eksploatacijos procesai ir pan.) variantų, išrinkti efektyviausius. Išrinkti racionaliausi variantai po to sujungiami į vieną efektyvų pastato egzistavimo procesą. Projektus turės suprojektuoti ir įgyvendinti įvairios suinteresuotos grupės. Todėl pastato egzistavimo proceso efektyvumas labai priklausys ne tik nuo pasirinktų racionalių procesų ir sprendimų, bet ir nuo projekte dalyvaujančių suinteresuotų grupių (užsakovų, projektavimo ir statybos organizacijų, tiekėjų, konkurentų, vyriausybės, visuomenės ir pan.) suinteresuotumo laipsnio efektyviai dalyvauti šiame procese.

Remiantis aukščiau išsakytomis mintimis galima padaryti išvadą, kad projekto efektyvumo lygis priklauso tiek nuo jį sudarančių atskirų procesų ir sprendimų, tiek ir nuo viso pastato egzistavimo proceso efektyvumo laipsnio bei visų suinteresuotų grupių tikslų įgyvendinimo lygio.

Kuo daugiau alternatyvių variantų yra išnagrinėta prieš priimant galutinį sprendimą, tuo daugiau yra galimybių pasiekti efektyvesnį galutinį rezultatą. Tai įmanoma atlikti tik panaudojant tam tikslui sukurtas kompiuterines programas (demonstracines sistemas).

Vartotojai naudodami šias demonstracines sistemas galėtų:

- kompiuterio ekrane stebėti atskirų projektų dalių sistemotechninę analizę bei keisti jos rezultatus, keisdami pradinį skaičiavimo duomenį;
- kompiuterio ekrane stebėti galimų variantų sudarymo eigą bei juos koreguoti, keisdami pradinį skaičiavimo duomenį;
- kompiuterio ekrane stebėti sudarytų projektų variantų sistemotechninę analizę bei keisti jos rezultatus, keisdami pradinį skaičiavimo duomenį;
- kompiuterio ekrane stebėti sudarytų ir įvertintų projektų variantų "pliusus" ir "minusus" ir keisti šiuos rezultatus, keisdami pradinį skaičiavimo duomenį.

Siekiant praktiškai įgyvendinti aukščiau paminėtus tikslus yra sukurta:

- projektų bei juos sudarančių dalių variantinio projektavimo metodas, programinė įranga ir pradinė žinių bazė;
- projektų sistemotechninio įvertinimo, naudingumo laipsnio ir sutartinės kainos nustatymo bei įvairių rekomendacijų, kaip pagerinti efektyvumą, metodai, programinė įranga ir pradinė žinių bazė.

2. Kuriamos sistemos reikalavimų analizė

Siekiant sukurti efektyvių projektų kūrimo demonstracinę (EPKD) sistemą, reikia išnagrinėti daugybę klausimų, susijusių su jos egzistavimo procesu (tikslų nustatymo, projektavimo, kūrimo ir eksploataavimo stadijos) [1]:

1) EPKD sistemos tikslų nustatymo ir projektavimo stadijų analizė:

- tikslų nustatymas;
- veikimo srities nustatymas;

- paklausos lygio kuriamai sistemai nustatymas (numatomas vartotojų skaičius ir darbo apimtis);
- egzistuojančių analogiškų sistemų pasiūlos lygis (konkurentų skaičius);
- remiantis gauta informacija, turimomis žiniomis ir galimybėmis projektuojami galimi EPKD sistemų variantai ir išrenkamas efektyviausias.

2) EPKD sistemos kūrimo stadijos analizė:

- sistamai ir jos žinių bazei sukurti reikalingų išteklių (kaina, trukmė, darbo sąnaudos, darbuotojų kvalifikacija, programinė ir kompiuterinė įranga ir pan.) įvertinimas;
- ekspertų, kuriančių žinių bazę, suinteresuotumo lygio įvertinimas;
- žinių bazės pakankamumo įvertinimas;
- remiantis gauta informacija bei turimomis žiniomis ir galimybėmis kuriama EPKD sistema;
- EPKD sistemos užbaigtumo įvertinimas.

3) EPKD sistemos eksploatavimo savybių įvertinimas:

- fizinio (moralinio) ilgaamžiškumo įvertinimas;
- galimybė papildyti žinių bazę;
- galimybė tobulinti ar papildyti programinę įrangą;
- variantinio projektavimo galimybės;
- vartotojų poreikių patenkinimo lygis (patogumas naudotis, sprendžiamų klausimų apimtis, sutaupytas laikas ir lėšos; rezultatų, paaiškinimų bei rekomendacijų aiškumas ir pan.);
- galimybė susijungti su kitomis sistemomis, programomis ar žinių bazėmis;
- pelno lygis;
- įsipareigojimų, duodant EPKD sistemai klaidingas rekomendacijas, lygis (kiek kainuoja EPKD sistemos klaidos);
- rezultatų patikimumo laipsnis;
- vartotojų mokymo dirbti EPKD sistema paprastumas ir aiškumas;
- EPKD sistemos dokumentų pakankamumas ir suprantamumas ir t.t.

Nuo šių problemų vienokio ar kitokio sprendimo lygio priklauso kuriamos EPKD sistemos efektyvumas. Dabar paanalizuosime kelis anksčiau minėtus klausimus.

Informacijos apie kuriamą EPKD sistemą rinkimo pobūdis gali būti preliminarus arba detalus. Preliminariai renkant informaciją, nustatomi tipiniai pradiniai duomenys, sprendimo procesas, galutiniai re-

zultatai ir pan. Informaciją iš ekspertų galima gauti įvairiais būdais. Pavyzdžiui, interviu organizuojamas norint iš ekspertų gauti preliminarią nuomonę apie analizuojamų problemų struktūrą, jų tarpusavio ryšius, sprendimo galimybes. Interviu metu klausimai pateikiami kryptingai. Gaunama informacija užrašoma. Galimas atvejis, kai ekspertas, kaip dėstytojas, žinių bazės sudarymo inžinieriui, kaip studentui, skaito paskaitą nagrinėjama tema. Jei yra neaiškumų, žinių bazės sudarymo inžinierius pateikia klausimą. Visa gaunama informacija užrašoma. Šio proceso metu susidaro bendras EPKD sistemos galimų variantų vaizdas (nustatomi jos privalumai bei trūkumai), kartu nustatant išsamiai ją apibūdinančią informaciją. Tai atliekama intensyviai studijuojant sprendžiamus klausimus nagrinėjančias knygas, žurnalus, normas, kitą literatūrą, konsultuojantis su šios srities ekspertais. Be to, sudaromas literatūros šaltinių, naudojamų kuriant EPKD sistemas, sąrašas. Išrinkus efektyviausią EPKD sistemos variantą, iškyla išsamios informacijos poreikis. Renkant tokią informaciją, stengiamasi surinkti ilgus metus šios srities ekspertų kauptą medžiagą: įvairių tikslų prioritetus, informaciją apie kriterijus (kriterijų sistemos, kriterijų reikšmės ir reikšmingumai), ryšius tarp įvairių žinių bazės elementų ir pan. Siekiant gauti iš ekspertų išsamią informaciją naudojamos specialios formos. Į tam tikrą formą rašomi duomenys apie analizuojamą sritį. Gauta medžiaga apdorojama remiantis ekspertiniais, statistiniais ir kitais metodais [2].

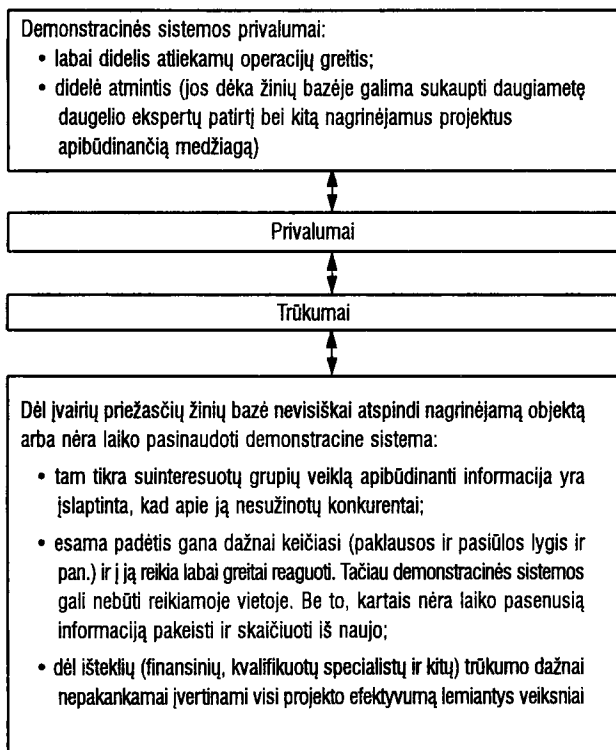
Sudarant žinių bazę susiduriama su ekspertų suinteresuotumo problema. Jie supranta, kad žinios - didelė jėga ir kad jų platesnis pasklidimas gali sustiprinti konkurentų pozicijas. Todėl dažnai, kurdami žinių bazę, ekspertai nenori atskleisti visų turimų žinių. Dėl to mažėja EPKD sistemos patrauklumas ir jos efektyvumas.

Minėtų išspręstų klausimų kiekis ir apibūdina EPKD sistemos efektyvumą.

Remiantis EPKD sistema galima analizuoti įvairias situacijas bei priiminėti analogiškus ekspertui sprendimus. EPKD sistemos šiuo atžvilgiu turi teigiamų ir neigiamų savybių (1 pav.). Kai kurias iš jų paminėsime.

Kai kurie EPKD sistemos privalumai [1]:

- jos atmintyje gali būti sukaupta daugiau įvairių žinių, reikalingų problemoms spręsti, negu eksperto atmintyje;
- EPKD sistema greičiau negu tos srities ekspertas kuria ir analizuoja įvairius variantus.



1 pav. Demonstracinės sistemos trūkumai ir privalumai
Fig. 1. Shortcomings and Advantages of an Demonstration System

Kai kurie EPKD sistemos trūkumai:

- dėl įvairių priešasčių žinios, sukauptos žinių bazėje, ne iki galo apibūdina supančią tikrovę (suinteresuotų grupių tikslai ir esamos galimybės, padėtis statybos industrijoje ir pan.), o tai gali trukdyti priimti teisingą sprendimą;
- suinteresuotos grupės ne visada nori, kad apie jų tikslus, turimus išteklius ir galimybes sužinotų kiti. Savaimė suprantama, kad ši "slapta" informacija ne visa atsidurs EPKD sistemos žinių bazėje;
- nagrinėjama situacija (paklausos ir pasiūlos lygis ir pan.), pavyzdžiui, dėl priimtų naujų įstatymų kartais žaibiškai keičiasi, todėl jos perfrazavimas į ESM suprantamą kalbą ir skaičiavimas užtruks;
- dažnai pasitaikantis išteklių (finansinių, kvalifikuotų specialistų ir pan.) trūkumas. Tai lemia ribotą problemos analizę.

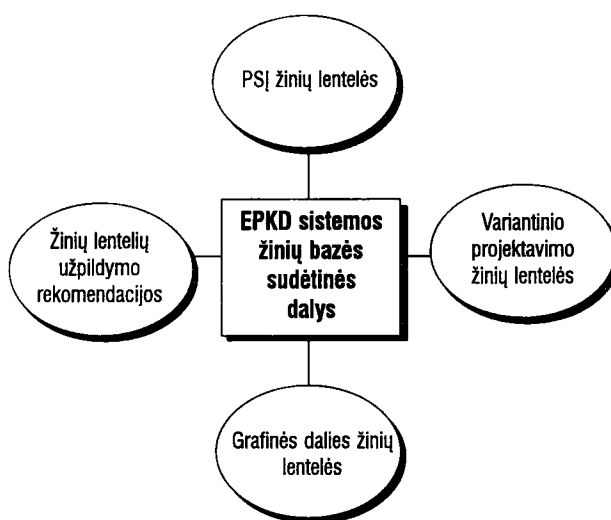
Norint padidinti EPKD sistemos efektyvumą, reikia atsižvelgti į minėtus jos privalumus ir trūkumus (1 pav.), siekiant pirmuosius padidinti, o antruosius sumažinti.

3. Žinių bazės kūrimas

Kad darbas su efektyvių projektų kūrimo demonstracine (EPKD) sistema būtų efektyvus, reikia sudaryti kuo išsamesnę sprendžiamas problemas apibūdinančią žinių bazę. Informacijos, reikalingos žinių bazei, radimas, sisteminimas bei kodavimas ESM suprantama kalba yra sudėtingas, daug laiko ir pastangų reikalaujantis procesas. Žinių bazėje kaupiama įvairi informacija, sudaranti sąlygas EPKD sistemai efektyviai atlikti įvairių projektų ir jų sudėtinių dalių variantinį projektavimą bei sistemotechninę analizę. Joje taip pat kaupiamos įvairios taisyklės, rekomendacijos ir formulės, kuriomis remiantis galima nesunkiai papildyti žinių bazę [2].

EPKD sistema sudaryta iš dviejų pagrindinių dalių: žinių bazės ir sprendimų priėmimų posistemio, leidžiančio atlikti projektų (jų sudėtinių dalių) variantinį projektavimą ir sistemotechninę analizę. Pirmiausia, atlikus įvairių galimų žinių bazės struktūrų analizę ir išnagrinėjus sąveikos būdus tarp jos atskirų dalių, buvo parinkta šiam konkrečiam atvejui racionaliausia žinių bazės struktūra, susidedanti iš tokių sustambintų dalių (2 pav.):

- 1) projektų sistemotechninio įvertinimo (PSĮ) žinių lentelių, t.y. lentelių, kuriose pateikiama informacija apie projektus (kriterijų sistemos, šių kriterijų reikšmės ir pradiniai reikšmingumai);
- 2) variantinio projektavimo žinių lentelių, t.y. lentelių, kuriose pateikiama informacija apie galimas alternatyvių procesų ir sprendimų bei suinteresuotų grupių derinių kombinacijas;



2 pav. Projektų sistemotechninio įvertinimo žinių bazės sudėtinės dalys

Fig. 2. Constituent Parts of Database for Multiple Criteria Assessment of Projects

3) žinių lentelių, kuriose pateikiama grafinė variantus apibūdinanti informacija (pastatų planai, pjūviai, fasadai ir pan.);

4) žinių lentelių užpildymo rekomendacijų.

Mūsų nuomone, projektų sistemotechninio įvertinimo ir variantinio projektavimo žinių lentelių informaciją geriausia užrašyti bei saugoti matricos pavidalu. Šiuo atveju ją lengviausia analizuoti ir su ESM atlikti įvairius matematinius veiksmus.

Surinkta ir užkoduota informacija žinių bazėje turi būti:

- patikima;
- išdėstyta nuosekliai pagal sistemą;
- žinių visuma turi išsamiai apibūdinti analizuojamą objektą;
- procedūros, kurias atliekant ekspertai, vartotojai ar kitos suinteresuotos grupės galėtų papildyti arba pakoreguoti žinių bazę, turi būti aiškios ir nesunkiai įvykdomos.

3.1. Projektų sistemotechninio įvertinimo žinių lentelių sudarymas

PSĮ žinių lentelių sudarymo procesas susideda iš keturių pagrindinių etapų:

- bendrosios informacijos apie analizuojamus variantus ir juos apibūdinančius kriterijus nustatymas;
- kriterijų sistemos sudarymas;
- kriterijų reikšmių ir reikšmingumų nustatymas;
- analizuojamų variantų ryšio su kitais projektais (jų sudėtinėmis dalimis) ar jų sudarančiais procesais ir sprendimais nustatymas.

PSĮ žinių lentelių sudarymo procesas pradeda informacijos, reikalingos projektų sistemotechninei analizei atlikti, identifikavimu. Ši informacija gaunama iš tokių šaltinių:

- įvairių projektų, techninių pasų;
- esamų analogų ar panašių atliktų darbų;
- ekspertų, kartu taikant ekspertinius metodus;
- įvairių statistinių ir kitų metodų;
- rekomendacijų, normų, normatyvų, standartų, kitos įvairios literatūros.

Pirmiausia nustatoma bendra informacija apie alternatyvas. Remiantis įvairiais informacijos šaltiniais, nustatomos užsakovą dominančios alternatyvos, jas apibūdinanti kriterijų sistema, šių kriterijų tipai (kiekybinis ar kokybinis), matavimo vienetai ir reikšmių svyravimo diapazonas. Juo didesniu diapazonu bus įvertintos kriterijų reikšmės ir reikšmingumai, tuo variantų analizė bus tikslesnė.

Alternatyvas apibūdinančių kriterijų reikšmės nustatomos remiantis nagrinėjamais projektais, eksperimentiniais, statistiniais ir kitais metodais, analogais, rekomendacijomis, kitais dokumentais. Labai svarbu gauti tikslių žinių, kurios tiksliai parodytų problemos pobūdį, nes nuo to priklauso efektyviausio varianto išrinkimo objektyvumas. Galima pažymėti, kad kiekybinė informacija, gaunama iš lyginamų projektų, yra gana objektyvi. Konkretus projektas turi konkrečią kainą, eksploataavimo išlaidas. Kokybinių kriterijų reikšmės yra gana subjektyvios, tačiau jos, nustatytos ekspertiniais metodais, tampa objektyvesnės. Visų kriterijų pradiniai reikšmingumai nustatomi remiantis ekspertiniais metodais. Be to, remiantis ekspertiniais metodais galima nustatyti apribojimus įvairiems kriterijams (kaina, eksploataavimo išlaidos ir t.t.) [1].

Kiekvienas užsakovas ar kitos suinteresuotos grupės turi konkrečius tikslus ir galimybes. Todėl kiekvienu konkrečiu atveju EPKD sistemos vartotojas, siekdamas maksimaliai patenkinti savo poreikius esant tam tikroms galimybėms gali keisti analizuojamų alternatyvų skaičių, jas apibūdinančią informaciją. Pavyzdžiui, vienam užsakovui esamos vietovės infrastruktūros privalumai yra svarbesni, negu bendras pastato komfortiškumas. O kitam - atvirkščiai. Užsakovas, norėdamas šį požiūrį išreikšti skaičiais, gali nustatyti šiems kriterijams skirtingus reikšmingumų dydžius, o tai turės įtakos ir bendram projekto įvertinimui. Viena vertus, gali pasirodyti, kad tai yra "tendencingas" pasirinkimas, "iš piršto laužtas" sprendimas. Nors šis įvertinimas ir bus gana subjektyvus, jo rezultatas maksimaliai patenkins užsakovo tikslus ir esamas galimybes.

Siekiant palengvinti žinių bazės koregavimą ir papildymą, yra parengtos rekomendacijos. Jomis remiantis galima nesunkiai papildyti arba pakeisti informaciją apie kriterijus (kriterijų sistema, kriterijų reikšmės ir reikšmingumai), alternatyvių procesų ir sprendimų keitimo kombinacijas, grafinius vaizdus ir pan.

Siekiant reikalingus duomenis paprasčiausiu bei lengviausiu būdu įtraukti į žinių bazę, juos papildyti ar koreguoti, po to efektyviai atlikti skaičiavimus, buvo parinkta ir atitinkama PSĮ žinių lentelių tipinė forma (3 pav.). Praktikoje siūlomai EPKD sistemai formuojant žinių bazę naudojamos tokios ar panašios formos, kuriose užfiksuojama reikalinga informacija. Po to ši informacija įvedama į kompiuterio atmintį.

Jeigu PSĮ žinių lentelėje nėra norimos alternaty-

1. Žinių lentelės pavadinimas.
2. Žinių lentelės šifras.
3. Nagrinėjamų alternatyvų pavadinimai.
4. Alternatyvas apibūdinančių kriterijų pavadinimai.
5. Kitų PSĮ žinių lentelių šifrai.
6. Variantinio projektavimo žinių lentelių šifrai.
7. Grafinės dalies žinių lentelių šifrai.
8. Alternatyvas apibūdinančių parametų nustatymas.

Lyginami variantai	Kriterijai, išsamiai apibūdinantys nagrinėjamas alternatyvas					
	x_1	x_2	...	x_j	...	x_n
A_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1n}
A_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2n}
.
.
A_i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{in}
.
.
A_m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mj}	...	x_{mn}
Kriterijaus matavimo vienetas	M_1	M_2	...	M_j	...	M_n
Kriterijaus pradinis reikšmingumas	Q_1	Q_2	...	Q_j	...	Q_n
Apribojimai	A_1	A_2	...	A_j	...	A_n

3 pav. PSĮ tipinė žinių lentelė

Fig. 3. Typical Multiple Criteria Knowledge Sheet

vos ar ją apibūdinančios informacijos, trūkstamus duomenis galima nesunkiai papildyti.

Šiuo metu remiantis anksčiau minėta metodika sudarytos tokios žinių lentelės:

- 1) projektų:
 - vienbučių gyvenamųjų namų;
 - žemės ūkio gyvulininkystės kompleksų;
 - monolitinių gyvenamųjų pastatų;
- 2) konstrukcijų sprendimų:
 - išorinių sienų;
 - vidinių sienų;
 - pamatų;
 - perdangų;
- 3) statybos vietų;
- 4) statybos organizacijų;
- 5) šildymo sistemų ir t.t.

Remiantis PSĮ žinių lentelėmis sudaroma pradinė sprendimo priėmimo matrica. Turint šią matricą, nesunku atlikti alternatyvų sistemotechninį įvertinimą

ir išrinkti efektyviausius variantus.

Anksčiau buvo kalbėta, kaip galima parengti pradinę informaciją remiantis PSĮ žinių lentelėmis. Šią informaciją galima parengti ir remiantis pavyzdžiais bei taisyklėmis:

- įvedant esamas veikimo taisykles (taisyklių pagrindu sukurtos sistemos);
- įvedant pavyzdžius (pavyzdžių pagrindu sukurtos sistemos).

Žemiau pateiktas pavyzdys, kaip taisyklių pagrindu sukurta sistema nustato šildymo sistemos kokybės kriterijaus reikšmingumą:

JEIGU yra nagrinėjamas namo projektas

IR analizuojamos jo sudėtinės dalies pavadinimas - šildymo sistema,

IR yra konkrečiai nagrinėjama oro kondicionavimo sistema,

IR yra analizuojama pagal šildymo sistemos kokybės kriterijų,

TAI kriterijaus reikšmingumas lygus 0,88.

Pavyzdžių pagrindu sukurta sistema tą pačią informaciją išreiškia taip:

PROJEKTAS - namas,

SUDĖTINĖ DALIS - šildymo sistema,

SUDĖTINĖS DALIES VARIANTAS - oro kondicionavimas,

KRITERIJAUŠ PAVADINIMAS - šildymo sistemos kokybė,

IŠVADA - reikšmingumas lygus 0,88.

3.2. Projektų variantinio projektavimo žinių lentelių sudarymas

Norint suprojektuoti ir įgyvendinti efektyvų pastato egzistavimo procesą, būtina maksimaliai išnagrinėti visus galimus jų sudarančius ar veikiančius procesus ir sprendimus, taip pat visas susijusias alternatyvias suinteresuotas grupes, jų tikslus bei galimybes. Pastato egzistavimo proceso variantai formuojami keičiant pastato statybos vietovę, pastatus, varijuojant galimais statybos ir eksploatavimo procesais ir t.t. Sprendimų variantiškumas leidžia racionaliau ir realiau įvertinti klimato, rizikos, serviso sąlygas, atpiginti projektą, geriau tenkinti užsakovo architektūrinius, komforto, gamybos ir kitus reikalavimus, visų šiame projekte dalyvaujančių suinteresuotų grupių interesus. Keičiantis pradiniais duomenimis, kintamiesiems projekto parametrams keičiasi ir juos apibūdinančių kriterijų reikšmės ir reikšmingumai.

Kadangi skirtingų EPKD sistemos vartotojų tikslai ir esamos galimybės dažniausiai nesutampa, tai ir

pradiniai duomenys, ir galutiniai rezultatai skirsis. Tai gi būtina siekiamus tikslus bei galimybes išreikšti matematiškai ir suformuluoti kaip pradinius duomenis skaičiavimams (1 lent.). Šie pradiniai duomenys gali būti išreikšti įvairia forma, tačiau turinys privalo būti identiškas analogiškomis duomenų bazės dalims. Pavyzdžiui, pradiniai duomenys gali aprėpti užsakovo reikalavimus statybos vietai ir aikštelei, pastatui, kaimynams, projektuotojams, rangovams, esamas finansines galimybes ir pan. Siekiant keliamus reikalavimus ir esamas galimybes išreikšti tiksliau, pradinius duomenis reikia detalizuoti. Toks detalizavimas pateiktas 1 lentelėje konkretesnių reikalavimų pavidalu, norint parinkti užsakovo poreikius ir galimybes labiausiai atitinkančią statybos vietą. Pradinių duomenų

1 lentelė. Pradiniai duomenys (užsakovo keliamų reikalavimų (apribojimų) sąrašas), kuriais remiantis parenkama efektyvi statybos vieta

Table 1. Initial data (list of requirements (limitations) stated by the customer) necessary for the selection of a high-quality construction location

Reikalavimas (kriterijus)	Matavimo vienetas	Minimizuojantis (-) ar maksimizuojantis (+) kriterijus	Kriterijaus minimali ar maksimali leistina reikšmė
1. Statybos aikštelės kaina	Lt	-	A ₁
2. Esamų komunikacijų įvertinimas:			
- vandentiekis,	balai	+	A ₂
- kanalizacija,	balai	+	A ₃
- dujos,	balai	+	A ₄
- elektra	balai	+	A ₅
ir t.t.	balai	+	A ₆
3. Oro užterštumo lygis	balai	-	A ₇
4. Pragyvenimo išlaidos	Lt	-	A ₈
5. Apsipirkimo galimybės	balai	+	A ₉
6. Poilsio galimybės:			
- teatrai,	balai	+	A ₁₀
- kino teatrai,	balai	+	A ₁₁
- koncertų salės,	balai	+	A ₁₂
- sporto salės	balai	+	A ₁₃
7. Medicininis aptarnavimas	balai	+	A ₁₄
8. Kitokios paslaugos	balai	+	A ₁₅
9. Kaimynų įvertinimas	balai	+	A ₁₆
10. Galimybė susirasti tinkamą darbą	balai	+	A ₁₇
11. Vietovės ateities plėtojimo galimybės	balai	+	A ₁₈
12. Telefonas ir paštas	balai	+	A ₁₉
13. Transporto galimybės (atstumai; susisiekimo patogumas autobusais, troleibusais, traukiniais, lėktuvais; kelionės trukmė)	balai	+	A ₂₀
14. Kelių įvertinimas	balai	+	A ₂₁
15. Rizikos veiksnių įvertinimas	balai	-	A ₂₂
16. Pastato statybos vieta turi būti Vilniuje ar aplink jį			

menų (keliamų reikalavimų, apribojimų ir pan.) struktūra visada sutampa su alternatyvas apibūdinančia informacija, esančia žinių bazėje. Tai susiję su tuo, kad konkretus variantas, neatitikęs bent vieno vartotojo reikalavimo, išbraukiamas iš nagrinėjamų alternatyvų sąrašo.

1 lentelėje užsakovo keliamų kokybinių reikalavimų (apribojimų) reikšmė balais nustatoma lyginant nagrinėjamas alternatyvas su geriausia (jos įvertinimas lygus 10 balų).

Siekiant atlikti pastato egzistavimo proceso automatizuotą variantinį projektavimą remiantis pradiniais duomenimis, buvo sukurtos tokios pradinės žinių lentelės:

1) projektus apibūdinančių procesų bei sprendimų (galimų statybos vietų, pastatų, projektavimo, statybos procesų ir t.t.) žinių lentelės;

2) galimų suinteresuotų grupių (rangovų, tiekėjų ir t.t.) žinių lentelės;

3) įvairių normų, taisyklių, rekomendacijų ir kitų dokumentų žinių lentelės. Programinė įranga naudojama ekspertinių įvertinimų rezultatams apdoroti. Naudojantis šia baze galima greitai papildyti PSĮ žinių lenteles;

4) galimų vienas kitą pakeičiančių procesų ir sprendimų bei suinteresuotų grupių kombinacijų žinių lentelės.

Informacija, esanti žinių bazėje, yra kuriama, modifikuojama, papildoma ir naikinama PC programa.

Remiantis procesų ir sprendimų bei kitomis žinių lentelėmis (4 pav.), formuojami visi galimi alternatyvūs projektų variantai. Jie sudaromi dviem būdais. Pirmuoju atveju naudojami tipiniai sprendimai: pastatų projektai, technologijos ir pan. Antruoju atveju atliekamas nagrinėjamų procesų ir sprendimų variantinis projektavimas, siekiant nustatyti efektyviausias alternatyvas. Pavyzdžiui, norint nustatyti efektyviausią pastatą, atliekamas jo variantinis pro-

jektavimas nuo stogo iki pamatų (4 pav.). Analogiškai galima atlikti daugelio procesų ir sprendimų variantinį projektavimą, sistemotechninį įvertinimą ir

efektyviausių išrinkimą (5 pav.).

Remiantis žinių baze ir pradiniais duomenimis (užsakovo poreikių aprašymu, jo finansinėmis galimybėmis, statybos organizacijų galimybėmis ir pan.), formuojami projektai. Projektų variantinio projektavimo fragmentas pateiktas 4 paveiksle. Iš šio paveikslą matyti, kaip esant įvairiems alternatyvių procesų ir sprendimų (pastatų, statybos vietų, statybos organizacijų ir t.t.) deriniams, formuojami projektų variantai.

Kompleksiškai vertinant alternatyvas, konkretaus kriterijaus reikšmingumo dydis priklauso nuo visumos vertinamų kriterijų, jų reikšmių ir pradinių reikšmingumų. Todėl suformavus projektus, remiantis autorių siūloma metodika apskaičiuojami kriterijų reikšmingumai.

Pagal pasiūlytą variantinio projektavimo metodą galima suformuoti iki 100 000 alternatyvių variantų. Parengti projektų variantai lyginami su įvairiais reikalavimais. Neatitinkantis šių reikalavimų variantas išbraukiamas ir toliau nenagrinėjamas.

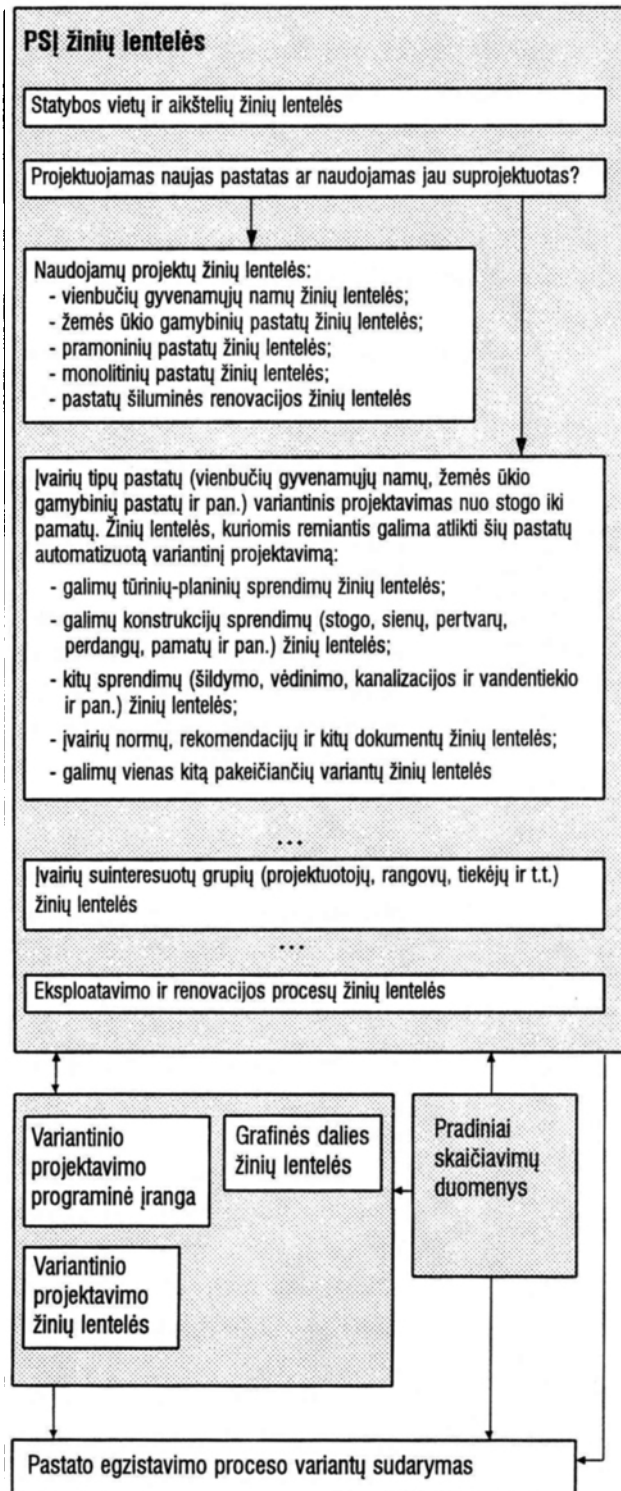
Toliau, suformavus sugrupuotą sprendimų priėmimo matricą P, remiantis sistemotechninio įvertinimo metodais nustatomi efektyviausieji ir pagal prioritetą sugrupuojami pastato egzistavimo proceso variantai. Tada projektai nagrinėjami toliau. Pavyzdžiui, remiantis atlikta variantų analize galima nustatyti nagrinėjamų projektų naudingumo laipsnį, apskaičiuoti, kiek ir kurie pasaulyje naudojami alternatyvūs sprendimai yra racionalesni (arba atvirkščiai) už konkrečioje šalyje naudojamus. Tuomet galima palyginti įvairiose šalyse naudojamų pastatų egzistavimo procesų racionalumą ir padaryti išvadas.

Remiantis 4 ir 5 paveiksluose pateiktomis apibendrintomis blokinėmis schemomis 11-oje įvairių sutarčių buvo atliktas vienbučių gyvenamųjų namų, žemės ūkio gamybinių, pramoninių, monolitinių gyvenamųjų bei kitų pastatų egzistavimo proceso ir jo sudėtinių dalių variantinis projektavimas, sistemotechninis įvertinimas, nustatytas naudingumo laipsnis ir parengtos trumpos rekomendacijos dėl tolesnio jų tobulinimo.

4. EPKD sistemos sprendimų priėmimo posistemis

Efektyvių projektų kūrimo demonstracinėje EPKD sistemoje pateikti autorių pasiūlyti ir sprendimų priėmimo posistemyje užprogramuoti metodai:

- projektų variantinio projektavimo;
- kriterijų reikšmingumo nustatymo;
- projektų sistemotechninės analizės;
- naudingumo laipsnio ir sutartinės kainos nustatymo.



4 pav. Pastato egzistavimo proceso automatizuoto variantinio projektavimo bendroji schema

Fig. 4. General Scheme Used for Computer-Aided Alternative Life-Time Process Planning of Buildings

Skaičiuojant kartu su pradiniais duomenimis ESM atmintyje iš žinių bazės yra kaupiama informacija, tiesiogiai susijusi su sprendžiamąja problema. Tokiu būdu ESM atmintyje suformuojama visa nagrinėjamas alternatyvas išsamiai apibūdinanti informacija. Išanalizavus visą šią informaciją ir jos tarpusavio ryšius bei atlikus daugelį veiksmų, EPKD sistemos sprendimų priėmimų posistemis suformuoja galimus variantus, išrenka efektyviausią ir parengia rekomendacijas tolesniam jo tobulinimui.

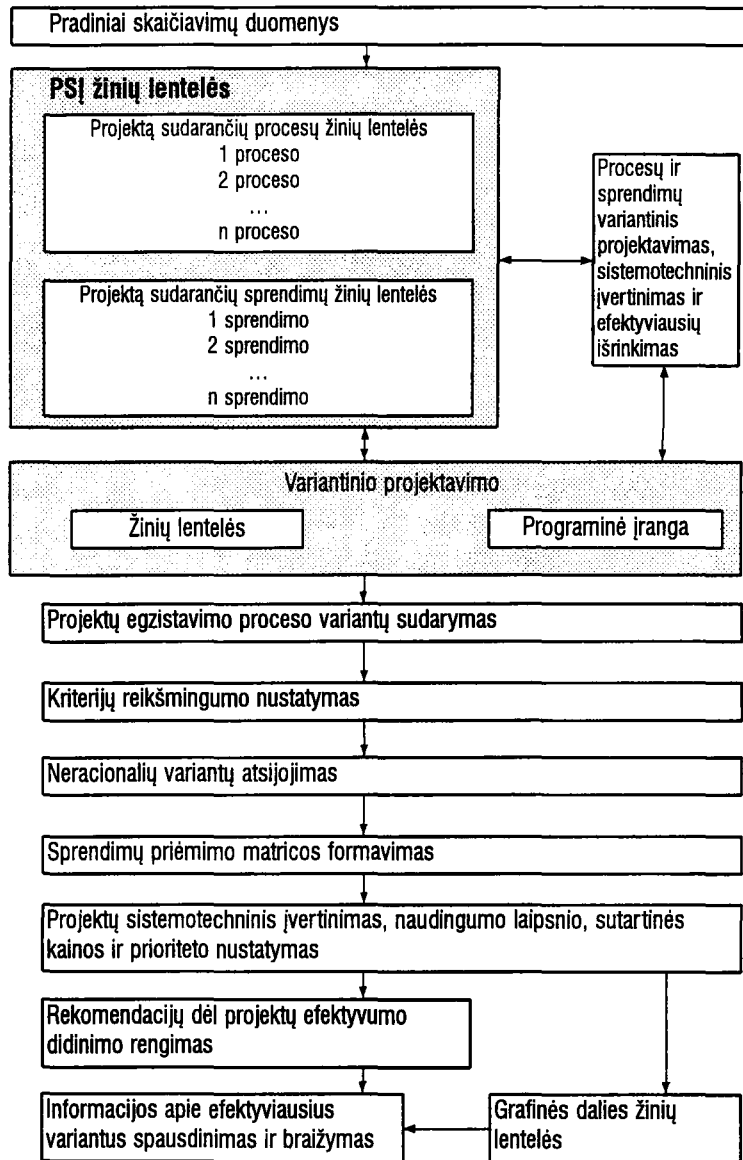
Siekiant patikrinti siūlomos EPKD sistemos korektiškumą, visas jos sprendimo procesas buvo keletą kartų atliktas rankiniu būdu. Skaičiavimų rezultatai, gauti atlikus skaičiavimus rankiniu ir mašininu būdu, sutapo. Be to, tiek atskiri, tiek visos EPKD sistemos darbo etapai buvo suderinti su šios srities ekspertais, t.y. skaičiavimų esmė sutapo su jų loginio mąstymo rezultatais. Atsižvelgus į ekspertų siūlymus, EPKD sistemoje padaryta kai kurių naudingų pakeitimų. Ekspertų kontrolė buvo susijusi su tuo, kad universalūs sprendimo priėmimo metodai sprendžiant konkrečius uždavinius ne visada yra tinkami, kadangi kartais skaičiuojant gaunamos per didelės paklaidos arba tiesiog blogi rezultatai.

5. Pavyzdys, išspręstas naudojant sistemą

Siekiant akivaizdžiau parodyti autorių siūlomą demonstracinę sistemą, pateikiamas autorių kartu su studentais parinktas stambiaaplokščio gyvenamojo namo racionalaus šiluminės renovacijos sprendimo variantas. Ši problema tiek Lietuvoje, tiek kitose buvusiose TSRS respublikose ir socialistinėse šalyse yra labai aktuali. Respublikoje yra labai daug stambiaaplokščių gyvenamųjų namų, kurių atitvarų šiluminės savybės neatitinka šių dienų reikalavimų. Pavyzdžiui, Vilniuje jie sudaro apie 80 proc. gyvenamojo fondo. Daug šiluminės energijos būtų galima sutaupyti pa-

pildomai iš išorės arba iš vidaus izoliuojant pastatų atitvaras ir modernizuojant inžinerinius tinklus. Geriau išanalizavus matyti, kad visų pastatų elementų kokybė, sujungimai, medžiagos, įvairūs kiti komponentai turi būti gerokai patobulinti, tuomet bus galima sutaupyti nemažai energijos išteklių, skirtų apšildyti pastatus. Jei Lietuvos pastatų šiluminė izoliacija pasiektų, pavyzdžiui, Danijos lygį, būtų galima sutaupyti apie 50-70 proc. energijos išteklių.

Pastatų šiluminę renovaciją galima atlikti naudojant alternatyvias medžiagas, konstrukcijų (sienų, langų, stogo ir pan.) sprendimus, šildymo sistemas,



5 pav. Projektų egzistavimo proceso variantinio projektavimo ir sistemotechninės analizės sustambinta blokinė schema
Fig. 5. Knowledge Bases Necessary for Computer-Aided Alternative Planning of Life-Time Process of a Building (General Structure)

technologijas, mechanizmus ir pan. Efektyvaus šiluminės renovacijos varianto nustatymo bendroji blokinė schema [3] pateikta 6 pav. Keičiantis tikslams, sprendimų variantams, eksploatacijos sąlygoms ir pan., keičiasi renovuojamo pastato efektyvumas. Projektavimo stadijoje pirmiausia sudaromos renovuojamų pastatų konstrukcinių, technologinių ir kitų sprendimų žinių lentelės. Demonstracinė sistema leidžia suformuoti variantų lyginamąsias matricas ir parinkti efektyvius variantus pagal pasirinktus kriterijus. Tarpusavyje gali būti palyginami visi įmanomi dalinės šiluminės renovacijos variantai (7 pav., 1 p.) arba įvairūs kompleksinės renovacijos sprendimai (7 pav., 2 p.).

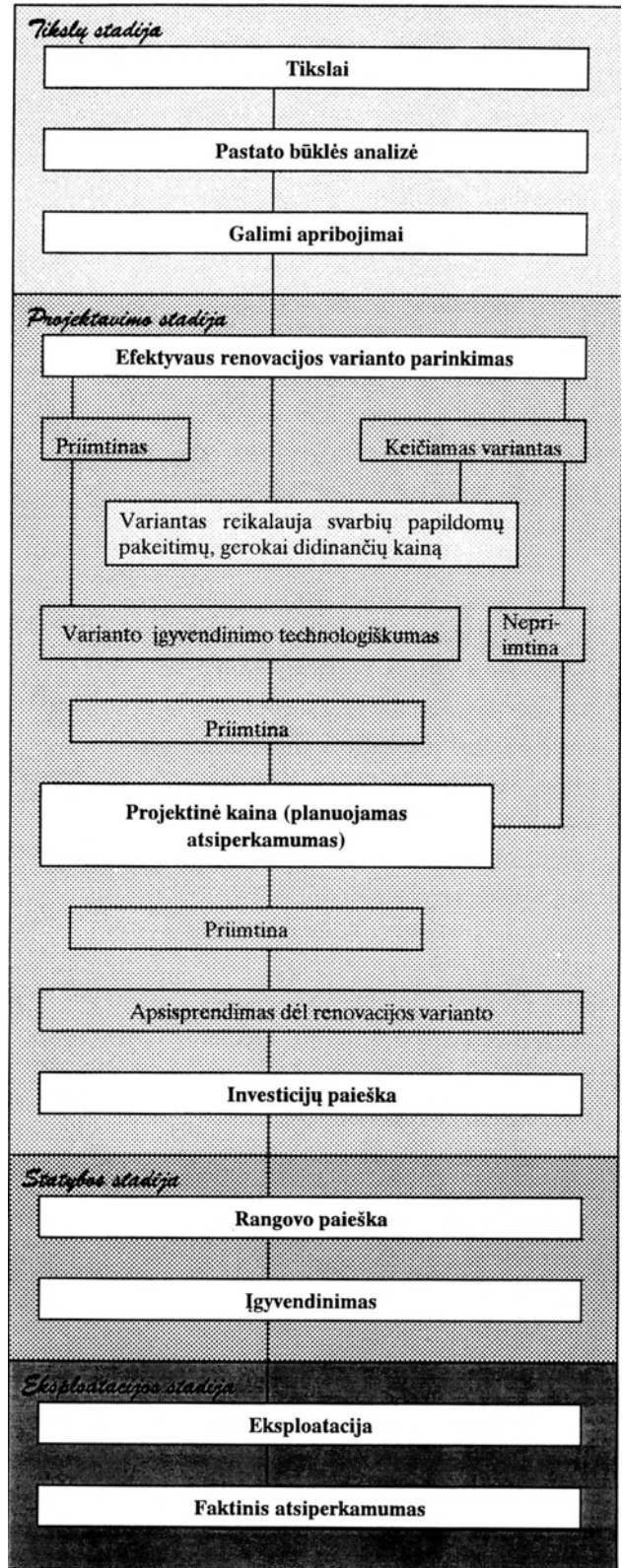
Formuojant kompleksinės renovacijos žinių bazę gali būti įvertinami ir tokie deriniai, kada viena iš atitvarų iš viso nėra renovuojama, arba "nulinis" variantas, kada labiau apsimoka investuoti lėšas kitu būdu ir visai atsisakyti renovacijos projekto.

5.1. Pastato dalinės renovacijos efektyvių sprendimų parinkimas

Nagrinėjamas pavyzdys - 5 aukštų, 2 laiptinių stambiaplokštis gyvenamasis namas (serija 1-464 Li), pastatytas 1970 m. Alytuje. Pamatai juostiniai surenkamieji, pertvaros surenkamosios gelžbetoninės, išorės sienų plokštės - keramzitbetonio surenkamosios, 30 cm storio per visą aukšto aukštį. Perdangos gelžbetoninės, surenkamosios, remiasi visu kontūru ir dengia visą kambario plotą. Stogas plokščias, bitumuoatas. Pastato atitvaros neatitinka RSN 143-92* keliamų reikalavimų.

Pradžioje suformuojamos pastato dalinės šiluminės renovacijos variantų lyginamosios matricos. Tai atliekama visapusiškai išanalizavus galimus principinius pastato dalinės renovacijos variantus. Pavyzdžiui, kai kurie principiniai esamų langų, rūšio konstrukcijų ir plokščio stogo šiluminės renovacijos variantai pateikti 8-10 pav.

Sukurta demonstracinė sistema taip pat leidžia pakankamai tiksliai įvertinti kiekvieną situaciją. Pavyzdžiui, rūšio konstrukcijų šiluminės renovacijos atveju (9 pav.), kada nagrinėjami 4-9 variantai, reikalinga atsižvelgti į tai, kokia pasirinkta pastato išorės sienų šiltinimo technologija (šiltinama iš vidaus ar iš išorės), ir derinti abiejų atitvarų pasirinktus sprendimus tarpusavyje. Kitas pavyzdys - plokščio stogo šiltinimo atvejis, kada nekeičiamas stogo tipas. Reikia skirti kelis atvejus: kada esama stogo danga ir šiltinimas nebetinkami naudoti ir juos reikia šalinti; ka-



6 pav. Efektyvaus šiluminės renovacijos varianto nustatymo bendroji blokinė schema

Fig. 6. General Block-Diagram Illustrating the Determination of an Efficient Thermal Renovation Version

da sudrėkusi izoliacinė medžiaga gali būti atnaujinama (sanavimas bitumine danga, "Swepeco" kaminėlių įrengimas ir pan.), ir reikia įrengti tik papildomą izoliaciją ir naują dangą, taip pat tokį atvejį, kada stogas tvarkingas ir ant esamos dangos gali būti iš karto įrengta papildoma izoliacija ir nauja danga.

Sprendimui gali turėti įtakos ir pastato architektūrinė istorinė vertė (tuomet izoliacijos įrengimas iš išorės neleistinas), metų laikas, kada atliekami darbai (žiemą reikia vengti "šlapių" procesų), numatoma pastato eksploatacijos, atlikus šiluminę renovaciją, trukmė (naudotos šiltinamosios ir apdailos medžiagos eksploatacijos laikas neturėtų viršyti atitvaros eksploatacijos laiko), arba inžinerinių tinklų pakeitimai, reikalingi įgyvendinant vieną ar kitą variantą (nauja šildymo sistema, šilumos apskaitos prietaisai, ventiliacijos įranga ir t. t.) [3, 4].

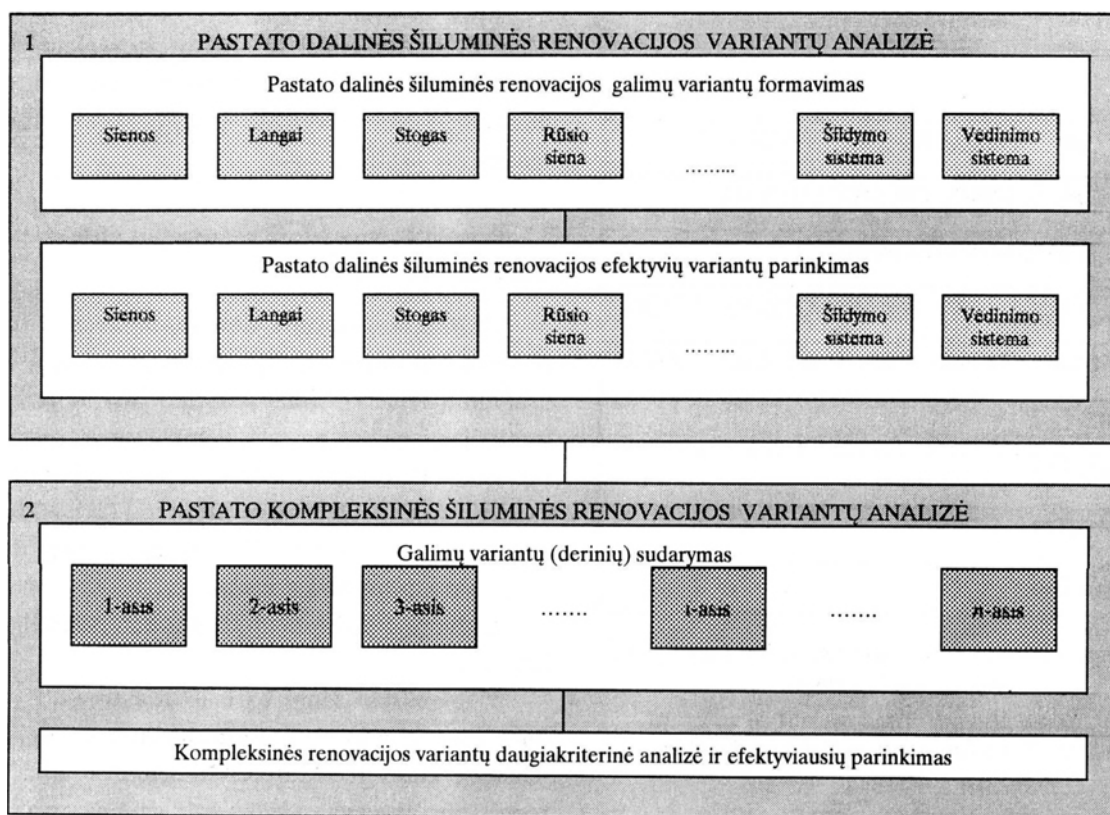
Dėl reglamentuotos apimties mes pateikiame tik atskirų pastato atitvarų šiluminės renovacijos sistemotechninio įvertinimo žinių lentelių fragmentus (2-5 lentelės). Iš viso parengtos analogiškos sienų (51 variantas), rūšio konstrukcijų (9 variantai), stogo (16 va-

riantų) ir kitų renovacijos sprendimų sistemotechninio įvertinimo žinių lentelės. Parenkant bet kokią sprendimą akcentuojama, kad apie atitvarų renovacijos efektyvumą galima kalbėti tik pertvarkius šildymo sistemą (reguliavimas, apskaita ir pan.). Demonstracinė sistema leidžia įvertinti visus galimus variantus ir šioje srityje, taipogi įvertinti kitų, paprastesnių sprendimų efektyvumą (laiptinės durų pakeitimas, balkonų ar lodžių stiklinimas, ventiliacijos sistemos pakeitimas ir pan.).

Pateiktame pavyzdyje kokybinių charakteristikų reikšmės ir reikšmingumai, o techninių-ekonominių rodiklių tik reikšmingumai nustatyti ekspertiniais metodais pagal metodikas, aprašytas [1, 5].

Sudarius atskirų pastato konstrukcijų renovacijos sprendimų sistemotechninio įvertinimo žinių lenteles, formuojamos atitvarų renovacijos variantų sistemotechninio įvertinimo rezultatų lentelės (6-9 lentelės).

Atlikus suformuotų projektų sistemotechninę analizę, išrenkami geriausieji variantai. Jų pagrindinis požymis yra tas, kad išrinkti variantai maksimaliai tenkins užsakovo poreikius esant minimaliai kainai. Pa-



7 pav. Pastato efektyvaus kompleksinės šiluminės renovacijos varianto parinkimo bendroji schema
Fig. 7. General Diagram Illustrating the Selection of an Efficient Complex Thermal Renovation Version of a Building

1	OS LANGO ANGOJE PAPILDOMAI ĮSTATYTAS LANGAS SU VIENU STIKLU
2	OS LANGE PAPILDOMAI ĮSTATYTAS TREČIAS STIKLAS
3	OS LANGO VIDINIAME RĖME ĮSTATYTAS STIKLO PAKETAS
4	OS LANGO VIDINIAME RĖME ĮSTATYTAS STIKLO PAKETAS, LANGAS NEVARSTOMAS
5	OS LANGE VIETOJ TREČIOJO STIKLO ĮDĖTA SKAIDRI PLĖVELĖ
6	ESAMO SUDVEJINTOJO LANGO PAKEITIMAS NAUJU ALIUMINIO PROFILIO LANGU SU TRIGUBU ĮSTIKLINIMU
7	ESAMO SUDVEJINTOJO LANGO PAKEITIMAS NAUJU MEDINIO RĖMO, SU TRIGUBU ĮSTIKLINIMU IR ALIUMINIO APVADU
8	ESAMO SUDVEJINTOJO LANGO PAKEITIMAS NAUJU SU TRIGUBU ĮSTIKLINIMU, LTP TIPO
9	ESAMO SUDVEJINTOJO LANGO PAKEITIMAS NAUJU PVC PROFILIO LANGU SU TRIGUBU ĮSTIKLINIMU

8 pav. Esamo pastato langų renovacijos kai kurie galimi principiniai variantai

Fig. 8. Some Possible Fundamental Versions of Windows Renovation of an Existing Building

1	RŪSIO LUBŲ ŠILTINIMAS KARKASINE SISTEMA
2	RŪSIO LUBŲ ŠILTINIMAS BEKARKASE SISTEMA
3	PIRMO AUKŠTO GRINDŲ ŠILTINIMAS
4	RŪSIO SIENŲ ŠILTINIMAS IŠ VIDAUS KARKASINE SISTEMA
5	RŪSIO SIENŲ ŠILTINIMAS IŠ VIDAUS BEKARKASE SISTEMA
6	DERINYS 1+3
7	DERINYS 1+4
8	DERINYS 2+3
9	DERINYS 2+4

9 pav. Esamo pastato rūsio renovacijos kai kurie galimi principiniai variantai

Fig. 9. Some Possible Fundamental Versions of Basement Renovation of an Existing Building

vyzdžiui, žmogus, sergantis astma ar alergiškas smulkioms dulkelėms, nenorės tokio renovacijos varianto, kuris turėtų neigiamą poveikį jo sveikatai. Neturtin-gas žmogus paprastai sieks pigaus pastato renovaci-

1	NAUJOS NEVĖDINAMOS DANGOS ĮRENGIMAS
2	NAUJOS VĖDINAMOS DANGOS ĮRENGIMAS
3	NEEKSPLOATUOJAMOS PALĖPĖS ĮRENGIMAS ESAMO PLOKŠČIO STOGO VIETOJE
4	EKSPLOATUOJAMOS PALĖPĖS ĮRENGIMAS ESAMO PLOKŠČIO STOGO VIETOJE
5	MANSARDINIO AUKŠTO ĮRENGIMAS ESAMO PLOKŠČIO STOGO VIETOJE
6	PAPILDOMO AUKŠTO SU ŠLAITINIU STOGU PRISTATYMAS VIRŠ ESAMO PLOKŠČIO STOGO

10 pav. Esamo pastato plokščio stogo renovacijos kai kurie galimi principiniai variantai

Fig. 10. Some Possible Fundamental Versions of Flat Roof Renovation of an Existing Building

jos varianto. Žmogus, norintis, kad jo būstas išsiskirtų iš kitų, dar pageidaus gero sienų išorinio estetinio vaizdo ir pan. Kiek žmonių - tiek tikslų, galimybių ir tiek galimų geriausių renovacijos variantų.

Racionaliausi atitvarų renovacijos variantai pateikti 10-oje lentelėje. Iš anksto pasirenkamas norimas kiekvienos atitvaros efektyvių sprendimų skaičius. Pateiktame pavyzdyje kiekvienai atitvarai buvo pasirinktas skaičius 3.

5.2. Pastato kompleksinės renovacijos efektyvių sprendimų parinkimas

Dažniausiai keliami užduotis reikalauja parinkti efektyviausią pastato kompleksinės renovacijos variantą. Šiuo atveju remiantis aukščiau gautais rezultatais formuojami galimi pastato kompleksinės renovacijos variantų lyginamoji matrica (12 lentelė). Pa-grindiniai principai čia išlieka tie patys, kaip ir atskirų atitvarų renovacijos atveju.

Galutiniai palyginimo rezultatai pateikti 13-oje lentelėje.

“Dinamiška” žinių bazė leidžia tikslinti turimus duomenis, ją papildyti, atsižvelgiant į kliento pageidavimus keisti rodiklių reikšmingumus arba remtis specialistų ekspertų apklausose gautais reikšmingumais ir t.t.

Formuojant variantų lyginamąją matricą gali būti įvedami norimi išankstiniai apribojimai (maksimali galima kaina, norima minimali R reikšmė, šiltinimas

2 lentelė. Langų renovacijos variantų sistemotechninio įvertinimo žinių lentelės fragmentas

Table 2. A Fragment of Knowledge Sheet for Multicriteria Assessment of Windows Renovation Versions

Rodiklių pavadinimai	*	Mato vnt.	Reikšmingumas	Kriterijų reikšmės vienam kv. m atitvaros					
				1	2	3	...	9	10
1. Šiluminės renovacijos varianto kaina	-1	Lt/m ²	0,3900	126,0	57,0	115,0	...	578,0	729,0
2. Papildomų investicijų santykinis svoris	-1	%	0,0269	54,8	137,5	40,24	...	6,06	4,74
3. Šiluminio laidumo atitikimas normatyvų reikalavimams	1	%	0,0280	129,3	100,0	104,4	...	123,4	73,1
4. Kuro ekonomija po renovacijos	1	Lt/m ²	0,0650	8,7	7,2	7,4	...	8,4	5,75
5. Atsipirkimo laikas neskaitant papildomų investicijų	-1	metai	0,0662	2,0	0,65	2,0	...	9,5	15,2
6. Naudotų medžiagų kenksmingumas sveikatai	1	balai	0,0145	10,0	10,0	10,0	...	10,0	9,0
7. Estetiškumas	1	balai	0,0680	2,0	2,0	2,0	...	6,0	7,0
8. Patogumas eksploatuoti	1	balai	0,0442	5,0	5,0	5,0	...	6,0	8,0
9. Ilgaamžiškumas	1	balai	0,0875	2,0	2,0	2,0	...	1,0	5,0
10. Funkcionalumas	1	balai	0,0120	5,0	5,0	5,0	...	10,0	10,0

* ženklas +(-) parodo, kad didesnė (mažesnė) kriterijaus reikšmė labiau atitinka reikalavimus.

3 lentelė. Stogo renovacijos variantų sistemotechninio įvertinimo žinių lentelės fragmentas

Table 3. A Fragment of Knowledge Sheet for Multicriteria Assessment of Roof Renovation Versions

Rodiklių pavadinimai	*	Mato vnt.	Reikšmingumas	Kriterijų reikšmės vienam kv. m atitvaros					
				1	2	3	...	9	10
1. Šiluminės renovacijos varianto kaina	-1	Lt/m ²	0,3900	190,0	200,0	210,0	...	280,0	700,0
2. Papildomų investicijų santykinis svoris	-1	%	0,0269	0,95	0,90	0,86	...	0,65	0,26
3. Šiluminio laidumo atitikimas normatyvų reikalavimams	1	%	0,0280	82,5	82,5	83,8	...	82,5	100,0
4. Kuro ekonomija po renovacijos	1	Lt/m ²	0,0650	3,80	3,70	3,74	...	1,95	2,22
5. Atsipirkimo laikas neskaitant papildomų investicijų	-1	metai	0,0662	51,4	54,0	56,1	...	19,2	25,2
6. Naudotų medžiagų kenksmingumas sveikatai	1	balai	0,0145	1,0	1,0	1,0	...	1,0	0,01
7. Estetiškumas	1	balai	0,0680	6,0	6,0	7,0	...	6,0	10,0
8. Patogumas eksploatuoti	1	balai	0,0442	10,0	10,0	10,0	...	9,0	6,0
9. Ilgaamžiškumas	1	balai	0,0875	25,0	25,0	25,0	...	30,0	40,0
10. Patikimumas	1	Points	0,0120	8,0	9,0	9,0	...	9,0	10,0

4 lentelė. Sienų renovacijos variantų sistemotechninio įvertinimo žinių lentelės fragmentas

Table 4. A Fragment of Knowledge Sheet for Multicriteria Assessment of Walls Renovation Versions

Rodiklių pavadinimai	*	Mato vnt.	Reikšmingumas	Kriterijų reikšmės vienam kv. m atitvaros					
				1	2	3	...	10	11
1. Šiluminės renovacijos varianto kaina	-1	Lt/m ²	0,3900	160,0	175,0	360,0	...	158,0	101,0
2. Papildomų investicijų santykinis svoris	-1	%	0,0269	5,32	4,68	2,37	...	5,39	8,44
3. Šiluminio laidumo atitikimas normatyvų reikalavimams	1	%	0,0280	96,7	123,0	111,0	...	86,3	98,7
4. Kuro ekonomija po renovacijos	1	Lt/m ²	0,0650	5,75	5,97	5,97	...	5,54	5,87
5. Atsipirkimo laikas neskaitant papildomų investicijų	-1	metai	0,0662	10,2	10,3	17,4	...	10,3	6,9
6. Naudotų medžiagų kenksmingumas sveikatai	1	balai	0,0145	6,0	8,0	7,0	...	9,0	8,0
7. Darbų atlikimo sezoniskumas	-1	balai	0,0143	1,0	1,0	0,01	...	0,01	0,01
8. Estetiškumas	1	balai	0,0680	5,0	6,0	7,0	...	9,0	6,0
9. Patogumas eksploatuoti	1	balai	0,0442	6,4	8,2	7,4	...	5,8	6,6
10. Ilgaamžiškumas	1	balai	0,0875	20,0	25,0	25,0	...	25,0	50,0
11. Garso izoliacinės savybės	1	balai	0,0115	9,0	10,0	9,0	...	7,0	7,0

5 lentelė. Rūsio konstrukcijų renovacijos variantų sistemotechninio įvertinimo žinių lentelės fragmentas

Table 5. A Fragment of Knowledge Sheet for Multicriteria Assessment of Basement Renovation Versions

Rodiklių pavadinimai	*	Mato vnt.	Reikšmingumas	Kriterijų reikšmės vienam kv. m atitvaros					
				1	2	3	4	5	6
1. Šiluminės renovacijos varianto kaina	-1	Lt/m ²	0,3900	100,0	60,0	100,0	90,0	110,0	100,0
2. Papildomų investicijų santykinis svoris	-1	%	0,0269	1,49	2,48	1,49	1,65	1,35	1,49
3. Šiluminio laidumo atitikimas normatyvų reikalavimams	1	%	0,0280	101,0	93,0	79,3	74,0	73,7	68,3
4. Kuro ekonomija po renovacijos	1	Lt/m ²	0,0650	12,62	12,5	5,37	5,55	5,35	5,17
5. Atsipirkimo laikas neskaitant papildomų investicijų	-1	metai	0,0662	7,92	4,8	18,6	16,2	20,6	19,3
6. Naudotų medžiagų kenksmingumas sveikatai	1	balai	0,0145	7,0	10,0	7,0	6,0	10,0	9,0
7. Darbų atlikimo sezoniškumas	-1	balai	0,0143	0,01	0,01	0,01	0,01	1,0	1,0
8. Estetiškumas	1	balai	0,0680	10,0	8,0	7,0	7,0	10,0	10,0
9. Patogumas eksploatuoti	1	balai	0,0442	10,0	8,0	6,0	6,0	10,0	10,0
10. Ilgaamžiškumas	1	balai	0,0875	25,0	15,0	20,0	15,0	25,0	20,0
11. Funkcionalumas	1	balai	0,0120	10,0	8,0	6,0	6,0	10,0	10,0

6 lentelė. Langų renovacijos variantų sistemotechninės analizės rezultatai

Table 6. Results of Multicriteria Analysis of Windows Renovation Versions

Varianto Nr.	Variantų reikšmingumas	Variantų prioritetiškumas	Varianto naudingumas, %	<i>k</i>	Varianto kaina, Lt/m ²
1	0,044369	3	86,024	8,263	136,41
2	0,046046	2	89,276	11,876	63,77
3	0,042276	4	81,967	3,755	119,32
4	0,040669	5	78,851	0,292	115,34
5	0,030762	10	59,643	-21,050	30,95
6	0,039240	7	76,081	-2,785	1050,89
7	0,040603	6	78,723	0,150	1038,56
8	0,035019	8	67,896	-11,879	645,93
9	0,034770	9	67,414	-12,415	506,24
10	0,051577	1	100,00	23,792	902,44

k - alternatyvos naudingumo laipsnio vidutinis nukrypimas.

7 lentelė. Stogų renovacijos variantų sistemotechninės analizės rezultatai

Table 7. Results of Multicriteria Analysis of Roof Renovation Versions

Varianto Nr.	Variantų reikšmingumas	Variantų prioritetiškumas	Varianto naudingumas, %	<i>k</i>	Varianto kaina, Lt/m ²
1	0,106270	4	97,671	7,373	204,01
2	0,104675	6	96,205	5,744	211,49
3	0,104433	7	95,982	5,497	221,54
4	0,108057	2	99,313	9,198	191,10
5	0,106776	3	98,136	7,890	194,20
6	0,108804	1	100,00	9,961	186,93
7	0,071046	10	65,298	-28,597	499,82
8	0,106112	5	97,525	7,211	246,59
9	0,098410	8	90,447	-0,654	278,17
10	0,075918	9	69,775	-23,623	534,64

10 lentelė. Racionaliausi atitvarų renovacijos variantai

Table 10. Most Rational Renovation Versions of Envelope Structures

Pastato atitvara	Nagrinėjamo pastato atitvaros plotas, m ²	Variantų Nr.		
Stogas	426	6	4	5
Išorės sienos	845	11	8	10
Rūsio konstrukcijos	507	1	2	5
Langai	227	10	2	1
Atitvarų variantų prioritetiškumas		1	2	3

11 lentelė. Pastato kompleksinės renovacijos variantų formavimas

Table 11. Formation of Complex Renovation Versions of a Building

Pastato atitvaros		Pastato kompleksinės renovacijos variantai																
		1	2	3	4	5	6	7	...	27	28	...	54	55	...	79	80	81
Vari- antų Nr.	Stogas	6	6	6	6	6	6	6	...	6	4	...	4	5	...	5	5	5
	Išorės sienos	11	11	11	11	11	11	11	...	10	11	...	10	11	...	10	10	10
	Rūsio konstrukcijos	1	1	1	2	2	2	3	...	5	1	...	5	1	...	5	5	5
	Langai	10	2	1	10	2	1	10	...	1	10	...	1	10	...	10	2	1

12 lentelė. Pastato kompleksinės renovacijos variantų lyginimoji matrica

Table 12. Comparative Matrix of Complex Renovation Versions of a Building

Rodiklių pavadinimai		*	Mato vnt.	Reikšmin- gumas	Kriterijų reikšmės nagrinėjamam pastatui					
					1	2	3	4	5	6
1.	Šiluminės renovacijos varianto kaina	-1	1000Lt/ m ²	0,4935	369	214	230	352	197	213
2.	Papildomų investicijų santykinis svoris	-1	%	0,0340	0,064	0,110	0,103	0,067	0,120	0,111
3.	Šiluminio laidumo atitikimas normatyvų reikalavimams	1	%	0,0354	91,98	95,19	98,68	90,24	93,45	96,94
4.	Kuro ekonomija po renovacijos	1	1000Lt/ m ²	0,0820	13,16	13,49	13,83	13,11	13,44	13,78
5.	Atsipirkimo laikas be papildomų investicijų	-1	metai	0,0841	17,2	15,47	15,63	16,52	14,79	14,95
6.	Naudotų medžiagų kenksmingumas sveikatai	1	balai	0,0183	6,25	6,5	6,5	7	7,25	7,25
7.	Estetiškumas	1	balai	0,0860	7,5	6,25	6,25	7	5,75	5,75
8.	Patogumas eksploatuoti	1	balai	0,0560	8,65	7,9	7,9	8,15	7,4	7,4
9.	Ilgamžiškumas	1	balai	0,1107	20	20	20	15	15	15

12 lentelė (tęsinys)

Table 12 (continued)

	Kriterijų reikšmės nagrinėjamam pastatui										
	7	...	27	28	...	54	55	...	79	80	81
1.	372,82	...	234,13	370,77	...	284,73	372,92	...	425,57	271,01	286,88
2.	0,063	...	0,101	0,064	...	0,083	0,063	...	0,055	0,088	0,082
3.	86,04	...	87,28	92,27	...	87,57	92,1	...	80,7	83,91	87,4
4.	10,10	...	10,50	13,17	...	10,51	13,16	...	9,83	10,16	10,51
5.	19,96	...	19,89	17,33	...	20,02	17,71	...	21,97	20,24	20,4
6.	7	...	7,5	6,25	...	7,5	6,25	...	7,25	7,5	7,5
7.	7,5	...	7	7,5	...	7	7,5	...	8,25	7	7
8.	8,65	...	7,7	8,65	...	7,7	8,65	...	8,45	7,7	7,7
9.	20	...	20	20	...	20	20	...	20	20	20

13 lentelė. Racionaliausi kompleksinės renovacijos variantai
Table 13. Most Rational Versions of Complex Renovation

Pastato kompleksinės šiluminės renovacijos			
priorite- tiškumas	varianto Nr.	galutinis reikšmingumas	galutinis varianto naudingumas
1	1	61,50	100,00
2	28	61,42	99,87
3	55	61,27	99,63
4	4	61,13	99,40
5	31	61,05	99,27
6	58	60,90	99,02
7	10	60,48	98,36
8	37	60,41	98,23
9	2	60,33	98,10
10	64	60,26	97,98
11	29	60,25	97,97

tik iš vidaus, tik iš išorės ir kt.), taip sumažinant alternatyvų skaičių ir palengvinant skaičiavimus.

Užsakovo pageidavimu gali būti įvertinami ir kiti rodikliai (medžiagų gabenimo kaina, gyvenamojo ploto kaina toje vietovėje ir pan.).

6. Išvados

Straipsnyje pateikta autorių sukurta efektyvių projektų kūrimo demonstracinė sistema leidžia efektyviai įgyvendinti bei eksploatuoti projektus. Remdamosios sukurta sistema įvairios suinteresuotos grupės (projektavimo, statybos, tiekimo organizacijos, užsakovai ir pan.) gali nustatyti efektyviausius projektus ir juos sudarančius procesus bei sprendimus, racionalias suinteresuotas grupes, kompleksinius reikalavimus, keliamus produkcijai ir pan.

Sukurta demonstracinė sistema sudaro geresnes sąlygas statybos industrijos organizacijoms gerinti produkcijos kokybę, kartu ir lengviau pereiti į rinkos ekonomiką. Be to, Lietuvoje yra mažai aukštos kvalifikacijos projektų visuotinės kokybės ir efektyvumo valdymo srities specialistų. Šiuo atveju sukurta demonstracinė sistema galėtų pavaduoti visuotinės kokybės ir efektyvumo valdymo specialistus arba jiems padėti projektavimo, statybos ir kitose organizacijose. Ši demonstracinė sistema, išnagrinėjus visus galimus projekto egzistavimo proceso (atskirų jo dalių) variantus bei visas galimas suinteresuotas grupes, padėtų efektyviai suprojektuoti ir įgyvendinti kokybiškus projektus.

Literatūra

1. E.Zavadskas, A.Kaklauskas. Pastatų sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika, 1996. 280 p.
2. E.Zavadskas, O.Kaplinski, A.Kaklauskas, J.Brzezinski. Expert Systems in Construction Industry. Vilnius: Technika, 1995. 180 p.
3. J.Parasonis, G.Ambrasas. An Analysis of Factors for the Selection of a Solution Version in Thermal Renovation of Buildings // Statyba, 1995, N. 4(4). Vilnius: Technika, 1995, p. 67-74.
4. E.Zavadskas, G.Ambrasas. Šiluminės renovacijos techninio sprendimo priėmimo daugiatikslė selektonovacija // Konferencijos "Statyba ir architektūra" medžiaga. Kaunas: Technologija, 1996, p. 216-222.
5. E.Zavadskas, F.Peldschus, A.Kaklauskas. Multiple Criteria Evaluation of Projects in Construction. Vilnius: Technika, 1994. 226 p.

Įteikta 1996 12 20

DEMONSTRATION SYSTEM FOR DEVELOPMENT OF EFFICIENT PROJECTS

G.Ambrasas, A.Kaklauskas, E.Zavadskas

Summary

The paper describes the Demonstration System suggested by the authors. This Demonstration System enables efficient performance of alternative life-time process planning, multicriteria assessment, utility degree determination and selection of the most efficient versions of various projects and their constituent parts:

- Determination of rational design solutions for walls, windows, roof structures, basement floor, heating system.
- Selection of rational constituent parts of a project (selection of construction site and location, multipurpose complex assessment of buildings, determination of rational types of contracts).
- Selection of efficient interested parties (contractors, suppliers, neighbours).
- Alternative designing of life-time process of a project (one-family dwelling houses; agricultural, cast-in-place, prefabricated panel, and thermal renovation of buildings), its multicriteria assessment, determination of utility degree and selection of the most efficient version:
 - Determination of efficient investment projects.
 - Preparation of recommendations on efficiency increase of projects.
 - Alternative roof-to-basement designing of a building (one-family dwelling houses; agricultural, cast-in-place, prefabricated panel, and thermal renovation of buildings) and its multicriteria analysis.

This Demonstration System enables to perform alter-

native designing of projects and their constituent parts, multicriteria analysis, determination of utility degree and priority and preparation of recommendations on further improvement of projects. The Demonstration System is composed of two main parts: knowledge and decision-making subsystem. The knowledge base contains information (system and subsystems of criteria, values and significance of criteria, etc.) fully characterizing life-time processes of various projects (investments, buildings and so forth) and their constituent parts. For instance, knowledge base of life-time process of constituent parts of a building consists of information on alternative construction sites, buildings, designers, contractors, suppliers and so on. A construction site can be described by the following system of criteria: cost, assessment of existing services (water supply, sewerage, gas, electric power supply), air contamination level, living expenses, shopping possibilities, assessment of possibilities for recreation, sports and medical care, possibility to find a job, development outlooks of the district, transport conveniences, etc. The composed knowledge base is processed in various sections by decision-making subsystem. The multicriteria analysis of received results is performed by decision-making subsystem two. The Demonstration System is used by Bachelors, Engineers and Masters while working on their term and final projects. The paper gives a more detailed analysis of the proposed System. There is presented one of works performed by means of the Demonstration System.

Gintautas AMBRASAS. Doctoral student. Dept of Building Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University, 11 Saulėtekio Ave, 2040 Vilnius, Lithuania.

Graduate of Vilnius Gediminas Technical University, 1990. Research interests: thermal innovation of buildings.

Artūras KAKLAUSKAS. Doctor, Associate Professor. Dept of Building Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University, 11 Saulėtekio Ave, 2040 Vilnius, Lithuania.

Graduate of Vilnius Civil Engineering Institute (now VGTU), civil engineer (1984). Doctor's degree in 1990. Research visits to: Aalborg (Denmark, 1991), Glamorgan (UK, 1993/95). Author and co-author of 3 monographs, over 50 papers. Research interests: multiple criteria decision-making, expert systems, total quality management, computer-aided design.

Edmundas Kazimieras ZAVADSKAS. Professor, Doctor Habil. Member of Lithuanian Academy of Sciences, member of Ukrainian Academy of Technological Cybernetics. Vilnius Gediminas Technical University, 11 Saulėtekio Ave, 2040 Vilnius, Lithuania.

Dr degree in 1973, Dr Habil degree in 1987. Research visits to: Moscow, Leipzig, Aachen. Member of many international organizations. Author of monographs in Lithuanian, English, German, Russian. Research interests: building technology and management, decision-making theory, automation in design, expert systems.