

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Aistė MICKAITYTĖ

**VISUOMENINIŲ
PASTATŲ ATNAUJINIMAS
PAGAL DARNOS PRINCIPUS**

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai, Statybos inžinerija (02T)

Vilnius, 2008

Disertacija rengta 2004–2008 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Darbo mokslinis vadovas

prof. habil. dr. Edmundas Kazimieras Zavadskas (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, technologijos mokslai, statybos inžinerija – 02T).

<http://leidykla.vgtu.lt>

VGTV leidyklos TECHNIKA 1508-M mokslo literatūros knyga

ISBN 978-9955-28-291-4

© Mickaitytė, A. 2008

© VGTV leidykla TECHNIKA, 2008

Aistė Mickaitytė

VISUOMENINIŲ PASTATŲ ATNAUJINIMAS PAGAL DARNOS PRINCIPUS

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai, statybos inžinerija (02T)

REFURBISHMENT OF PUBLIC BUILDINGS ACCORDING TO SUSTAINABILITY PRINCIPLES

Doctoral Dissertation

Technological Sciences, Civil Engineering (02T)

2008 05 19. 8,50 sp. l. Tiražas 20 egz.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto leidykla „Technika“, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, *<http://leidykla.vgtu.lt>*

Spausdino UAB „Baltijos kopija“, Kareivių g. 13B, 09109 Vilnius

<http://www.kopija.lt>

Reziumė

Disertacijoje nagrinėjamas visuomeninių pastatų atnaujinimo procesas. Pagrindiniai tyrimo objektai yra visuomeninių pastatų atnaujinimo procesas, akcentuojant sprendimų priėmimo procesą pagal darnos principus, atnaujinimo procese dalyvaujančios sprendimus priimančios grupės, ir jų informavimas apie darnų pastatų atnaujinimą. Pagrindinis disertacijos tikslas yra visuomeninių pastatų atnaujinimo pagal darnos principus apimčių įtakojimas, pasitelkiant daugiakriterinės analizės metodus sprendimų priėmimui, ir e-mokymo sistemą, žinių apie darnų pastatų atnaujinimą platinimui.

Darbe sprendžiami keli pagrindiniai uždaviniai: įvairių pasaulio šalių mokslininkų tyrimų darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo apžvalgos atlikimas; visuomeninių pastatų atnaujinimo pagal darnos principus teorinio modelio sudarymas; kai kurių modelio dalių praktinio realizavimo pavyzdžių pateikimas, sprendimų priėmimui pasitelkiant daugiakriterinės analizės metodus; e-mokymo modulio apie darnų pastatų atnaujinimą kūrimas.

Disertaciją sudaro įvadas, keturi skyriai, bendrosios išvados, literatūros šaltinių sąrašas ir priedas.

Antrajame skyriuje analizuojami Lietuvos ir užsienio šalių mokslininkų darnaus pastatų atnaujinimo tyrimai, atnaujinimo projektai Lietuvoje ir užsienyje, naujausi Lietuvos ir Europos Sąjungos teisės aktai, reglamentuojantys energijos taupymą.

Trečiajame skyriuje remiantis pirmame skyriuje atlikta Lietuvos ir užsienio mokslinių tyrimų analizę suformuluojami pagrindiniai darnaus pastatų atnaujinimo principai: efektyvus energijos ir racionalus išteklių naudojimas, rūpinimasis gyventojų sveikata, aplinkos tausojimas ir informacijos prieinamumas.

Ketvirtas skyrius parašytas remiantis prof. habil. dr. A. Kaklauskio ir A. Bagdonavičiaus dviejų projektų metu (finansuotų Linkolno instituto (JAV)) sukurta metodologija. Skyriuje pateiktas rūpinimosi gyventojų sveikata principo praktinio realizavimo pavyzdys, sprendimų priėmimui pasitelkiant daugiakriterinės analizės metodus.

Pentasis skyrius parengtas remiantis ES 6-osios bendrosios programos projekto „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ („BRITA in PuBs“, vadovas Lietuvoje A. Kaklauskas) rezultatais. Informacijai skleisti ir žinioms perteikti buvo sukurtas mokymo modulis „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“ ir parodyta jo integracija į elektroninę mokymo sistemą, sukurta VGTU Statybos ekonomikos ir nekilnojamojo turto katedroje.

Pagrindiniai darbo rezultatai buvo aptarti mokslinėse konferencijose ir seminaruose Berlyne, Štutgarte ir Vilniuje. Svarbiausi tyrimų rezultatai pateikti 9 mokslinėse publikacijose, iš kurių 3 – recenzuojamuose mokslo leidiniuose.

Abstract

The main idea of current PhD thesis is an analysis of the public buildings refurbishment according to sustainability principles. The objects of investigation are refurbishment process of public buildings by emphasizing decision making process according to sustainability principles, decision making groups that take part in refurbishment process and affordability principle concerning sustainable refurbishment. The aim of work is influence on scope of refurbishment of public buildings according to sustainable development principles by using multi-criteria analysis methods for making decisions and by using electronic teaching system for knowledge dissemination concerning sustainable building refurbishment.

For this aim the following main tasks are approached: review of the researches made by scientists of various countries in the field of sustainable refurbishment of public buildings; creation of theoretical model for refurbishment of public buildings according to sustainable development principles; presentation of practical realization examples of some model parts by using multi-criteria analysis methods for decision making; creation of electronic teaching module for knowledge dissemination concerning sustainable renovation.

The dissertation consists of the introduction, four chapters, conclusions, bibliography and appendixes. The first chapter analyses Lithuanian and foreign scientists' researches in the field of sustainable building refurbishment, refurbishment projects in Lithuania and abroad, new legal acts of Lithuania and European Union which regulate energy saving. In the second chapter forms the main sustainable building refurbishment principles: effective energy use and rational resources use principles, citizens' healthcare principle, environment conservation and information affordability principles. The third chapter is written with reference to methodology created by Prof Dr Habil A. Kaklauskas and A. Bagdonavičius during two projects that were financed by Lincoln Institute (USA) and to results of the EU Framework 6 program project "Refurbishment of Public Buildings with Application of Innovations" („BRITA in PuBs“, supervisor in Lithuania Prof Dr Habil A. Kaklauskas). The chapter presents practical realization example of citizens' healthcare principle by using multi-criteria analysis methods for decision making. The fourth chapter is written with reference to the results of Framework 6 project "Refurbishment of Public Buildings with Application of Innovations" ("BRITA in PuBs“, supervisor in Lithuania Prof Dr Habil A. Kaklauskas). Teaching module "Innovative Technologies for Building Refurbishment" was created for spreading information and presenting knowledge and its integration to electronic teaching system, created in the Department of Construction Economics and Property Management at VGTU, is shown.

The most important results of researches were published in 9 scientific articles (three of them in reviewed scientific publications).

Žymėjimai

Santrumpos

BRITA in PuBs	<i>angl.</i> – Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings (<i>Project</i>);
EPBD	<i>angl.</i> –Energy Performance of Buildings Directive;
VG TU	Vilniaus Gedimino technikos universitetas;
ETBD	Energijos Taupymo Būste Demonstracinis projektas
SARA	<i>angl.</i> – Sustainable Architecture Applied to Replicable Public Access Buildings (<i>Project</i>);
DEMOHOUSE	<i>angl.</i> – Design and Management Options for Housing (<i>Project</i>);
ECO-CULTURE	<i>angl.</i> – Demonstration and Dissemination of ECO-Concepts for High Performance European Cultural Buildings (<i>Project</i>);
TOBUS	<i>angl.</i> – A Decision-making Tool for Selecting Office Building Upgrading Solutions (<i>Project</i>);
XENIOS	<i>angl.</i> – A Methodology for Assessing Refurbishment Scenarios and the Potential of Applications of RES and RUE in Hotels (<i>Project</i>);
HVAC	<i>angl.</i> – Heating, Ventilating, and Air Conditioning;
BLAST (IBLAST)	<i>angl.</i> – Building Loads Analysis and System Thermodynamics (<i>Building Energy Simulation Program</i>);
SAVE	<i>angl.</i> – Supporting Activities that Value the Environment (<i>Project</i>);
EPIQR	<i>angl.</i> – Energy Performance and Indoor Environmental Quality Retrofit (<i>Building Energy Simulation Program</i>);
BIT	<i>angl.</i> – BRITA in PuBs Information Tool;
EHPA	<i>angl.</i> – The European Heat Pump Association;
KD	Kietosios dalelės;
LOJ	Lakieji organiniai junginiai;
AQI	<i>angl.</i> – Air Quality Index;
TOPSIS	<i>angl.</i> – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (<i>Method</i>);
SAW	<i>angl.</i> – Simple Additive Weighting (<i>Method</i>);
MOORA	<i>angl.</i> – Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (<i>Method</i>);

Turinys

Reziumė	iii
Abstract	iv
Žymėjimai	v
1. Įvadas.....	1
1.1. Tyrimų sritis ir aktualumas.....	1
1.2. Problemos formulavimas.....	2
1.3. Tyrimų objektas.....	3
1.4. Tikslai ir uždaviniai.....	3
1.5. Tyrimų metodika	3
1.6. Mokslinis darbo naujumas.....	4
1.7. Autoriaus dalyvavimas tarptautiniuose projektuose.....	4
1.8. Ginamieji teiginiai.....	4
1.9. Darbo rezultatų aprobavimas.....	4
1.10. Disertacijos struktūra ir uždavinių formulavimas	5
2. Pastatų atnaujinimas, darni plėtra ir informacinės priemonės.....	9
2.1. Visuomeninės paskirties pastatai ir reikalavimai jiems.....	9
2.2. Pastatų atnaujinimo projektai Lietuvoje ir užsienyje	13
2.3. Darnos principai renovuojant pastatus	15
2.4. Energijos taupymo svarba atnaujinant pastatus.....	19
2.5. Internetinė sprendimų parama pastatų atnaujinimui.....	23
2.5.1. Internetinės intelektualios technologijos pastatų atnaujinimui	23
2.5.2. Statybos projektų žinių valdymas	28
2.5.3. Geriausia pastatų atnaujinimo patirtis ir jos žinių bei duomenų bazės	29
2.6. Antrojo skyriaus išvados	31

3. Darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo teorinio modelio sudarymas.....	33
3.1. Pastatų atnaujinimo efektyvumą įtakojantys veiksniai	35
3.1.1. Makro aplinka.....	35
3.1.2. Mikro aplinka	37
3.1.3. Sprendimus priimančios grupės	38
3.2. Pastatų atnaujinimo sprendimų priėmimo procesas.....	40
3.3. Darnos principai pastatų atnaujinimo procese	42
3.3.1. Efektyvus energijos vartojimas	45
3.3.2. Racionalus išteklių naudojimas	46
3.3.3. Rūpinimasis gyventojų sveikata.....	47
3.3.4. Aplinkos tausojimas	48
3.3.5. Informavimas, informacijos prieinamumas	49
3.4. Trečiojo skyriaus išvados.....	51
4. Sveikos darbo aplinkos įvertinimas atnaujinant visuomeninės paskirties pastatus	53
4.1. Pastato išorės aplinka.....	54
4.1.1. Oro užterštumo poveikis žmonių sveikatai	54
4.1.2. Triukšmo poveikis sveikatai.....	56
4.1.3. Oro užterštumo ir triukšmo žemėlapių sudarymas VGTU teritorijoje	57
4.2. Pastato vidaus aplinka.....	63
4.2.1. Pagrindiniai parametrai, darantys įtaką patalpų mikroklimatui.....	63
4.2.2. Nagrinėjamų VGTU patalpų mikroklimato analizė	64
4.3. Sveikos darbo aplinkos daugiakriterinis įvertinimas	70
4.3.1. Rodiklių sistemos sudarymas	71
4.3.2. Variantų racionalumo nustatymas TOPSIS metodu	73
4.3.3. Variantų racionalumo nustatymas SAW metodu	76
4.3.4. Variantų racionalumo nustatymas MOORA metodu	79
4.3.5. Skaičiavimo rezultatų analizė.....	81
4.4. Ketvirtąjo skyriaus išvados.....	83
5. Žinių poreikio apie energijos taupymo sprendimus renovuojant visuomeninius pastatus nustatymas.....	85
5.1. Kliūtys ir poreikiai energiją taupančių technologijų taikymui pastatų atnaujinimo procese.....	86
5.1.1. Apklauso organizavimas	89
5.1.2. Tyrimo rezultatai	90
5.2. Informacijos platinimo būdai ir priemonės.....	94
5.3. E-mokymo modulis – Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui	96
5.4. Penktąjo skyriaus išvados.....	100

6. Pagrindinės darbo išvados	103
Literatūros sąrašas.....	107
Autorės publikacijų sąrašas disertacijos tema.....	123
Priedai.....	125
A priedas. Tiriamųjų kabinetų vieta pastato planuose	
B priedas. Kabinetų mikroklimatą apibūdinantys grafikai	
C priedas. Apklausos organizavimas	

Ivadas

1.1. Tyrimų sritis ir aktualumas

Pereinamosios ekonomikos šalys teikia ypatingą reikšmę naujų statybų gausai, gyvenamojo ploto trūkumo likvidavimui, o brandžios ekonomikos šalys akcentuoja ne tik statybą, bet ir esamo pastatų fondo gerinimą, pritaikymą naujiems reikalavimams ir kilusiems poreikiams. Nauji pastatai daro ilgalaikį poveikį ekonomiškumui ir aplinkai, tačiau jie sudaro tik dalelę visų pastatų. Didžiausiais energijos nuostoliais pasižymi seniai statyti pastatai. Lietuva kaip ir kitos pereinamosios ekonomikos šalys jau keliolika metų išgyvena didelių pertvarkymų statybos sektoriuje laikotarpį. Sparčiai vykstanti miestų plėtra sudaro sąlygas naujai peržiūrėti įgyvendintus projektus, kurie dabartinėmis sąlygomis yra keistini. Tai ne tik naujų gyvenamųjų, komercinių ar visuomeninių objektų statyba istoriškai susiformavusioje aplinkoje, bet ir, be abejo, senųjų atnaujinimas. Visuomeniniai pastatai Lietuvoje statyti gana skirtingu laikotarpiu, vadovaujantis tuomet galiojusiomis statybos normomis ir taisyklėmis. Per praėjusius dešimtmečius pasikeitė norminiai statybos reikalavimai, fiziškai ir moraliai susidėvėjo ir paseno pastatams numatyti optimalų mikroklimatą palaikantys įrenginiai ir sistemos, todėl pastatų atnaujinimas tapo svarbia šių dienų problema.

1.2. Problemos formulavimas

Tiek Lietuvoje, tiek visoje Europos Sąjungoje pastatuose suvartojama apie 40 % galutinės suvartojamos energijos [1, 2]. Namuose, darbo vietose, laisvalaikiui skirtose patalpose, tenkindami apšvietimo, šildymo, vėsinimo bei karšto vandens poreikius, sunaudojame daugiau energijos nei transportas ar pramonė. Šis vartojimas toliau plečiasi, dėl to šio sektoriaus suvartojamos energijos dalis auga, taip pat didėja ir išskiriamo anglies dvideginio kiekis. Daugelio senų pastatų atveju, sąskaita už šildymą gali būti lengvai sumažinta, jeigu panaudojama energijos vartojimo efektyvumą didinanti technologija. Šie atnaujinti pastatai šildymui gali sunaudoti mažiau energijos nei naujausi namai. Todėl efektyvus energijos naudojimas tampa vis svarbesnis.

Kita vertus, svarbu suvokti, kad renovuojant pastatus galima ne tik sumažinti energijos suvartojimą, bet ir visapusiškai pagerinti pastato būklę: jo eksploatavimą, garso izoliacines savybes, išvaizdą, komfortą, pastato gyvavimo trukmę, padidinti pastato vertę bei sumažinti poveikį žmonių sveikatai ir aplinkai. Naujausiuose ES energetikos politikos dokumentuose akcentuojama darnios plėtros svarba. Pastatų energetinio naudingumo direktyva (2002/91/EC) siekiama statybos standartais visoje Europoje kuo labiau sumažinti energijos suvartojimą pastatuose, tačiau taip pat akcentuojama ir aplinkos apsaugos svarba – pavyzdžiui, pastatų energetinio naudingumo vertinime turi būti įtrauktas ir CO₂ rodiklio matmuo [3]. Remiantis šiais argumentais, pastatų atnaujinimo procesą būtina nagrinėti visapusiškai, kreipiant dėmesį ne tik į ekonominius, technologinius, energijos taupymo, bet ir poveikio žmonių sveikatai ir aplinkai mažinimo, klausimus.

Darni statyba integruoja statybines medžiagas ir metodus, skatinančius aplinkos kokybę, ekonomikos gyvybingumą ir socialinę naudą per planavimą, statymą ir statybų aplinkos eksploatavimą. Darnumas pastatų renovacijoje ir statybose yra naudingas, nes [4]:

- sumažina išteklių poreikį;
- sumažina infrastruktūros poveikį aplinkai: apsaugo švarų orą ir vandenį;
- pratęsia vietinių išteklių ilgaamžiškumą;
- pastatuose suprojektuotuose pagal darnos principus gali padidėti darbininkų našumas ir sumažėti sergamumas;
- sukuria patogesnę darbo ir gyvenamąją aplinką;
- tvarių statybinių medžiagų ir paslaugų poreikis skatina naujų pramonės šakų kūrimąsi ir naujų darbo vietų atsiradimą.

1.3. Tyrimų objektas

Tyrimų objektas – visuomeninių pastatų atnaujinimo procesas, akcentuojant sprendimų priėmimo procesą pagal darnos principus, atnaujinimo procese dalyvaujančios sprendimus priimančios grupės, ir jų informavimas apie darnią renovaciją.

1.4. Tikslas ir uždaviniai

Mokslinio darbo tikslas – visuomeninių pastatų renovacijos pagal darnos principus apimčių įtakojimas, pasitelkiant daugiakriterinės analizės metodus sprendimų priėmimui ir e-mokymo sistemą, žinių apie darnų pastatų atnaujinimą, platinimui. Šiam tikslui įgyvendinti sprendžiami tokie uždaviniai:

1. Atlikti įvairių pasaulio šalių mokslininkų tyrimų darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo srityje apžvalgą.
2. Sudaryti visuomeninių pastatų atnaujinimo pagal darnos principus teorinį modelį.
3. Atlikti kai kurių modelio dalių praktinį realizavimą, sprendimų priėmimui pasitelkiant daugiakriterinės analizės metodus.
4. Ištirti informacijos apie energiją taupančias technologijas poreikį.
5. Pasiūlyti informacijos platinimo apie darnų pastatų atnaujinimą priemonės.
6. Žinių apie darnią renovaciją platinimui sukurti e-mokymo modulį.

1.5. Tyrimų metodika

Visuomeninių pastatų atnaujinimo pagal darnos principus apimčių įtakojimo bei naujai sukurto modelio tyrimo metodika paremta Lietuvos ir užsienio šalių mokslininkų šioje srityje atliktų darbų analize. Rengiant darbą remtasi Lietuvos ir užsienio autorių mokslinėmis publikacijomis, enciklopediniais žinynais, įvairių šalių statistiniais duomenimis internete, kitais Lietuvos ir užsienio mokslo institucijų moksliniais ir informaciniais leidiniais.

Atliktiems tyrimams pritaikyti prof. habil. dr. E. K. Zavadsko ir prof. habil. dr. A. Kaklauskos, sukurti projektų daugiakriterinės analizės duomenų apdorojimo metodai, informacinės technologijos.

1.6. Mokslinis darbo naujumas

1. Sukurtas visuomeninių pastatų atnaujinimo pagal darnos principus teorinis modelis.
2. Darbo patalpų vidaus aplinka įvertinta pagal poveikį žmogaus sveikatai, naudojant išorės ir vidaus rodiklius ir pasitelkiant daugiakriterinius metodus.
3. Žinių apie efektyvias energiją taupančias technologijas platinimui sukurtas mokymo modulis.

1.7. Autoriaus dalyvavimas tarptautiniuose projektuose

Autorė disertacijos rengimo laikotarpyje dalyvavo vykdant Europos Sąjungoje 6-osios bendrosios programos projektą „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ („BRITA in PuBs“), projekto vadovas Lietuvoje prof. habil. dr. A. Kaklauskas.

1.8. Ginamieji teiginiai

1. Pagrindiniai darnaus pastatų atnaujinimo principai yra: efektyvus energijos ir racionalus išteklių naudojimas, rūpinimasis gyventojų sveikata, aplinkos tausojimas ir informacijos prieinamumas.
2. Darnaus pastatų atnaujinime dėl rodiklių gausos sprendimų priėmimo palengvinimui tikslinga taikyti daugiakriterinius metodus ir atlikti jų sintezę.
3. Rūpinimosi gyventojų sveikata principas atnaujinant pastatus turi būti užtikrinamas įvertinant tiek išorės, tiek vidaus rodiklius.
4. Informacijos prieinamumo principui įgyvendinti tikslinga į mokymo planus įtraukti modulius apie darnų pastatų atnaujinimą. Platus žinių skleidimas galimas šiuos modulius integruojant į elektronines mokymo sistemas.

1.9. Darbo rezultatų aprobavimas

Pagrindiniai darbo rezultatai buvo aptarti mokslinėse konferencijose ir seminaruose Berlyne, Štutgarte ir Vilniuje.

Teoriniai darbo rezultatai buvo pritaikyti ir įdiegti Lietuvoje ir Europos Sąjungoje vykdant 6-osios bendrosios programos projektą „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ („BRITA in PuBs“, vadovas Lietuvoje

prof. habil. dr. A. Kaklauskas). Trečias ir ketvirtas skyriai parašyti remiantis šio projekto rezultatais.

Svarbiausi tyrimų rezultatai publikuoti 9 mokslinėse publikacijose, iš kurių 3 recenzuojamuose mokslo leidiniuose.

1.10. Disertacijos struktūra ir uždavinių formulavimas

Disertaciją sudaro penki skyriai, bendrosios išvados, literatūros šaltinių sąrašas bei priedas (skaitmeninė laikmena). Darbo apimtis – 125 puslapiai, 40 paveikslėlių ir 15 lentelių, jo struktūra pateikta 1 paveiksle.

Pirmajame skyriuje aprašomas darbo aktualumas, tikslas ir uždaviniai.

Antrajame skyriuje analizuojami Lietuvos ir užsienio šalių mokslininkų tyrimai darnaus pastatų atnaujinimo srityje, atnaujinimo projektai Lietuvoje ir užsienyje, naujausi Lietuvos ir Europos sąjungos teisės aktai reglamentuojantys energijos taupymą. Minėtų šaltinių analizės tikslas – apibrėžti darnaus pastatų atnaujinimo principus ir jais vadovaujantis kitame skyriuje sukurti teorinį darnaus pastatų atnaujinimo modelį.

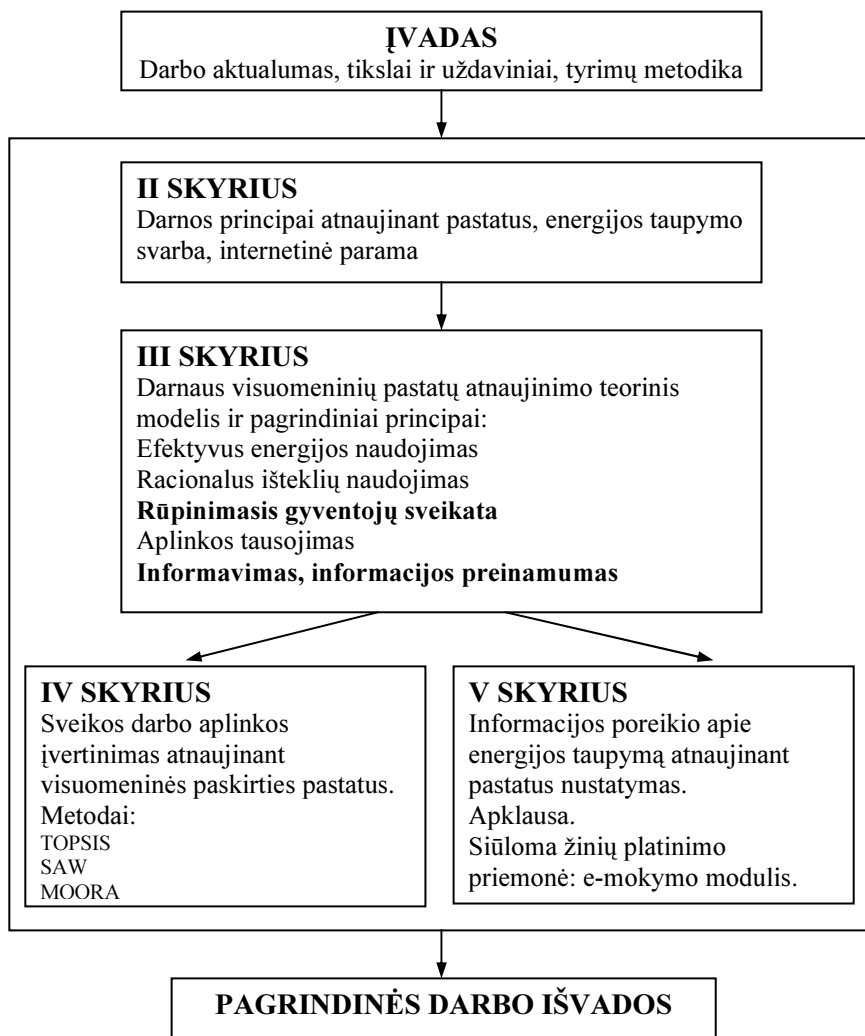
Skyriuje taip pat analizuojamos informacinės, intelektualios, internetinės pastatų atnaujinimo sistemos, nes būtent jų pasitelkiamą, autorė įsivaizduoja kaip geriausią priemonę, sprendimų priėmimui palengvinti, taip pat siekiant kuo plačiau skleisti informaciją apie darnų pastatų atnaujinimą ir tokiu būdu įtakoti darnios renovacijos apimtis ir patirtį.

Trečiajame skyriuje remiantis pirmame skyriuje atlikta Lietuvos ir užsienio mokslinių tyrimų analize, suformuluojami pagrindiniai darnaus pastatų atnaujinimo principai: efektyvus energijos ir racionalus išteklių naudojimas, rūpinimasis gyventojų sveikata, aplinkos tausojimas ir informacijos prieinamumas. Vadovaujantis šiais principais sukuriamas teorinis visuomeninių pastatų atnaujinimo pagal darnos principus modelis. Analizuojami veiksniai darantys įtaką modelio veiksmingumui – makro ir mikro, sprendimus priimančios grupės. Aprašoma sprendimus priimančių grupių sąveika ir jų svarba priimant sprendimus dėl darnaus atnaujinimo proceso vykdymo. Minėti veiksniai analizuojami remiantis prof. habil. dr. A. Kaklauskos atliktais tyrimais.

Pateikta sprendimų priėmimo proceso schema, kurioje išryškėja daugiakriterinių metodų taikymo svarba, priimant pastatų atnaujinimo sprendimus. Akcentuojama informacijos apie darnų pastatų atnaujinimą platinimo svarba.

Ketvirtas skyrius parašytas remiantis Prof. habil. dr. A. Kaklauskos ir A. Bagdonavičiaus, dviejų projektų metu (finansuotų Linkolno instituto (JAV)), sukurta metodologija. Skyriuje pateiktas rūpinimosi gyventojų sveikata principo praktinio realizavimo pavyzdys, sprendimų priėmimui pasitelkiant daugiakriterinės analizės metodus. Nagrinėjami VGTU pastato išorės ir vidaus

fizikiniai veiksniai, įtakoiantys patalpų mikroklimato kokybę ir sveikos darbo aplinkos kūrimą.



1 pav. *Disertacijos struktūra*

VG TU pastato aplinkoje kartu su darbo kolektyvu vadovaujamu prof. habil. dr. A. Kaklauskio buvo išmatuotas užterštumas anglies monoksidu, sieros dioksidu, kietosiomis dalelėmis, ozonu. Remiantis aplinkos užterštumo normomis Lietuvoje ir Jungtinių Amerikos valstijų Aplinkos apsaugos agentūros pateikta metodika, apskaičiuotas oro kokybės indeksas ir pagal jį nubraižyti

teršalų ir triukšmo poveikio žmogaus sveikatai žemėlapiai. Pastato viduje buvo matuojamas oro judėjimo greitis, oro apsikeitimo kiekis, santykinis drėgnumas, temperatūra, rasos taškas, apšviestumas šviesiuoju paros metu.

Pagal anksčiau minėtus parametrus, pasinaudojus daugiakriterinės analizės metodais buvo siekiama nagrinėjamas patalpas suskirstyti taip, kad geriausiose dirbtų žmonės, o blogiausiose būtų įrengtos techninės patalpos. Be to, atlikus matavimus ir nustačius trūkumus gali būti sprendžiama, kokias priemones įdiegti vidaus mikroklimatui pagerinti. Šiuo pavyzdžiu buvo siekiama parodyti, kaip daugiakriterinės analizės metodai gali palengvinti sprendimo priėmimą atnaujinat pastatus. Tai ypač aktualu vykdant darnų pastatų atnaujinimo procesą, nes jo metu susiduriama su dideliu kiekiu kriterijų.

Penktas skyrius parašytas remiantis ES 6-osios bendrosios programos projekto „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ („BRITA in PuBs“, vadovas Lietuvoje prof. habil. dr. A. Kaklauskas) rezultatais.

Šiame skyriuje analizuojamos kliūtys ir poreikiai inovatyvių technologijų taikymui pastatų atnaujinimo procese. Akcentuojama, kad informacijos paieškos įpročiai labai įtakojami įpročių suformuotų dar studijų metu. Todėl labai svarbus yra būtent studentų informavimas ir mokymas apie darnų pastatų atnaujinimo procesą. Informacijos platinimui ir žinių perteikimui buvo sukurtas mokymo modulis „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“ ir parodyta jo integracija į elektroninę mokymo sistemą, sukurtą VGTU Statybos ekonomikos ir nekilnojamojo turto katedroje.

Pastatų atnaujinimas, darni plėtra ir informacinės priemonės

Darnios plėtos principai skverbiasi į daugelį veiklos sričių, neaplenkdami ir visuomeninių pastatų atnaujinimo proceso. Skyriuje analizuojama Lietuvos ir užsienio šalių mokslininkų tyrimai darnaus pastatų atnaujinimo srityje, atnaujinimo projektai Lietuvoje ir užsienyje. Analizės tikslas apibrėžti darnaus pastatų atnaujinimo principus ir jais vadovaujantis tolimesniuose skyriuose sukurti teorinį darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo modelį.

Skyriuje taip pat analizuojamos informacinės, intelektualios, internetinės pastatų atnaujinimo sistemos, nes būtent jų pasitelkimą informacijos platinimui, autorė įsivaizduoja kaip geriausią priemonę, siekiant skleisti informaciją apie darnų pastatų atnaujinimą, ir taip didinti darnios renovacijos apimtis ir patirtį.

2.1. Visuomeninės paskirties pastatai ir reikalavimai jiems

Visuomenės paskirties statiniai apibrėžiami Statybos techninių reikalavimų reglamente STR 2.02.02:2004 [5]. Pagal šį reglamentą išskiriami visuomeninės paskirties pastatai ir visuomeninės paskirties inžineriniai statiniai. Visuomeninės paskirties pastatas – pastatas, skirtas visuomenės poreikiams tenkinti ir atsižvelgiant į STR 1.01.09:2003 nuostatas priklausantis viešbučių, administracinės, prekybos, paslaugų, maitinimo, transporto, kultūros, mokslo, gydymo, poilsio, sporto ar religinės paskirties pastatų pogrupiui. Visuomeninės

paskirties inžinerinis statinys – tos pačios paskirties, kaip ir visuomeninės paskirties pastatas, inžinerinis statinys (išskyrus inžinerinius tinklus ir susisiekimo komunikacijas). Reglamento priede pateikiamas toks visuomeninės paskirties pastatų sąrašas:

- Viešbučių paskirties pastatai: viešbučiai, moteliai, svečių namai.
- Administracinės paskirties pastatai: valstybės ir savivaldybių valdymo įstaigų, prokuratūrų, teismų, kitų įstaigų ir organizacijų administraciniai pastatai, ambasadų, bankų, pašto, biržų, darbo biržų, draudimo įstaigų, biurų, advokatų, notarų, antstolių kontorų, informacijos centrų ir kiti pastatai.
- Prekybos paskirties pastatai: parduotuvės, vaistinės, knygynai, prekybos paviljonai, palapinės, kioskai ir kiti pastatai.
- Paslaugų paskirties pastatai: pirtys, grožio salonai, skalbyklos, taisyklos, remonto dirbtuvės, priėmimo – išdavimo punktai, autoservisai, plovyklos, laidojimo namai, krematoriumai ir kiti pastatai.
- Maitinimo paskirties pastatai: valgyklos, restoranai, kavinės, barai ir kiti pastatai.
- Transporto paskirties pastatai: oro uosto, jūros ir upių laivyno, geležinkelio ir autobusų stočių pastatai, muitinių, transporto bilietų, kelionių, turizmo agentūrų ir kiti pastatai.
- Kultūros paskirties pastatai: teatrai, kino teatrai, kultūros namai, klubai, bibliotekos, muziejai, archyvai, parodų rūmai, planetariumai, radijo ir televizijos ir kiti pastatai.
- Mokslo paskirties pastatai: institutai ir mokslinio tyrimo įstaigos, observatorijos, meteorologijos stotys, laboratorijos (išskyrus gamybines laboratorijas), bendrojo lavinimo, profesinės ir aukštosios mokyklos, vaikų darželiai, lopšeliai ir kiti pastatai.
- Gydyimo paskirties pastatai: ligoninės, klinikos, poliklinikos, sanatorijos, reabilitacijos centrai, specialiųjų įstaigų sveikatos apsaugos pastatai, gydyklų pastatai, medicininės priežiūros įstaigų slaugos namai, veterinarijos gydyklų ir kiti pastatai.
- Poilsio paskirties pastatai: turizmo centrai, poilsio namai, jaunimo nakvynės namai, kempingų pastatai, kaimo turizmo pastatai, medžioklės nameliai ir kiti pastatai.
- Sporto paskirties pastatai: sporto salių, teniso kortų, baseinų, čiuožyklų, jachtklubų, šaudyklų, stadionų, maniežių ir kiti pastatai.
- Religinės paskirties pastatai: bažnyčios, cerkvės, koplyčios, sinagogos, maldos namai, katedros ir kiti pastatai.

Statybos techninis reglamentas taikomas rengiant detaliuosius planus,

visuomeninės paskirties pastatų ir inžinerinių statinių, kitos paskirties pastatuose įrengiamų visuomeninės paskirties patalpų projektus, taip pat rekonstruojant ir remontuojant šiuos ar kitokius pastatus, įrengiant juose visuomeninės paskirties patalpas. Reglamentuojamas statinių mechaninis atsparumas ir pastovumas, gaisrinė sauga, higiena, sveikata, aplinkos apsauga, saugus naudojimas, apsauga nuo triukšmo, energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas, statinio paskirties reikalavimai, pagrindinių patalpų išplanavimas, apsauga nuo smurto, vandalizmo ir vagysčių [5].

Apsauga nuo triukšmo [5]

Visuomeninės paskirties statiniai turi būti suprojektuoti ir pastatyti taip, kad juose ir šalia jų esančių žmonių girdimo triukšmo lygis nekeltų grėsmės jų sveikatai ir atitiktų jų darbui, poilsiui bei miegui būtinas komfortines aplinkos sąlygas.

Šio esminio reikalavimo nuostatos apima apsaugą nuo:

- Statinių išorės aplinkoje ore sklindančio garso.
- Gretimose patalpose ore sklindančio garso.
- Smūgio garso į perdangas.
- Statinio inžinerinių sistemų skleidžiamo triukšmo.
- Aidėjimo trukmės patalpose.

Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas [5]

Statinsys, jo atitvaros, šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo sistemos turi būti suprojektuoti bei pastatyti taip, kad juos naudojant būtų kuo mažesnės energijos sąnaudos, atsižvelgiant į vietovės klimato sąlygas ir Statinio naudotojų reikmes.

Energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo techniniai rodikliai yra susiję su energijos naudojimu:

- patalpoms šildyti;
- patalpoms aušinti;
- patalpų oro drėgmei reguliuoti;
- vandeniui šildyti;
- vėdinti.

Energijos naudojimą lemia:

- išorės aplinka;
- vidaus aplinka;
- statinio projektiniai sprendiniai;
- statybos produktų charakteristikos;
- statinio naudojimas ir priežiūra;

- energijos rūšis, jos kaina, naudojimo laikas ir didžiausias poreikis.

Pagrindiniai energijos taupymo techniniai rodikliai, kurie turi būti nustatomi rengiant visuomeninės paskirties statinių, rekonstruojamų statinių ir patalpų projektus patalpoms šildyti, aušinti ir drėgmei reguliuoti reikalingas energijos kiekis priklauso nuo [5]:

- vidaus sąlygų (komforto reikalavimų) ir šilumos poreikio, įvertinus vidaus šilumos išsiskyrimą;
- išorės aplinkos sąlygų (temperatūros, drėgmės, spinduliavimo, vėjo ir kitų);
- statinio atitvarų šilumos izoliacinių savybių;
- vandens garų pastate susidarymo ir jų sklidimo atitvarose;
- atitvarų laidumo orui;
- mažiausios ir didžiausios oro apykaitos, esant natūraliam ar mechaniniam vėdinimui;
- atitvaros skaidriųjų elementų ploto, jų išdėstymo ir saulės energijos bei spindulių, susidarančių šešėlių ir numatytų apsaugos nuo saulės priemonių efektyvumo;
- atitvarų ir šildymo (aušinimo) dinaminį šiluminių charakteristikų;
- šildymo, oro kondicionavimo ar drėkinimo įrenginių efektyvumo, veikimo būdo ir reguliavimo.

Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas gali būti reguliuojamas šiais penkiais būdais:

- nustatant atitvaroms naudojamų statybos produktų reikalavimus (jų šiluminę varžą, vandens garų sklidimo varžą, infraraudonuosius spindulius atspindinčio sluoksnio emisiją);
- nustatant atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų įrenginių charakteristikų reikalavimus (pvz., sienų, stogų, durų ir langų šilumos laidumo, durų ir langų sandarumo, katilų, ventiliatorių, aušinimo įrenginių efektyvumo);
- nustatant statinio ar statinio inžinerinių sistemų naudojimo charakteristikų reikalavimus (pvz., savitųjų šilumos nuostolių, statinio laidumo orui, oro apykaitos, šildymo ar aušinimo sistemos bendrojo efektyvumo);
- nustatant statinio inžinerinių sistemų energetinės galios reikalavimus (pvz., metinį šiluminės energijos kiekį, reikalingą pastato patalpoms šildyti ir (ar) aušinti iki numatytos temperatūros, atsižvelgiant į vidaus šilumos išsiskyrimą ir patenkantį saulės energijos kiekį);

- nustatant statinio inžinerinėms sistemoms tiekiamos energijos galios reikalavimus, siekiant nustatyti sistemų naudojimo savybes ir jų efektyvumą (pvz., šildymo ir (arba) aušinimo energijos sunaudojimą), atsižvelgiant į energijos šaltinio ypatybes ir jo kainą.

2.2. Pastatų atnaujinimo projektai Lietuvoje ir užsienyje

1996 metų rugsėjo mėnesį prasidėjo pirmieji mokyklų renovacijos projektai Vilniuje ir Kaune. Nuo 2001 m. vykdomos Mokslo ir studijų įstaigų renovavimo, rekonstravimo programos, tokia programa parengta ir 2007–2009 metams. Programos tikslas – atnaujinti mokslo ir studijų institucijų pastatus, užtikrinti jų atitiktį esminiams statinio reikalavimams, padidinti pastatų energetinį naudingumą, pagerinti mokslo ir studijų proceso kokybę, patalpų naudojimo ir priežiūros sąlygas. Programos uždaviniai – rekonstruoti pastatų statybines konstrukcijas ir inžinerines sistemas; modernizuoti pastatų energetinį ūkį; užtikrinti patalpų atitiktį Statybos techninių reglamentų ir Higienos normų reikalavimams; sumažinti išlaidas pastatų naudojimui, priežiūrai ir užtikrinti veiksmingą valstybės lėšų naudojimą; atnaujinti ir modernizuoti pastatus, gerinti jų energetines charakteristikas [6].

Valstybės institucijų pastatų energijos taupymo investicijų programa buvo siekiama: padidinti energijos vartojimo efektyvumą visuomeninės paskirties pastatuose, sumažinti išlaidas energijai ir skatinti investicijas į energijos taupymo priemones. Programos lėšos skirtos aukštųjų mokyklų bendrabučių, sveikatos priežiūros įstaigų ir valstybės įstaigoms priklausančių administracinių pastatų atnaujinimui.

Energijos taupymo būste demonstracinis (ETBD) projektas buvo įgyvendintas 1996–2004 metais. Jis buvo finansuojamas Europos rekonstrukcijos ir plėtros banko (ERPB) paskolos ir valstybės lėšomis. Šį projektą taip pat finansiskai rėmė Danijos ir Olandijos vyriausybės. ETBD projekte dalyvaujančios daugiabučių namų savininkų bendrijos ir individualių namų savininkai galėjo gauti lengvatines paskolas energijos taupymo priemonių įgyvendinimui finansuoti. Bendra investicijų suma yra daugiau kaip 70 mln. Lt. Įgyvendinus energiją taupančias priemones, projekte dalyvavusiuose daugiabučiuose namuose energijos suvartojimas sumažėjo vidutiniškai 24 % kai kuriais atvejais, įgyvendinus didesnės apimties projektus, – daugiau kaip 50 % [7].

Gyvenamųjų daugiabučių namų atnaujinimo projektas „Atnaujinkime būstą – atnaujinkime miestą“ parengtas pagal Lietuvos būsto strategiją [8]. Lietuvos būsto strategija buvo parengta su Pasaulio banku, Japonijos Vyriausybės, Šiaurės valstybių Ministrų tarybos parama, naudojantis užsienio ir Lietuvos konsultantų atliktomis analitinėmis studijomis, kuriose analizuojama

esama būsto situacija ir įgyvendinamos būsto programos. Rengiant strategiją buvo laikomasi darnaus vystymosi, subsidiarumo, plačios partnerystės ir socialinio teisingumo principų, orientuojamasi į ES valstybių būsto modelį, kuriam būdinga būsto tipų, standartų ir nuosavybės valdymo formų įvairovė, gyventojų mobilumas.

Šios programos aktualumą nulėmė tai, kad šalies ekonominė – socialinė būklė, žmonių išlaidos yra tiesiogiai susijusios su išigyjama nauju, tinkamai prižiūrimu jau turimu būstu, jo atnaujinimu ar modernizavimu. Programos „Atnaujinkime būstą – atnaujinkime miestą“ tikslas – atnaujinti ir modernizuoti būstą bei gyvenamąją aplinką [9].

Įvairios organizacijos dalyvauja Europos Sąjungos remiamuose projektuose.

Viena iš pastatų atnaujinimo projektų grupių, tai ES 6-osios bendrosios programos Eko-pastatai, grupė. Šiuo metu vykdomi keturi Eko-pastatų projektai: „BRITA in PuBS“, „SARA“, „DEMOHOUSE“, „ECO-CULTURE“ [10]. Kiekvieną iš jų aptarsime plačiau.

Projektas „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ (Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings – BRITA in PuBs) – tai ES remiamas tiriamasis ir demonstracinis projektas. Šiuo projektu siekiama padidinti novatoriškų ir efektyvių renovacijos sprendimų skverbimąsi į rinką, kad su nedidelėmis papildomomis išlaidomis būtų galima padidinti energijos veiksmingumą ir aprūpinti atsinaujinančiais ištekliais [11–13].

Projekto „Darnios architektūros taikymas visuomeniniams pastatams“ (Sustainable Architecture Applied to Replicable Public Access Buildings – SARA) tikslas – projektuoti tiek ekonominiu, tiek energijos vartojimo požiūriu darnius visuomeninius eko-pastatus. Eko-pastatuose turėtų būti įrengtos energijos taupymo technologijos, integruotos inovatyviu architektūriniu būdu ir sujungtos su stebėsenos bei pastatų valdymo sistemomis.

Projektas „SARA“ apima 7 demonstracinius aukšto subalansuotumo lygio visuomeninius pastatus šešiose Europos Sąjungos šalyse (Austrijoje, Prancūzijoje, Italijoje, Slovėnijoje, Ispanijoje ir Jungtinėje Karalystėje) ir Uzbekistane. Vokietijos mokslinių tyrimų centras taip pat įtrauktas į projektą. Iš viso šiame projekte yra 15 dalyvių [14–16].

Pagrindiniai projekto aspektai inovatyvios ir efektyvios technologijos, pastato naudotojų nuomonės svarba ir daugelio sričių specialistų bendras darbas. Šiuos aspektus taikant įvairiuose skirtingo klimato regionuose, laukiama naudos įvairioms socialinėms grupėms, miestui ir aplinkai. Vėliau projektas turėtų prisidėti prie Europos Sąjungos energijos politikos ir įstatymų kūrimo, kas turėtų paspartinti inovatyvių technologijų skverbimąsi į pastatų atnaujinimo rinką. Demonstracinė projekto dalis apima integruotą projekto planavimą, aktyvių ir pasyvių saulės sistemų panaudojimą, taip pat atsinaujinančios energijos technologijas ir pastatų energijos valdymo sistemas. Pastatai atitiks direktyvos dėl energetinio pastatų naudingumo reikalavimus ir projektu išsipareigojama

pasiekti 30 % mažesnę energijos sunaudojimą su nedidesnėmis nei 5 % papildomomis išlaidomis lyginant su įprastiniais pastatais kiekvienoje šalyje. Papildomos išlaidos kiekviename pastate atsiranda dėl ekologiniu požiūriu darnesnės architektūrinės patirties taikymo ir darnių technologijų naudojimo, energetiniu požiūriu efektyvaus apšiltinimo, taip pat dėl atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimo ir automatizuotų energijos valdymo sistemų taikymo. Vykdamas „SARA“ projektą sėkmingai didinamas tarpdisciplininis bendradarbiavimas [16].

Projekto „Demonstracinis namas: projektavimo ir valdymo galimybės gyvenamiesiems pastatams“ (DEMOHOUSE: Design and Management Options for Housing) idėja – pristatyti sveikatos, ekonominiu, energijos naudojimo ir darnios plėtros požiūriu efektyvią renovaciją ir rekonstrukciją Europoje. Projekte dalyvauja tokios šalys: Austrija, Danija, Graikija, Vengrija, Olandija, Lenkija ir Ispanija. Projekto tikslas plėtoti minimalius standartus ir rekomendacijas, susijusius su anksčiau minėtomis temomis ir priimti faktinį susitarimą dėl kokybės šioje srityje.

Tradicinius renovuojamus pastatus lyginant su dar statomais pastatais, efektyvaus energijos naudojimo ir subalansuotumo įgyvendinimas yra ribotas. Pirmiausiai turėtų būti paminėtos techninės kliūtys: jau egzistuojantys pastatai turi tokius fizinius apribojimus. Taip pat turėtų būti paminėtos socialinės – ekonominės kliūtys: gyventojai ne visada nori ar yra pajėgūs mokėti už energiją taupančias technologijas. Ir paskutinė, bet ne pati mažiausia kliūtis: organizuoti energiją taupančių technologijų įrengimą pastatuose yra sudėtinga [17, 18].

Projektu „EKO-kultūra“ (ECO-CULTURE: Demonstration and Dissemination of ECO-Concepts for High Performance European Cultural Buildings) siekiama demonstruoti energetiniu požiūriu efektyvias technologijas integruotas į tris kultūrinės paskirties eko-pastatus. Šie pastatai tai: Danijos karališkasis teatras Kopenhagoje (Danija), Amsterdamo biblioteka (Olandija) ir naujasis Operos teatras Osle (Norvegija).

Šio projekto tikslas: sumažinti kondicionavimo energijos sunaudojimą ir CO₂ dujų išskyrimą susijusį su kondicionavimu 75–80 %, sumažinti energijos sunaudojamos šildymui ir šio proceso metu išskiriamų CO₂ dujų išskyrimą 35–50 %, sumažinti energijos naudojamos ventiliacijai ir jos metu išskiriamų CO₂ dujų išskyrimą 35–50 %, naudoti atinaujinančios energijos šaltinius tokius kaip jūros, požeminis vanduo ir saulės energija, taikyti intelektualias kontroliavimo priemones, siekiant maksimalaus šių technologijų panaudojimo [19–21].

2.3. Darnos principai renovuojant pastatus

Energijos poreikiai dabartiniame pasaulyje auga labai greitai, ir tai yra viena iš pagrindinių priežasčių kodėl turi būti siekiama darnaus pastatų atnaujinimo.

Dėl ribotų neatsinaujinančios energijos išteklių, ir vis didėjančio šiltnamio efekto bei globalinį klimato atšilimą galinčių sukelti dujų išmetimo, teigiama, kad darnios energijos sistemos negalimos vien tik pakeičiant neatsinaujinančius išteklius atsinaujinančiais. Tam taip pat reikia bendro dabartinės energijos vartojimo mažinimo, visų pirmiausiai pramoninėse šalyse [22–25].

Darnaus atnaujinimo klausimai metai iš metų sprendžiami įvairiose Europos šalyse, o ypač: Austrijoje, Šveicarijoje, Vokietijoje ir Olandijoje. Skandinavijos šalyse netgi yra paruoštos įvairios darnaus integruoto pastatų atnaujinimo strategijos [25].

Darni statyba sujungia rimtą, aplinkosauginiu požiūriu patikimą praktiką į vieną metodą, apimančią pastato ar statomo projekto aplinkosaugos, ekonominius ir socialinius tikslus kaip visumą. Projektavimas pagal darnos principus apima tokius plačius klausimus: efektyvų energijos ir vandens resursų valdymą, materialinių resursų ir atliekų tvarkymą, aplinkos kokybės apsaugą, natūralių sistemų papildymą ir projektavimo būdo integravimą.

Darnos principų pritaikymo statyboje tikslas yra parodyti išsipareigojimus ekologiniam, ekonominiam ir socialiniam valdymui, sumažinti savininkų išlaidas sumažinant eksploatacines išlaidas. Kitas subalansuotų elementų pritaikymo pastatų renovacijoje tikslas yra suteikti sveiką darbo aplinką darbuotojams ir lankytojams [4].

Kaip teigia Sobotka ir Wyatt, pastatų atnaujinimo sektorius privalo remtis darnios plėtros taisyklėmis, o jos turi būti taikomos per visą pastato gyvavimo ciklą, pradedant žaliavomis pastatų statybai, jų gavyba, ir baigiant pastato nugriovimu [26].

Sunikka daro išvadą, kad didelis potencialas darniems pastatams ir CO₂ mažinimui yra egzistuojančių gyvenamųjų pastatų valdymas [27]. Papadopoulos ir kt. [28], Gorgolewski [29], Hong ir kt. [30] teigia, kad energijos požiūriu efektyvus egzistuojančių pastatų atnaujinimas yra svarbi priemonė energijos vartojimo mažinimui pastatų sektoriuje, o vidaus patalpų terminio komforto gerinimas ir aplinkos kokybės gerinimas yra svarbus ir miestų rajonams. Tuo pačiu šie autoriai iškelia ir technines, ekonomines bei socialines problemas, kurios buvo užkoduotos jau statant miestus.

Pastaruoju metu taip pat daug dėmesio skiriama darniam, kompleksiniam pastatų atnaujinimui, tenkinat įvairių suinteresuotų grupių socialinius, techninius, ekonominius ir ekologinius poreikius. Sobotka ir Wyatt darnios plėtros principus taiko atnaujinant blokinius gyvenamuosius namus [26]. Keeping ir Shiers nagrinėja aplinkai draugišką „žalią“ komercinių pastatų atnaujinimą [31], Kincaid apžvelgia pastatų ir infrastruktūros potencialą darniems miestams [32].

Baldwin remdamasis Jungtinėje Karalystėje paruoštu dokumentu, kuriame nagrinėjami darnios plėtros indikatoriai, išskiria tokius pagrindinius uždavinius siekiant darnių pastatų [33]:

1. Klimato kaitos, rizikos žmonių sveikatai ir biodegradacijos grėsmės dėl ekonominės veiklos mažinimo turėtų būti siekiama:

- mažinant CO₂ dujų, kurios susijusios su energijos naudojimu pastatuose, išskyrimą į aplinką;
- mažinant cheminių junginių, kurie sąlygoja ozono sluoksnio plonėjimą, išskyrimą;
- atliekų kiekių mažinimas: perdirbant arba dar kartą panaudojant statybines medžiagas, renkant ir rūšiuojant atliekas, tokias kaip popierius ir plastikas, šalinant arba mažinant atliekas statybos aikštelėse;
- rūpinantis flora ir fauna įrengiant ekologiškas statybos aikšteles, statant pastatus mažos ekologinės vertės teritorijose, pakeičiant pastatų funkcijas pritaikant juos naujam naudojimui;
- rūpinantis vidaus patalpų mikroklimatu, šalinant įtakos sveikatai riziką, įrengiant geresnes ventiliacijos sistemas, mažinti kvėpavimo takų susirgimų apimtį, vengiant kenksmingų statybinių medžiagų naudojimo, mažinant triukšmą ir t. t.;
- saugantis radioaktyvumo.

2. Optimalus neatsinaujinančių išteklių naudojimas, t. y. energijos, žemės, mineralų ir kitų natūralių išteklių.

3. Atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas, tokių kaip saulės energija pastatų šildymui, vėjas ir vanduo energijos kaupimui. Medieną naudoti kaip pagrindinę statybinę medžiagą.

4. Statyti pastatus, kad jie būtų ilgaamžiai, komfortabilūs.

Pagal Keeping ir Shiers „žaliojo atnaujinimo“ nauda yra [31]:

- mažesnės išlaidos už energiją, nes po pastatų atnaujinimui naudojami paprastesni mažiau energijos naudojantys šildymo įrenginiai;
- mažesnės pastatų ūkio valdymo išlaidos, nes po pastatų atnaujinimo paprastesnis aptarnavimas ir pigesnis įrenginių taisymas bei remontas;
- „sveikesni“ pastatai.

Sitar ir kt. pabrėžia tokius integruoto darnaus pastatų atnaujinimo principus [34]:

- gyvenimo kokybės gerinimas, viso pastato ir jo atskirų dalių koncepcijos gerinimas, atsižvelgiant į dabarties ir ateities pastato naudotojų poreikius;
- energijos suvartojimo ir pastato eksploatacijos išlaidų mažinimas;
- ekonomiškai pagrįstas ir inovatyvus planavimas.

Darnus atnaujinimas yra daugiausiai susijęs su pastato gyvavimo ciklo techniniais, ekologiniais aspektais. Neabejotinai tai apima ir socialinius (sveikas pastatas ir t. t.), ekonominius (energijos tausojimas, mažos pastatų ūkio valdymo

išlaidos ir t. t.) aspektus. Visų šių aspektų integravimas išbaigia darnios plėtros koncepciją. Darnios renovacijos koncepcija teigia, kad turi būti integruoti visi įmanomi ekonominiai, socialiniai ir aplinkos aspektai, tai daro darnų pastatų atnaujinimą sudėtingu. Dėl to sprendimų priėmimo palengvinimui pasitelkiami nauji technologiniai metodai: Adeli taiko ekspertinius metodus statyboje [35], Henket siūlo teorinį keleto pakopų sprendimų priėmimo modelį [36], Reddy ir kt. – karkaso sandara pagrįstą sprendimų priėmimo modelį pastatų atnaujinimui [37], Rosenfiels ir kt., Shohet, Levy ir Shohet – pusiau automatinį renovacijos alternatyvų parinkimo modelį [38, 39].

Sprendimų priėmimui taikomi ir daugiakriterinės analizės metodai. Pavyzdžiui, Alanne siūlo daugiakriterinį modelį, padedantį projektuotojams pasirinkti geriausias renovacijos alternatyvas konceptualioje atnaujinimo projekto stadijoje [40], Dascalaki ir Balaras – naują XENIOS metodiką, kuri padeda įvertinti atnaujinimo scenarijus taikant atsinaujinančios energijos technologijas viešbučių sektoriuje [41]. Daugiakriterinių metodų teorijos ir praktinio taikymo klausimus statyboje nagrinėja ir Zavadskas ir kt. [42–45], Kaklauskas ir kt. [46–48], Antuchevičienė ir kt. [49], Šaparauskas ir Turskis [50], Banaitienė ir kt. [51]. Minėti autoriai daugiakriterinės analizės metodus pritaiko priimant įvairius sprendimus. Pavyzdžiui, pastatų atnaujinamo pastato konstruktyvų elementų ir inžinierinių sistemų alternatyvų palyginimui, naudingumo laipsnio skaičiavimui, viso pastato renovacijos variantiniam projektavimui, rinkos vertės nustatymui, pastato gyvavimo proceso analizei.

Literatūroje siūloma daug darnaus pastatų atnaujinimo modelių. Tipiškiausias metodas, modelių kūrimas, kuriuose plėtojama energijos požiūriu efektyvi renovacija, pasitelkiant naujas medžiagas ir testuojant naujas technologijas.

Siller ir kt. pristato modelį aprašydamas laikiną Šveicarijos pastatų rinkos augimą ir energijos poreikius [52]. Pastatų rinka apibūdinama energijos poreikį charakterizuojančiu plotu, kuris yra efektyvaus šildomo ploto matas. Renovacijos modelyje kiekvienam pastatui nustatoma renovacijos eilės tvarka, kurią nulemia atnaujinimo periodas ir įvykdytų atnaujinimo projektų skaičius. Sitar pasiūlė daugiabučių namų darnios renovacijos modelį. Modelyje nagrinėjamos architektūrinio projektavimo, atnaujinimo technologijų ir energijos efektyvumo pastatų šildymui sąsajos [34]. Flier ir Thomsen pristato analitinį modelį, kuris prasideda renovacijos apibrėžimu. Atnaujinimas apibrėžiamas, kaip pastato ar projekto (produkto) fizinių, funkcinių, finansinių, architektūrinių ir ekologinių charakteristikų keitimas, siekiant visapusiško ir naudingo pastato gyvavimo trukmės pailginimo. Tai vykdoma dviem žingsniais: pirmasis – pradinės situacijos, projekto dalyvių tikslų ir uždavinių, atnaujinimo proceso ir produktų aprašymas. Antrasis žingsnis – rezultatų vertinimas, analizuojant proceso ir produkto efektyvumą, bei pagrįstumą [53]. Caccavelli ir Gugerli pristato biurų atnaujinimo sprendimo priėmimo modelį, kuris buvo sukurtas

vykdant „TOBUS“ projektą [54]. Modelis apima pastato tipą, įvairių duomenų analizę, atnaujinimo arba modernizavimo alternatyvų parinkimą, sprendimų priėmimo procesą, veiksmų planą, atnaujinimo strategijos kūrimą ir įgyvendinimo pakopas.

Kiti darnios renovacijos modeliai yra grindžiami pastato gyvavimo ciklo analize ir išlaidų valdymu. Pavyzdžiui, projekte „SAVE“ nagrinėjamas integruotas pastatų atnaujinimo proceso planavimas, tuo pačiu atsižvelgiant į visų pastato gyvavimo išlaidų ekonominį optimizavimą. Integruotas planavimas yra apibrėžiamas kaip planavimas didžiausią dėmesį kreipiant į pastato gyvavimo išlaidas, tačiau atsižvelgiant ir į papildomus kokybės kriterijus, kurie priklauso nuo investitoriaus prioritetų [55, 56].

Apibendrintai galima būti pasakyti, kad darnus pastatų atnaujinimas yra svarbus šių dienų klausimas ir daug mokslininkų jį nagrinėja. Taip pat ir Europos komisija skatina šio klausimo nagrinėjimą, organizuoja įvairias iniciatyvas. Darnus pastatų atnaujinimas plačiai nagrinėjamas literatūroje, kuriami įvairūs modeliai ir metodai, siūlomi sprendimų priėmimo metodai ir priemonės. Tačiau atlikta literatūros analizė parodė, kad dažnai sureikšminami darnos reikalavimai naujai statybai, rekonstrukcijos darbus paliekant antrame plane. Tai prieštarauja vienai iš darnaus vystymosi krypčių, kuri skatina kiek galima mažiau didinti urbanizacijos augimo tempus, pagal galimybes pertvarkant ir naudojant esamus pastatus, pratęsiant jų gyvavimo laiką.

2.4. Energijos taupymo svarba atnaujinant pastatus

Pastatų atnaujinimo sprendimus įtakoja labai daug įvairių faktorių. Šie faktoriai yra mikroygio: pastato nusidėvėjimas, jo senėjimas, patalpų kokybė, naujos technologijos, mažesnės kuro išlaidos namų ūkiams, nauda sveikatai – mažiau ligų, susijusių su šalčiu ir drėgme, bei makroygio: nauda aplinkai – mažesnis užteršimas, ribotų gamtinių išteklių taupymas, socialinė nauda – augantis socialinis teisingumas, gerėjanti žmonių sveikata, ekonominė nauda – augantis užimtumas, gerovės kūrimas ir t. t. [56].

Pagrindinė pastatų renovavimo kryptis – energijos taupymas, taupymo būdai; energijos sąnaudų mažinimas; aplinką teršiančių veiksnių poveikio mažinimas; pastatų eksploatavimo – savininko išlaidų – minimizavimas; pastato gyvavimo laikotarpio prailginimas; gyvenamojo fondo atnaujinimas; pastatų fasadų architektūros atnaujinimas.

ES teisės aktai reglamentuojantys energijos taupymą

ES teisės aktai tampa oficialūs kuomet yra patvirtinami Parlamente prieš tai praėjus išsamią parengimo ir derinimo procedūrą, kuriai vadovauja Komisija kartu su atitinkamais šalių narių deleguotais atstovais. Direktyva yra juridinė gija siejanti šalis nares. Direktyva nebūtinai turi apimti išsamių poveikio priemonių

reglamentavimą teisės normose, šalims narėms paliekama sprendimo laisvė pritaikyti įpareigojančius veiksmus savo nacionalinės teisėtvarkos sistemoje.

Kiti dokumentai kurie neturi formalaus ir įpareigojančio statuso šalims narėms yra rengiami ir tvirtinami Komisijos. Tokiuose dokumentuose yra reglamentuojami ir sprendžiami Europos Sąjungos politikos įgyvendinimo klausimai. Daugelis tokių dokumentų, susijusių su energijos taupymu ir efektyvumu, yra patvirtinti [57].

Žaliosios knygos yra svarstomojo (diskusijų) lygio dokumentai, patvirtinti Komisijos tam tikroms specifinėms politikos sritims. Tai yra pirminiai dokumentai skirti suinteresuotoms šalims, organizacijoms, asmenims, kurie kviečiami dalyvauti derybų ir debatų procesuose. Konsultacijos yra prieinamos Europos balso interneto svetainėje [58].

Baltosios knygos yra dokumentai apimantys pasiūlymus Bendrijos veiksmams tam tikroje ūkio srityse. Kartais jie būna parengiami Žaliųjų knygų, išleistų pradėti konsultavimo procesus Europos lygmenyje, pasekmėje. Jeigu Žaliosiose knygose dėstomos idėjų, kurios pristatomos viešosioms diskusijoms ir debatams, Baltoji Knyga apima formalų pasiūlymų išdėstymą tam tikroms ūkio sritims ir yra naudojama kaip varomasis mechanizmas tolimesniam jų plėtojimui [57].

Energijos Efektyvumo Žaliojoje Knygoje pristatomi strateginiai tikslai iki 2020 metų 20 % pagerinti energijos vartojimo efektyvumą lyginant su dabartine padėtimi. Šių tikslų realizavimo pasekoje bus sutaupyta 60 mlrd. Eur. energetinių kaštų ir iki 1 mln. darbo vietų visame ES regione. Atsižvelgiant į teršalų emisijų mažinimo tikslus, 50 % šio tikslo gali būti pasiekta šiuo būdu [59].

Žaliojoje knygoje išvardinamos finansinės priežastys, kurios formuluojamos kaip turimi nugalėti iššūkiai siekiant efektyvumo tikslų: nepakankamo reguliavimo veiksmai, rinkos proceso trūkumas energijos efektyvumo, skaidrios ir sąnaudų pagrįstumą atitinkančios kainodaros, informacijos viešinimo ir mokymų srityse. Žaliojoje knygoje numatytos priemonės įvairiuose veiksmų lygiuose: Europos, nacionaliniame, regioniniame ir vietiniame, pramonės, vartotojų ir platesnėje tarptautinėje erdvėje. Visa tai turėtų būti išsamiai reglamentuota veiksmų plane. Europos Komisijos darbo programoje numatyta nagrinėti naująjį Energijos efektyvumo priemonių veiksmų planą [58, 59].

Europos Sąjungoje yra patvirtintos atskiros energijos suvartojimo ženklavimo direktyvos kiekvienai įrenginių grupei: buitiniams įrengimams (92/75/EC), karšto vandens ruošimo katilų našumams (92/42/EC), šaldymo kameroms ir šaldytuvams (96/57/EC), liuminescencinio apšvietimo balastiniams įtaisams (2000/55/EC).

Šios direktyvos numato informacijos apie minėtų įrengimų energijos efektyvumą pateikimo sistemą, bet nenustato jiems kontrolinių efektyvumo skaičių, tam kad būtų sukurtos sąlygos laisvam prekių judėjimui Europos Sąjungos teritorijoje bei geriau įsisavintos energijos taupymo galimybės.

Pastatų energinio naudingumo direktyva (2002/91/EC) Pagrindinis Pastatų energinio naudingumo direktyvos tikslas užtikrinti, kad statybos standartais visoje Europoje būtų siekiama kuo labiau sumažinti energijos suvartojimą pastatuose. Direktyvoje nustatomi reikalavimai energijos poreikio pastatuose skaičiavimams atlikti, supažindinama su energetinių sertifikatų sistema ir nuolatinės katilų bei oro kondicionavimo įrenginių priežiūros tvarka. Remiantis šiais teisės aktais:

- visoje Europos Sąjungoje bus taikoma bendra pastatų energinio naudingumo skaičiavimo metodika, atsižvelgiant į vietinės klimato sąlygas;
- šalys narės nustatys minimalias pastatų energetinių charakteristikų normas, kurios bus taikomos naujai statomiems namams, bei iš pagrindų atnaujinamiems esamiems pastatams;
- pastatų sertifikavimo sistema sudarys galimybės akivaizdžiai vertinti energijos suvartojimo lygį tiek pastatų savininkams, nuomotojams bei vartotojams.

Didesni nei minimalaus dydžio katilai ir oro kondicionavimo sistemos turės būti nuolatos tikrinami, kad nustatyti energijos efektyvumo vartojimo bei šiltnamio dujų efektą sukeliančių emisijų lygį.

Šalys narės turės taikyti pastatų energinio naudingumo skaičiavimo metodiką atsižvelgiant į direktyvos priede nustatytą bendrą sistemą. Pastatų energinio naudingumo vertinime turi būti įtrauktas CO₂ rodiklio matmuo.

Remiantis metodikos nuostatomis turėtų būti nustatomi minimalūs pastatų energinio naudingumo reikalavimai. Šie reikalavimai gali būti skirtingi priklausomai nuo pastatų grupės. Turi būti atkreiptas dėmesys ir įvertintos normos tinkamoms patalpų vidaus klimato sąlygoms pasiekti. Naujai statomiems pastatams didesniems kaip 1000 m² bendrojo ploto jau projektavimo stadijoje (prieš pradėdant statybos darbus) turi būti įvertintos galimybės alternatyvaus šilumos tiekimo būdai įrengti. Renovuojant esamus pastatus energijos naudingumo charakteristikos turi atitikti minimalius reikalavimus. Šalys narės teisės aktais turi užtikrinti, jog statant, parduodant ar išnuomojant pastatus, energijos naudingumo sertifikatas yra tinkamai išduotas. Sertifikate turi būti nurodomi pastato charakteringi dydžiai bei surašytos rekomendacijos energijos naudingumo ekonominėms gerinimo priemonėms įdiegti. Visuomeniniuose pastatuose energijos naudingumo sertifikatas turi būti iškabintas visiems gerai matomoje vietoje [3].

Direktyva dėl galutinio energijos vartojimo efektyvumo ir energijos paslaugų (2006/32/EC). Šios direktyvos uždavinys nustatyti tikslus, iniciatyvas bei sukurti institucines, finansines ir teisineis sistemas bei energijos paslaugų rinką, kurioje būtų siūloma naudotis energijos taupymo programomis ir kitomis priemonėmis tam, kad galutiniai vartotojai energiją vartotų kuo efektyviau ir ekonomiškiau. Šios direktyvos nuostatos taikomos energijos efektyvumo

gerinimo priemonių tiekėjams, energijos paskirstytojams, skirstymo sistemų operatoriams, energijos prekybos kompanijoms ir galutiniams vartotojams. Direktyva reikalauja šalims narėms imtis veiksmų, įgyvendinant direktyvos tikslus, priklausomai nuo šių veiksmų daromų rezultatų galutiniams energijos vartotojams. Direktyvoje taip pat numatyta pilnai atsižvelgiant į energetikos sektoriaus rinkos dalyvių nacionalinius organizavimo principus ir siekiant paspartinti energijos paslaugų ir energijos efektyvumo gerinimo priemonių įdiegimą, šalys narės turi galimybę įpareigoti energijos skirstymo įmones, skirstymo sistemos operatorius bei energijos prekybos kompanijas arba, kur įmanoma, du arba visus rinkos dalyvius, teikti tokias paslaugas ir dalyvauti šių priemonių įgyvendinimo procese [60].

Gaminių ekologinio projektavimo reikalavimų direktyva (2005/32/EB). Nustatyta, kad virš 80 % visų su gamyba susijusių aplinkosauginių poveikių apskaičiuojami gamybos projektavimo stadijos metu. Aplinkosauginių priemonių integravimas kuo ankstesnėje gamybos plėtos stadijoje smarkiai įtakoja produktų gerinimo galimybių įsisavinimui.

Šios direktyvos tikslas užtikrinti laisvą energijos vartojimo prekių judėjimą Europos Sąjungos teritorijoje, gerinti visapusišką produkto poveikio aplinkai lygį, ir apsaugoti gamintojų ir vartotojų interesus ekologinio projektavimo srityje [61].

Lietuvos Respublikos teisės aktai

Lietuvos Respublikos Energetikos įstatymas reglamentuoja: bendrą energetikos veiklą, efektyvų energijos ir energijos išteklių vartojimą, energetikos reguliavimą ir valdymą, darbuotojų kompetencijos didinimą, energetikos plėtojimą.

Nacionalinė energetikos strategija nustato plėtos kryptis 20 metų. Strategija numato: nuolat didinti energetikos sektoriaus veiklos efektyvumą, tikslinti ir atnaujinti Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo programą, teisiskai sureguliuoti ES direktyvų reikalavimus efektyvaus energijos ir energijos išteklių vartojimo srityse.

Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa buvo atnaujinama derinant ją su ES direktyvomis ir kitų tarptautinių dokumentų reikalavimais bei atsižvelgiant į Lietuvos ekonomikos padėtį bei vystymosi prognozes ir pokyčius ekonomikoje bei energijos suvartojime. Ši programa pristatyta Vyriausybės Strateginio planavimo komitete. Programoje atliktais skaičiavimais nustatyta, kad įdiegus šalyje pirmaeilės energijos išteklių ir energijos taupymo priemones, galima sutaupyti apie 20–50 % suvartojamų energijos išteklių. Didžioji dalis energijos yra suvartojama gyvenamajame, komerciniame ir aptarnavimo sektoriuose, todėl šiuose sektoriuose energijos gali būti sutaupyta daugiausia. Įgyvendinant programą per 20–25 m. tikimasi sutaupyti apie 25–30 %. dabar suvartojamų importuojamų energijos išteklių, o apie 8–9 % šių išteklių galima būtų pakeisti vietiniais ir atsinaujinančiais

energijos ištekliais. Numatoma, kad 2010 m. atsinaujinantys energijos ištekliai sudarys iki 12 % šalies pirminės energijos balanso, o elektros energijos, gaminamos iš atsinaujinančių energijos išteklių, dalis pagal sutartinius su Europos Sąjunga įsipareigojimus iki 2010 m. turi sudaryti 7 % visos šalyje suvartojamos elektros energijos. 2006–2010 m. laikotarpiu įgyvendinant šią tarpinstitucinę programą kaip ir anksčiau bus vykdomos organizacinės, teisinės, ekonominės, technologijų tobulinimo ir įdiegimo, taikomųjų mokslinių tyrimų, visuomenės švietimo ir informavimo priemonės energijos išteklių ir energijos vartojimo efektyvumui didinti. Programa užtikrins Europos Sąjungos direktyvų ir kitų energijos vartojimo efektyvumo didinimo ir atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo srities tarptautinių dokumentų reikalavimų įgyvendinimą. Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo programa ir jos įgyvendinimo priemonės tvirtinamos kas penkerius metus [62, 63].

2.5. Internetinė sprendimų parama pastatų atnaujinimui

Visos sprendimų paramos sistemos patenka į dirbtinio intelekto sritį. Tokios sistemos kaupia duomenis ir žinias iš įvairių šaltinių, juos apdoroja, skaičiuoja, projektuoja, valdo, moko specialistus, diagnozuoja įrengimų ir sudėtingų sistemų pakitimus, gedimus ir trūkumus, naudojamos didžiules duomenų ir žinių bazes konsultuoja sprendimų priėmėjus, padeda prognozuoti ateitį, planuoti verslą, atlieka analizę ir padeda priimti racionalius sprendimus, teikia išvadas, patarimus ir rekomendacijas, padeda efektyviai vesti derybas, geriau tenkinti vartotojų poreikius [56].

2.5.1. Internetinės intelektualios technologijos pastatų atnaujinimui

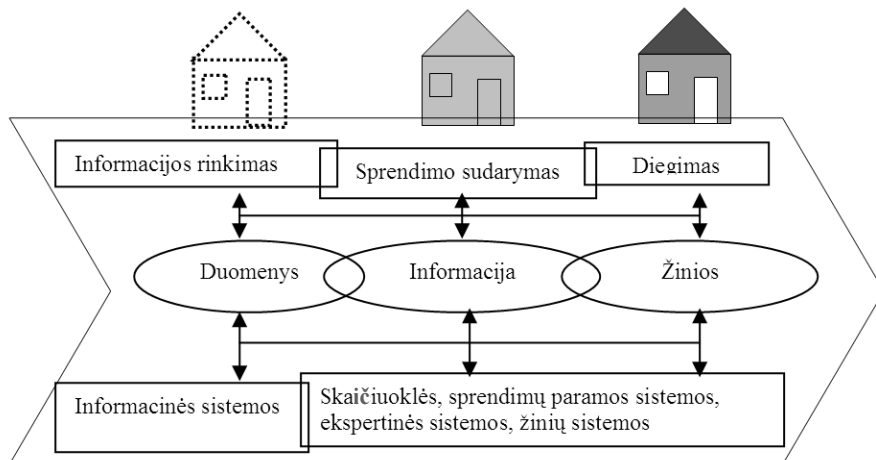
Pagrindinės pastatų atnaujinimu užsiimančios šalys gali naudoti skaičiuokles, analizatorius, programinę įrangą, ekspertines ir sprendimų priėmimo sistemas, neuroninius tinklus ir t. t. [56].

Remiantis Damen, sudaroma schema, kokios informacinės intelektualiosios sistemos naudojamos skirtingose atnaujinimo projekto stadijose (2.1 pav.).

Internetinės skaičiuoklės

Skaiciuoklė – tai programinė įranga, kuri naudojama matematiniams skaičiavimams atlikti. Skaiciuoklės būna įvairios: nuo pigios programinės įrangos, galinčios atlikti pagrindinius aritmetinius veiksmus, iki tokios įrangos, kuri gali atlikti sudėtingus matematinius ir statistinius skaičiavimus, ar tokios, kuri gali būti užprogramuota atlikti daugybę įvairių žingsnių [56].

Internetiniuose puslapiuose randamas pastatų atnaujinimo skaičiuoklės būtų galima suskirstyti į tokias grupes:



2.1 pav. *Intelektualiųjų technologijų poreikis skirtinguose pastatų atnaujinimo lygmenyse*

- Išlaidų renovacijos projektui skaičiuoklė. Pasirinkus renovacijos projekto kategoriją skaičiuoklė nustato išlaidas ir atsipirkimo sumą tam tikram renovacijos projektui [64].
- Medžiagų reikalingų renovacijos projektui atlikti skaičiuoklės. Kai ruošiamasi atnaujinimo darbams, naudinga žinoti, kiek reikės medžiagų. Internetu galima rasti skirtingas skaičiuokles skirtas apskaičiuoti medžiagų kiekius reikalingus stogo dengimui, sienų dažymui, grindų klojimui. Nurodžius norimą atnaujinti plotą, pasirinkus medžiagų, norimų naudoti renovacijai tipą, skaičiuoklė apskaičiuoja, kiek toks renovacijos projektas galėtų kainuoti [65, 66].
- Šildymo, vėdinimo, kondicionavimo ir apšvietimo skaičiuoklės. Šio tipo skaičiuoklių galima rasti labai įvairių. Šildymo sistemos kuro skaičiuoklė gali palyginti dviejų šildymo sistemų metines darbo valandas, remiantis šildytuvo efektyvumu, paskirstymo sistema, šildymo kuro kaina tam tikroje vietovėje [67]. Oro kondicionavimo sistemų efektyvumo palyginimo skaičiuoklė lygina dviejų skirtingų kondicionavimo sistemų darbo išlaidas [67]. Apšvietimo skaičiuoklė nustato ir analizuoja apšvietimo sąnaudų sumažinimo galimybes. Ši skaičiuoklė vertina metinius kaštus, tenkančius apšviečiamai patalpai naudojant šviesos įrenginius. Vėdinimo skaičiuoklė tiria lauko oro tiekimą patalpos vėdinimui.

- Patogumo skaičiuoklė analizuoja šiluminį patogumą ir apskaičiuoja optimalią temperatūrą. Greitai įvertina esamos patalpos komfortą, paskui rekomenduoja optimalią oro temperatūrą, kad užtikrintų gyventojams kuo geresnes sąlygas [68].
- Efektyvaus energijos naudojimo skaičiuoklės. Tokio tipo skaičiuoklės galima rasti tiek Lietuvos, tiek užsienio internetiniuose puslapiuose, kai tuo tarpu anksčiau minėtas skaičiuoklės buvo galima rasti tik užsienio puslapiuose. Siekiant palengvinti priimti sprendimą dėl namo renovacijos, bendromis Danijos ir Lietuvos būsto agentūros specialistų jėgomis, buvo sukurta energijos taupymo priemonių būste skaičiuoklė. Ji skirta naudotis norint nustatyti orientacinius šiluminės energijos sutaupymus, renovuojant pastatus. Norint taupyti energiją, būtina rekonstruoti esamas šildymo sistemas, apšiltinti sienas, stogus, sutvarkyti langus, įrengti energijos apskaitos ir reguliavimo prietaisus. Skaičiuoklės skaičiavimuose naudojamos vidutinės apibendrintos dydžių reikšmės, todėl ir rezultatai parodo bendrąsias tendencijas [69].
- Atsinaujinančios energijos panaudojimo skaičiuoklės. Dažnai tokio tipo skaičiuoklės lygina paprastas sistemas su sistemomis, kurios naudoja atsinaujinančią energiją, taip pat galimi atsinaujinančią energiją naudojančių sistemų parametrų skaičiavimai. Pavyzdžiui, biokuro katilo galios optimizavimo skaičiavimai. Galima apskaičiuoti pasekmes pakeičiant esamą tradicinio kuro katilą į biokuro kūrenamą katilą [70].
- Aplinkosaugos tikslais sukurtos skaičiuoklės. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų išskyrimas, išskyrimo mažinimo nustatymas ir palyginimas, poveikio aplinkai skaičiuoklės [71], mokesčio už įtaką, padarytą klimato keitimuisi, įtakos šiltnamio efektui skaičiuoklės [72, 73].

Internetiniuose puslapiuose galima rasti įvairaus pobūdžio analizatorių, kurie padeda suinteresuotiems asmenims analizuoti įvairias, su pastatų atnaujinimu susijusias situacijas.

Programinė įranga

Suinteresuotos šalys taip pat naudoja įvairios paskirties programinę įrangą:

- Viso pastato analizė – leidžia analizuoti bei imituoti įvairias su pastatų susijusias situacijas (energijos imitavimas, krūvio apskaičiavimas, atnaujinama energija, modifikavimo analizė, subalansuotumas bei „žali“ pastatai) [74].
- Kodeksai ir standartai naudojami daugelyje veiklos sričių susijusių su pastatų atnaujinimu [75].

- Medžiagos, komponentai, įranga ir sistemos – atitvarų sistemos, HVAC įranga ir sistemos, apšvietimo sistemos) [76].
- Kitos programos – atmosferos užterštumas, energijos taupymas, patalpų oro kokybė, daugialypės pastatų priemonės, klimato analizė, mokymas, paslaugų vertinimas, įvairūs patikrinimo įrankiai, vėdinimas bei oro srautai, vandens apsauga) [77].

Crawley ir kt. lygina EnergyPlus, BLAST, IBLAST ir DOE-2 programinės įrangos savybes bei galimybes: pagrindines savybes (integracija, sinchroniniai sprendimai, pranešimų mechanizmai, krūvio apskaičiavimo savybes (šilumos balanso apskaičiavimas, drėgmės absorbavimo apskaičiavimas, šiluminių charakteristikų apskaičiavimas ir pan.) bei šildymo ir vėdinimo sistemų savybes (atmosferos užterštumo skaičiavimas, šilumos efektą sukeliančių dujų sumažinimo skaičiavimas ir pan.) [78].

Europos Komisija taip pat yra įkūrusi EPBD pastatų bazę kuri tarnauja kaip pagalbinė informacijos teikimo priemonė minėtos Direktyvos įgyvendinimui. Šia paslauga gali naudotis praktikai ir konsultantai, energetikos agentūrų ekspertai, suinteresuotos organizacijos ir vietiniai politikos atstovai [79].

Kodeksai ir standartai pateikiami įrankių komplekte subalansuotiems pastatams (Kalifornija) [75]. Toks įrankių paketas sukurtas kaip paramos priemonė projektų vadovams, siekiant užtikrinti greitą ir patogų prisijungimą prie reikalingos informacijos ir dokumentų, kodeksų ir standartų. Priemonėje informacija yra suskirstyta į tokias kategorijas: subalansuotumo pagrindai, pastato gyvavimo procesas, aplinkosauga, finansinė informacija, produktai, programos, publikacijos, moksliniai tyrimai, projektavimo dokumentai, mokymas. Užėjus ant tam tikros kategorijos yra pateikiama informacija pasirinkta tema, taip pat pateikiamos nuorodos, kur būtų galima surasti daugiau informacijos.

EPIQR – metodika, sukurta siekiant padėti būstų savininkams, norintiems atnaujinti ar patobulinti savo būstus. EPIQR – informacinė, energijos naudojimo ir patalpų vidaus aplinkos atnaujinimo, priemonė [80, 81]. Tai pagalbinė priemonė architektams, inžinieriams ir kitiems specialistams, kurie dalyvauja butų renovacijos procesuose. Informacija pateikiama apie keturis pastatų atnaujinimo aspektus: energijos naudojimas, vidaus oro kokybė, pastato konstrukcijos ir renovacijos savikainos skaičiavimas. Kiekvienas elementas vertinamas keturių balų sistemoje – nuo „gerai“ iki „blogai“. Programinė įranga vaizduoja elementų blogėjimo pakopas, taip pat pateikti aprašymai. Programa taip pat apima šildymo ir vėdinimo skaičiavimus ir įvertina įvairias energijos taupymo priemones.

TOBUS – sprendimų paramos priemonės biurų atnaujinimui skirta architektams ir inžinieriams [54, 82, 83]. Sprendimų paramos priemonė biurų atnaujinimui gali būti naudojama bendram biurų patalpų būklės įvertinimui, taip pat siūlomi patalpų atnaujinimo scenarijai, nustatomos išlaidos darbams, kuriuos

reikia atlikti pagal parinktą scenarijų, preliminarium projekto vykdymo etapu. Ši priemonė buvo sukurta EPIQR sistemos pagrindu.

Sprendimų paramos sistemos

Tai informacinė sistema, kaupianti duomenis ir žinias iš įvairių šaltinių, bei juos apdorojanti. Naudodama įvairius matematinius ir loginius modelius, sprendimų priėmėjui teikia informaciją, reikalingą galimų sprendimų alternatyvoms analizuoti, sudaryti ir įvertinti, priimti sprendimą; gautus rezultatus išvesti ir saugoti. Taigi sprendimų paramos sistema, galinti remtis įvairių šaltinių duomenimis, turi leisti vartotojams transformuoti milžinišką neapdorotą duomenų kiekį į sprendžiamos problemos analizei ir sprendimo priėmimui reikalingus informacinius pranešimus [56].

Projekto BRITA internetinis informacinis įrankis (BIT) yra elektroninė pagalbos priemonė renovacijai, pritaikyta energijos taupymui visuomeniniuose pastatuose [84, 85]. Priemonėje yra pateikiamas energijos taupymo problemų sprendimų sąrašas, apjungiantis pastato apšvietimo ar šildymo, vėdinimo, kondicionavimo sistemas. BIT priemonė apima daugiau nei 40 pavyzdinių renovacijos projektų aprašymų ir pateikia platų ir įvairių atnaujinimo technologijų ir strategijų pasirinkimą.

Priemonė sukurta sprendimų priėmėjams ir padedančiam personalui, atsakingam už programavimą, planavimą ir egzistuojančios renovuojamos įrangos tobulinimą. Naudojantis BIT priemone pastatų energijos taupymo problemos bus geriau suprantamos vykdant renovacijos projektus, ir taip energijos sunaudojimas pastatuose gali būti gerokai sumažinamas. Sprendimų priėmėjams pateikiama informacija apie standartines ir inovatyvias strategijas, tokiu būdu gerinamas planavimo patikimumas. Informacinė priemonė buvo sukurta, pasitelkiant ekspertus iš 9 Europos valstybių.

Ekspertinės sistemos

Jos sudarytos iš žinių bazės su taisyklių rinkiniu ir išvadų bei rekomendacijų pateikimo mechanizmais. Remdamosi pradiniais duomenimis ir taisyklių rinkiniais, ekspertinės sistemos atpažįsta situaciją, nustato diagnozę, suformuluoja sprendimą, rekomenduoja pasirinkti variantus. Ekspertinė sistema paprastai sprendžia tokius uždavinius, kuriems spręsti reikia žmonių ekspertizės (sistema imituoja ekspertų ar konsultantų darbą). Be to, kaip ir ekspertas, ji vykdo daug antrinių funkcijų, t. y. pateikia klausimus, aiškina savo samprotavimus, apdoroja simbolines išraiškas ir jų pagrindu samprotauja, pagrindžia išvadas ir t. t. [56].

Neuroniniai tinklai

Tai dirbtinio intelekto sistemos, atkartojančios žmogaus nervų sistemos veiklą, mokymąsi, informacijos saugojimą, atgaminimą ir atpažinimą. Neuroniniai tinklai, kaip metodas, leidžia identifikuoti pagrindinius valdymo veiksnius ir nustatyti jų kiekybinę įtaką projektų įgyvendinimo išlaidų kitimui.

Naudojant neuroninius tinklus, reikalingų darbų sąnaudų apimtis yra mažesnė, nei taikant tradicinius matematinius modeliavimo metodus [56].

2.5.2. Statybos projektų žinių valdymas

Naudingai išanalizuotos ir racionaliai panaudotos sukauptos žinios, pagrįstos geriausia praktika, gali atnešti įmonei ir renovacijos projektui sėkmę. Naujos žinios sukuriama žmonėms tarpusavyje sąveikaujant, kada bendrauja individai, turintys skirtingo tipo žinių. Geriausia darbuotojų patirtis, išmintis ir žinios, panaudotos reikiamu laiku bei būdu įmonei valdyti bei projektams vykdyti, gali padėti pasiekti pačių geriausių rezultatų [86].

Informacinės technologijos gali labai palengvinti žinių valdymą. Informacinės technologijos žinių valdymui skirstomos į keturias grupes:

- Žinių kūrimo sistemos (knowledge work systems). Jos padeda aukštos kvalifikacijos darbuotojams ir profesionalams, kuriant naujas žinias ir bandant jas integruoti į įmonės veiklą. Pavyzdžiui, CAD, Virtualios realybės modeliavimo kalba ir kt.
- Žinių platinimo sistemos (office automation systems). Jos padeda platinti ir koordinuoti žinių srautus. Tarp tokių informacinių technologijų galima paminėti žodžių apdorojimo, darbalaukio, paveikslėlių ir internetinių nuorodų leidimo programas, elektroninius kalendorius ir darbalaukių duomenų bazes.
- Dalinimosi žiniomis sistemos (group collaboration systems). Jos padeda dalintis žiniomis tarp skirtingų žmonių grupių. Pavyzdys galėtų būti grupinio darbo įranga ir intranetas.
- Kaupimo ir sisteminimo sistemos (artificial intelligence systems). Jos aprūpina organizacijas ir vadovus susisteminta informacija, kuri gali būti dar kartą panaudota kitų organizacijos darbuotojų. Pavyzdžiui, ekspertinės sistemos, neuroniniai tinklai ir intelektualūs agentai [86, 87].

Siekiant tinkamai panaudoti sukaupią informaciją, paverstą žiniomis, o žinias – išmintimi, paremta geriausia praktika, pasitelkus informacines technologijas galima sukurti sėkmingą žinių valdymo sistemą. Tik naudodama žinių valdymo sistemas organizacija gali pasiekti didžiausią sėkmę [86].

Nors informacinės technologijos labai svarbios žinių valdymui statybos organizacijose, statybos pramonė pakankamai lėtai priima šias naujoves. Informacijos ir žinių perdavimas statybos organizacijoms pakankamai sudėtingas procesas. Taip yra todėl, kad daugelis statybos darbų yra paremti projektais, kurie yra trumpalaikiai ir orientuoti į trumpalaikius tikslus. Būtent tokios priežastys trukdo skatinti tęstinį mokymą. Specialiosios žinios dažnai prarandamos pereinant nuo vieno projekto prie kito, kas apriboja organizacijai galimybę vystyti žinias ir generuoti naujas idėjas. Informacinės technologijos gali būti naudojamos perkelti

žinias iš vieno projekto į kitą, taip pat perduoti jas tarp projekto dalyvių. Statybos projektams sukurta taikomoji žinių dalijimosi sistema [88–90]. Tokia žinių valdymo sistema gali būti naudojama kaip pagalbinė priemonė veikianti internetiniu režimu, orientuota į visuomenę, padedanti pasinaudoti jau sukaupta patirtimi ir žiniomis. Pagrindinės sistemos ypatybės yra tokios:

- Internetinis portalas leidžiantis prisijungti prie žinių ir problemų sprendimų variantų.
- Atviras forumas partneriams bendradarbiauti ir parodyti savo patirtį ir sprendimus.
- Geriausių diskusijų ir sprendimų paieškos, vertinimo ir kaupimo mechanizmas.

2.5.3. Geriausia pastatų atnaujinimo patirtis ir jos žinių bei duomenų bazės

Pasaulyje vis populiaresnėmis tampa geriausios praktikos lyginamosios analizės. Jos pagrįstos geriausiu klientų aptarnavimo pavyzdžių analize. Atlikus šią analizę sudaromos konkrečios rekomendacijos, nurodančios, kaip galima geriau teikti aukštesnės kokybės paslaugas ir geriau tenkinti klientų poreikius. Jos suteikia galimybę greitai ir efektyviai perprasti ir taikyti metodus, kuriais galima pasiekti pasaulinio lygio klientų aptarnavimo kokybę [86].

Taikydamos geriausios praktikos duomenų bazėse saugomą informaciją, organizacijos galėtų įgyti tokių privalumų:

- Išsaugoti gyvybiškai svarbią patirtį darbuotojams paliekant organizaciją.
- Įdiegti tobulesnį sprendimų priėmimo mechanizmą.
- Sugebėti lanksčiau prisitaikyti prie kintamos vidinės ir išorinės aplinkos.
- Įžvalgiau nustatyti kliento poreikius ir tiksliau juos patenkinti.
- Didinti įmonės veiklos efektyvumą.
- Sumažinti išlaidas [86].

Geriausios praktikos duomenų bazės yra žinių gavimo priemonės, leidžiančios sutaupyti daug laiko, pateikiantis informacijos apie geriausią verslo praktiką įvairiomis formomis (rodiklių sistemos, skaidrių prezentacijos, struktūrinės schemos, tekstinė, vaizdo ir garso medžiaga ir pan.).

Suinteresuotos grupės dažniausiai siekia įvairių ekonominių, techninių, technologinių, socialinių ir kitų tikslų. Juos galima pasiekti įvairiomis priemonėmis. Vienų tikslų ne taip lengva pasiekti, kitiems galbūt reikės skirti daugiau išlaidų. Geriausia patirtis leidžia neapsiriboti vien tik ekonominių tikslų įgyvendinimu, ji sudaro sąlygas pakilti į aukštesnį lygį ir suvokti, iš kieno perspektyvos žiūrint ši praktika buvo įvardyta kaip geriausia. Pagrindinė

daugumos geriausių praktikų problema yra jų pateikimo būdas – jos siūlomos, neatsižvelgiant į konkrečią situaciją [86].

- Tačiau gana dažnai geriausia praktika pateikiama taip, tarsi ją būtų galima taikyti neatsižvelgiant į konkrečią situaciją.
- Geriausia patirtis gaunama įvairiais būdais:
- Fundamentalūs ir taikomieji tyrimai.
- Praktikų sukaupia išmintis ir patirtis.
- Klientų ir kitų suinteresuotų grupių turima patirtis.
- Ekspertų nuomonė.
- Įvairiose srityse pasikartojantys modeliai ir pan.

Daugelyje organizacijų žinios glūdi verslo dokumentuose ir programinėje įrangoje, pvz., skaičiuoklės, prezentacijos, elektroninio pašto žinutės ir šia informacija nėra dalijamasi. Pateikiant visus geriausios patirties paieškos rezultatus pateikiama kiekvieno dokumento santrauka, paieškos kriterijų atitikties įvertinimas ir dokumento šaltinis [86].

Geriausios patirties žinių ir duomenų bazės sukurtos ir pastatų atnaujinimui. Internetu randamas duomenų bazės galima suskirstyti į rekomendacinio pobūdžio ir pavyzdinių jau įvykdytų renovacijos projektų duomenų bazes.

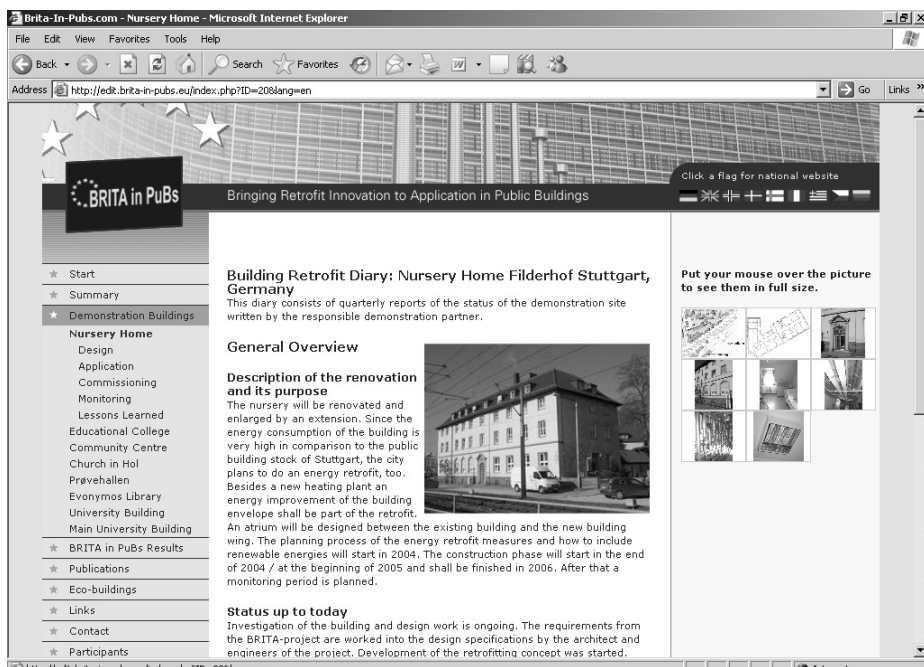
Rekomendacinio pobūdžio duomenų bazėse pateikiama kokias dokumentais reikėtų vadovautis vykdant renovacijos projektus. Šiai grupei galima priskirti „Energijos taupymo – efektyvaus energijos naudojimo pastatuose geriausios patirties duomenų bazę“ (Energy Saving Trust (EST) Best Practices – Energy Efficiency Best Practice in Housing). Efektyvaus energijos naudojimo pastatuose geriausia patirtis, tai bandymas pateikti pačius geriausius būdus efektyviam energijos taupymui pastatuose. Duomenų bazė pateikia tokią nemokamą informaciją: praktinę informaciją apie efektyvų energijos tiekimą pastatams; mokymus vartotojui apie efektyvų energijos naudojimą ir atsinaujinančios energijos pritaikymo sprendimus; kai kurių JK ekspertų patarimus apie pastatų energetinį naudingumą; specializuotas konsultacijas didesniems plėtros ar renovacijos projektams [91].

Geriausia patirtis pateikiama ir apie tam tikras inovatyvias technologijas, kurias galima pasitelkti renovuojant pastatus. Tai pavyzdžiui, šildymo siurblių geriausios praktikos veikla inicijuota Europos Šildymo siurblių asociacijos (EHPA). Strateginio komiteto 2002 metų rudenį. Buvo numatytas tikslas pateikti esminę šildymo siurblių naudą energijos taupymo ir CO₂ išskyrimo mažinimo aspektais. Rinkti ir kaupti informaciją susijusią su šildymo siurbliais, kaupti geriausią praktiką. Taip pat analizuoti ir vertinti informaciją, kurti rekomendacijas, remiantis geriausių šildymo siurblių panaudojimo pavyzdžiais ir platinti šią informaciją tikslinems grupėms [92–94].

Šiluminiai siurbLIAI Jungtinėje Karalystėje – monitoringo ataskaita. Projekto ataskaitoje pateikiamas šiluminių siurblių energijos vartojimo vertinimas ir

išvados apie poveikį aplinkai JK. Projektas apima šiluminių siurblių įrengimą, kuriais šiluma yra aprūpinamos po grindimis įrengtos šildymo sistemos privačiuose namuose. Projekto ataskaitoje pateikiami monitoringo rezultatai po pirmųjų metų. Taip pat pateikiamas šildymo sistemų aprašymas, rekomendacijos šildymo siurblių įrengimui, monitoringo rezultatai. Ataskaita parašyta architektams, projektuotojams ir planuotojams [94–96].

Įvykdytų renovacijos projektų duomenų bazėse pateikiami pavyzdiniai jau įvykdyti pastatų renovacijos projektai. Šio tipo duomenų bazėse dažniausiai pateikiama bendra informacija apie pastatą prieš renovaciją ir po jos, aprašoma kokių priemonių imtasi renovacijos proceso metu ir pateikiamos galutinės išvados (2.2 pav.) [13].



2.2 pav. Įvykdytų renovacijos projektų duomenų bazė

2.6. Antrojo skyriaus išvados

1. Darnus pastatų atnaujinimas yra aktualus šių dienų klausimas ir daug mokslininkų jį nagrinėja. Taip pat ir Europos komisija skatina šio klausimo nagrinėjimą, organizuoja įvairias iniciatyvas. Darnus pastatų atnaujinimas plačiai nagrinėjamas literatūroje, kuriami įvairūs

modeliai ir metodai, siūlomi sprendimų priėmimo metodai ir priemonės.

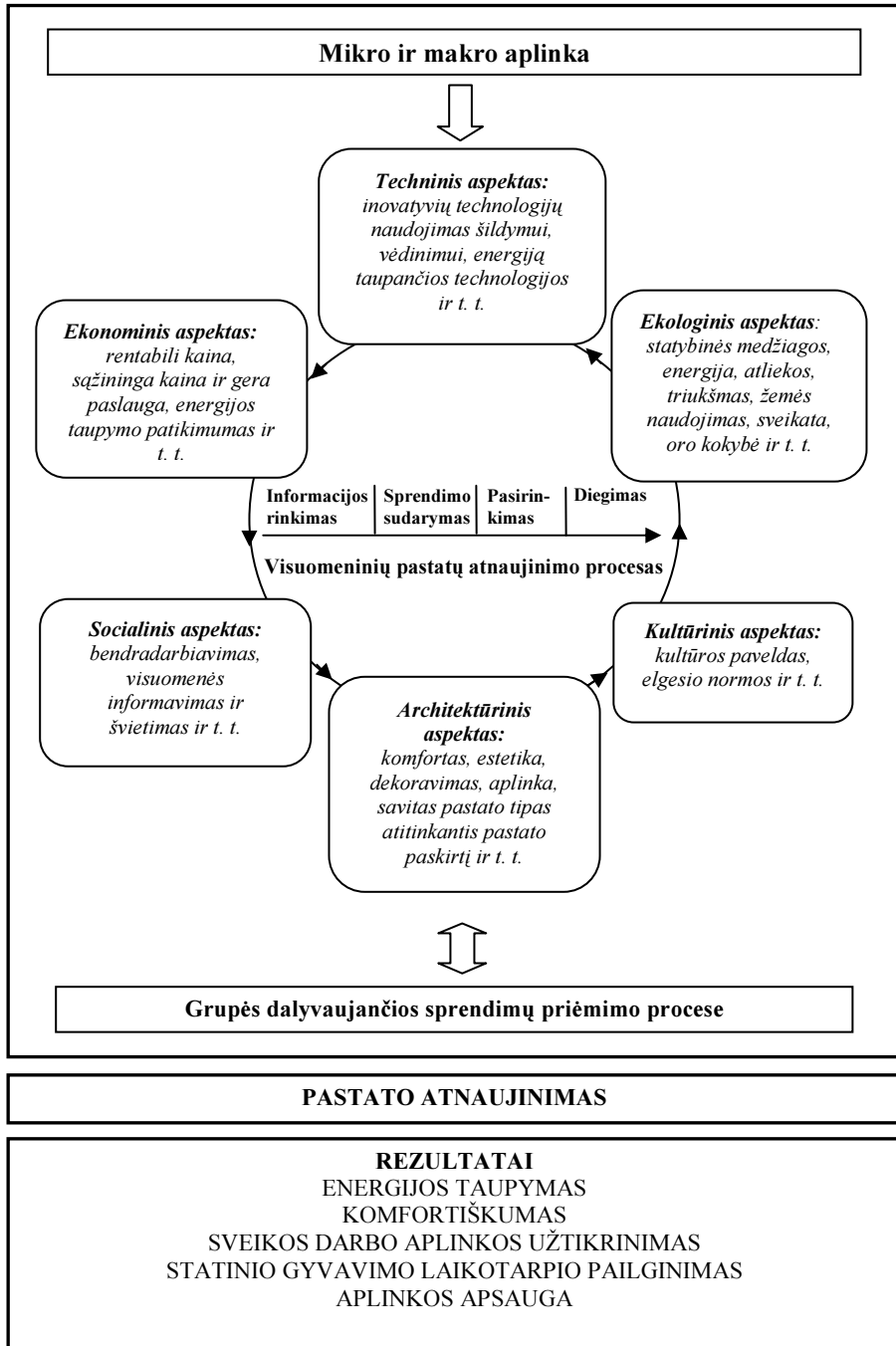
2. Atlikta literatūros analizė parodė, kad dažnai sureikšminami darnos reikalavimai naujai statybai, rekonstrukcijos darbus paliekant antrame plane. Tai prieštarauja vienai iš darnaus vystymosi krypčių, kuri skatina kiek galima mažiau didinti urbanizacijos augimo tempus, pagal galimybes pertvarkant ir naudojant esamus pastatus, pratęsiant jų gyvavimo laiką.
3. Informacinės, intelektualios, internetinės pastatų atnaujinimo sistemos – vienos iš geriausių priemonių sprendimų priėmimui palengvinti, taip pat siekiant kuo plačiau skleisti informaciją apie darnų pastatų atnaujinimą. Pasitelkiant šias priemones galima įtakoti darnios renovacijos apimčių didinimą ir patirtį.

Darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo teorinio modelio sudarymas

Remiantis literatūros apie darnią plėtrą, pateiktos ankstesniame skyriuje, analize, šiame skyriuje aiškinamas supratimas apie darnų visuomeninių pastatų atnaujinimą, išskiriami pagrindiniai aspektai ir principai.

Darnus visuomeninių pastatų atnaujinimas turi būti atliekamas atsižvelgiant į tokius aspektus:

- socialinius (bendradarbiavimas, visuomenės informavimas ir švietimas, socialinis saugumas, rūpinimasis pastato naudotojų sveikata ir t. t.);
- ekologinius (statybinės medžiagos, energija, atliekos, triukšmas, žemės naudojimas, oro kokybė ir t. t.);
- ekonominius (rentabili kaina, sąžininga kaina ir gera paslauga, energijos taupymo patikimumas ir t. t.);
- kultūrinius (kultūros paveldas, elgesio normos ir t. t.);
- architektūrinius (komfortas, estetika, dekoravimas, aplinka, savitas pastato tipas atitinkantis pastato paskirtį ir t. t.);
- techninius (inovatyvių technologijų naudojimas, energiją taupančios technologijos ir t. t.).



3.1 pav. Teorinis darnaus pastatų atnaujinimo modelis

Visi išvardinti aspektai yra glaudžiai susiję, vienas kitą papildo ir įtakoja bendrą efektyvumą. Tenkinant kurį nors iš anksčiau išvardintų aspektų, gali būti patenkinami ir kiti aspektai. Pavyzdžiui, renovacijos procese pritaikant inovatyvias technologijas, gali būti tenkinami ekologiniai ar ekonominiai aspektai, o atsižvelgiant į kultūrinius, architektūrinius aspektus gali būti patenkinami socialiniai aspektai ir t. t. Taigi aspektai gali būti glaudžiai susiję, tačiau tik į juos visus atsižvelgdami galime įgyvendinti darnią visuomeninių pastatų renovaciją.

Vykdant darnų visuomeninių pastatų atnaujinimą būtina laikytis tokių principų (3.1 pav.): efektyvus energijos naudojimas; rūpinimasis gyventojų sveikata; racionalus išteklių naudojimas; aplinkos tausojimas; informacijos prieinamumas.

Modelyje akcentuojama ir skyriuje aprašoma mikro ir makro aplinka, kurią 1999 m. detalčiai aprašė A. Kaklauskas. Mikro ir makro aplinkos analizė atlikta remiantis šio profesoriaus tyrimais [97].

2.1 paveiksle pateikiamas teorinis visuomeninių pastatų atnaujinimo modelis pagal darnos principus. Modelyje išskiriami jo veiksmingumui ir realizavimo efektyvumui įtaką darantys veiksniai, akcentuojamas sprendimų priėmimo procesas, kadangi jis yra labai svarbus, siekiant, kad darnos principai būtų realizuoti, apibrėžiami laukiami rezultatai.

Toliau skyriuje detaliau analizuojamos visos modelio sudedamosios dalys.

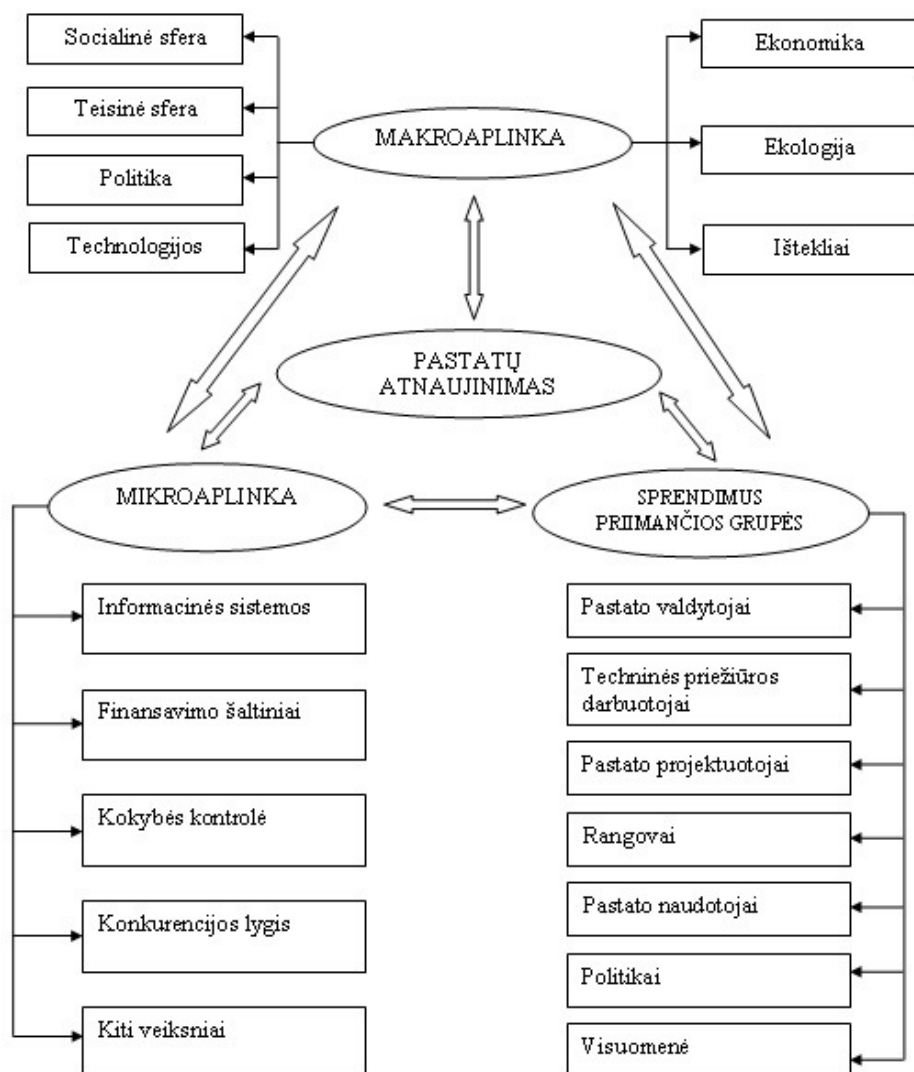
3.1. Pastatų atnaujinimo efektyvumą įtakoiantys veiksniai

Modelio struktūroje trys struktūriniai elementai, daro įtaką modelio veiksmingumui ir realizavimo efektyvumui (3.2 pav.) [97, 98]:

- makro aplinka;
- mikro aplinka;
- grupės dalyvaujančios sprendimų priėmimo procese.

3.1.1. Makro aplinka

Aukščiausias lygmuo, nuo kurio priklauso visuomeninių pastatų statybos, o taip pat ir statybos sritys – atnaujinimo – efektyvumas, yra makrolygmuo.



3.2 pav. Pastatų atnaujinimo efektyvumą įtakojantys veiksniai

Šiuo lygmeniu pastatų atnaujinimo procesą veikia socialiniai, politiniai, ekonominiai, kultūriniai, moksliniai, techniniai ir kiti veiksniai. Esant tam tikroms sąlygoms kiekvienas iš minėtų veiksnių gali būti kritinis ir sužlugdyti projektą. Pastato ir jo atnaujinimo proceso negalima atskirti nuo supančios aplinkos sąlygų, jų kaitos [97, 99].

Socialiniai veiksniai (gyvenimo sąlygos ir lygis, išsilavinimo lygis, darbo įstatymai, sveikatos apsauga, visuomeninės organizacijos, žiniasklaida, gyventojų požiūris į atnaujinimą, inovacijų taikymą pastatų atnaujinimo procese ir t. t.) daro

įtaką sprendimus priimančių grupių tikslams ir galimybėms. Pastato atnaujinimo proceso įgyvendinimas susijęs su valstybės bei visuomenės interesais (ūkio, kitos veiklos, socialinės, aplinkos apsaugos ir kitų reikalavimų vykdymas valstybės, regiono, savivaldybės lygiu).

Kultūra (raštingo lygis, kultūros tradicijos, religija, kultūriniai poreikiai, reikalavimai kokybei ir darbo sąlygoms ir t. t.) veikia sprendimus priimančių grupių reikalavimus ir tikslus.

Mokslas ir technika (fundamentinių ir taikomųjų mokslų išsivystymo lygis, informacinių technologijų ir kompiuterizavimo lygis, pramoninių ir gamybinių technologijų lygis, ryšiai, komunikacijos ir t. t.) veikia pastatų atnaujinimo proceso efektyvumą, jo dalyviams keliamus reikalavimus.

Gamtos ir ekologijos veiksniai (temperatūra, krituliai, drėgmė, landšaftas ir topografija, gamtiniai ištekliai, oro, vandens šaltinių ir dirvožemio kokybė, sanitariniai reikalavimai aplinkai, gamtos apsaugos, ekologinė būklė, jos kitimo tendencijos ir t. t.) turi įtakos pastato atnaujinimo efektyvumui, nes keliami tam tikri reikalavimai atskiriems etapams.

Politiniai sprendimai (regioninės paramos programos, lengvatiniai kreditai, vyriausybinių užsakymai, dotacijos, subsidijos, statybos veiklą reglamentuojantys dokumentai, įstatymų pasikeitimai ir kt.) daro įtaką pastatų atnaujinimo efektyvumui.

Pavyzdžiui, vyriausybė, skatindama energijos taupymą, pasitelkia įvairias programas ir projektus [100]. Šiuo metu naudojami fondai ir įgyvendinamos programos, susijusios su energijos vartojimo efektyvumo didinimu: 2007–2013 m. numatoma iš ES struktūrinių fondų skirti paramą visuomeniniams pastatams atnaujinti; Bendrojo lavinimo ir profesinių mokyklų rekonstravimo ir aprūpinimo mokymo priemonėmis 2006–2008 metų programa; Bibliotekų renovacijos ir modernizavimo 2003–2013 metų programa; Kultūros centrų modernizavimo 2007–2020 metų programa; Mokslo ir studijų institucijų renovavimo ir rekonstravimo 2007–2009 metų programa; Muziejų modernizavimo 2007–2015 metų programa [101–102].

Tokiu būdu, visuomeninių pastatų valdytojams suteikiama galimybė didinti energijos vartojimo efektyvumą, gauti finansavimą renovacijos projektams, kuriuos įgyvendinus, taupomi energijos ištekliai ir energija ir tai gali įtakoti renovacijos darbų apimčių augimą šalyje.

3.1.2. Mikro aplinka

Antrojo lygmens veiksniai, darantys įtaką statybos, o taip pat ir statybos srities – atnaujinimo – efektyvumui, yra mikrolygmens veiksniai. Šie veiksniai priklauso nuo makrolygmens veiksnių. Pavyzdžiui, mokesčių sistema, nustatyta makrolygmeniu daro tiesioginį poveikį medžiagų ir paslaugų kainoms mikrolygmeniu. Valstybės požiūris į statybos veiklą (įvairūs įstatymai ir

nutarimai, mokesčių lengvatos, dotacijos, subsidijos ir pan.) daro didelę įtaką statybos, ir kitų statybos sričių, pavyzdžiui, pastatų atnaujinimo, efektyvumui [97].

Visuomeninių pastatų atnaujinimo sprendimus, subalansuotumo principų taikymą šiame procese, įtakoja įvairūs mikrolygmens veiksniai:

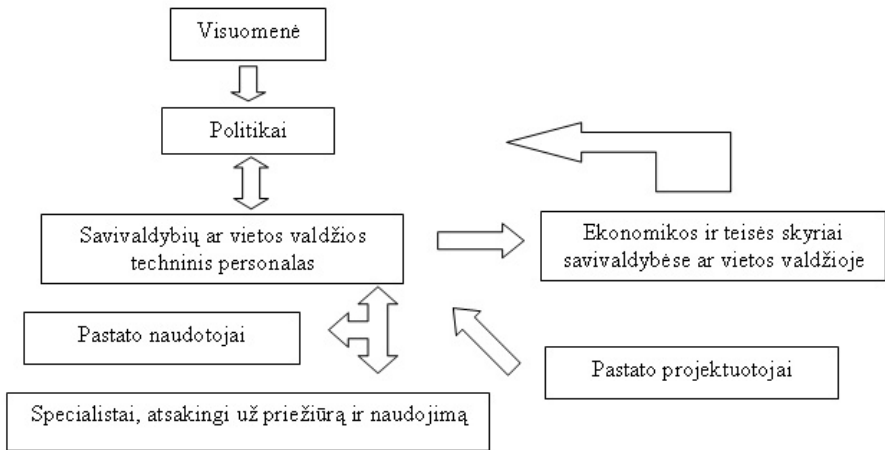
- pastato nusidėvėjimas;
- jo senėjimas;
- patalpų kokybė;
- pastatų ūkio valdymas;
- inovatyvių technologijos taikymas;
- aprūpinimas inovatyviomis technologijomis;
- informavimas apie inovatyvias technologijas;
- atnaujinimo proceso finansavimas;
- informacinės sistemos.

3.1.3. Sprendimus priimančios grupės

Suinteresuotos grupės, dalyvaujančios visuomeninių pastatų atnaujinimo procese, priima įvairius sprendimus. Kasdieninėje veikloje projektuotojai, rangovai, specialistai atsakingi už priežiūrą ir naudojimą, bei kiti specialistai sudaro ir analizuoja alternatyvius sprendimus, skirtingai veikiančius kitų specialistų priimamus sprendimus bei pastato efektyvumą. Todėl būtent šių specialistų informavimas apie darnią renovaciją yra svarbus, ir būtent jie labiausiai gali įtakoti kaip bus atsižvelgiama į darnos principus vykdant visuomeninių pastatų atnaujinimą. Siekiant įgyvendinti renovaciją pagal darnos principus, labai svarbus inovatyvių technologijų taikymas pastatuose. Būtent todėl, toliau šiame skyriuje aprašoma, kurios grupės atsakingiausios priimant sprendimus dėl tokių technologijų taikymo, ir kokia informacija tokios grupės reikalingiausia.

Visuomeninių pastatų renovacijos procese dalyvauja tokios sprendimus priimančios grupės (3.3 pav.) [103]:

- savivaldybių ar vietos valdžios techninis personalas (praktikoje ši grupė dažniausiai įvardijama kaip pastato valdytojai);
- savivaldybių ar vietos valdžios techninės priežiūros darbuotojai;
- pastato projektuotojai;
- rangovai;
- pastatų naudotojai;
- politikai;
- visuomenė.



3.3 pav. Sprendimus priimančių grupių sąveika

Savivaldybių ar vietos valdžios techninis personalas yra atsakingas už sprendimus, susijusius su inovatyvių priemonių pritaikymu visuomeninių pastatų atnaujinime. Tačiau iš 3.3 paveikslėlio matyti, kad siekdamas savo tikslų techninis personalas turi bendradarbiauti su kitomis grupėmis ir jų yra veikiamas, t. y. veikiamas pastato projektuotojų ir specialistų, atsakingų už priežiūrą ir naudojimą, kuriems įtaką daro pastatų vartotojų komentarai.

Techninis personalas yra asmenys savivaldybėse ar vietos valdžioje, į kuriuos reikia kreiptis dėl inovatyvių priemonių naudojimo renovacijos projektuose. Šią, dažnai labai susidomėjusią ir techniškai patyrusią, grupę būtina įtikinti dėl inovatyvių technologijų naudos. Jiems svarbios žinios, kurias jie galėtų lengvai panaudoti, siekdami įtikinti specialistus, atsakingus už ekonominius sprendimus. Techninis personalas bendradarbiauja su teisės skyriumi dėl planavimo įstatymų laikymosi ir pan.

Techninės priežiūros darbuotojai yra už priežiūrą atsakingi asmenys, galintys atmesti kai kuriuos sprendimus. Būtent ši grupė kasdien patiria tai – kas vyksta ne taip kaip reikia, ir dažniausiai yra skeptiškiausia grupė.

Projektuotojai – svarbi, tačiau labai dažnai konservatyvi grupė. Jų teigimu, inovatyvios technologijos nėra gerai žinomos ir netinkamai dokumentuotos, todėl nerekomenduojamos. Projektuotojai atsako už pasiūlytos technologijos patikimumą. Specifinė grupė glaudžiai susijusi su projektuotojais yra statybos tyrimų institutai. Projektuotojai dažnai iš jų gauna informaciją. Šiai grupei reikalinga trumpa, tiksli techninė informacija, informacija apie projektavimą, rekomendacijos ir įvairūs internetiniai informaciniai įrankiai.

Rangovai būdami atsakingi už renovacijos įgyvendinimą ir įgyvendinimo kainą, dažnai trukdo inovacinių priemonių taikymui renovacijos procese. Jie yra atsargūs kai vertina naujų priemonių kainą ir yra linkę ją padidinti, siekdami

išvengti rizikos. Šiai grupei yra svarbūs pastatų tyrimai, rodantys, kaip buvo įdiegta atitinkama nauja renovacijos priemonė ir kiek ji kainavo.

Pastato naudotojai „jaučia“ pastatą, jie pasako, kad temperatūra, ventiliacija, apšvietimas ar kiti dalykai nėra tinkami. Jie taip pat pateikia pretenzijas, jei tam tikra sistema neveikia. Šią grupę domina praktinė patirtis.

Politikai. Politinis sprendimas gali būti lemiamas siekiant pokyčių; jis nustato kokybinius tikslus, finansines ribas. Norint pakeisti planavimo procesą, reikalingi politiniai sprendimai. Politikams svarbu pateikti paprastus ir tikslus argumentus.

Visuomenė daro įtaką politikams. Grupė – labai įvairi. Šiai grupei turėtų būti pateikiami paprasti ir tikslūs argumentai, kodėl reikia inovatyvių technologijų.

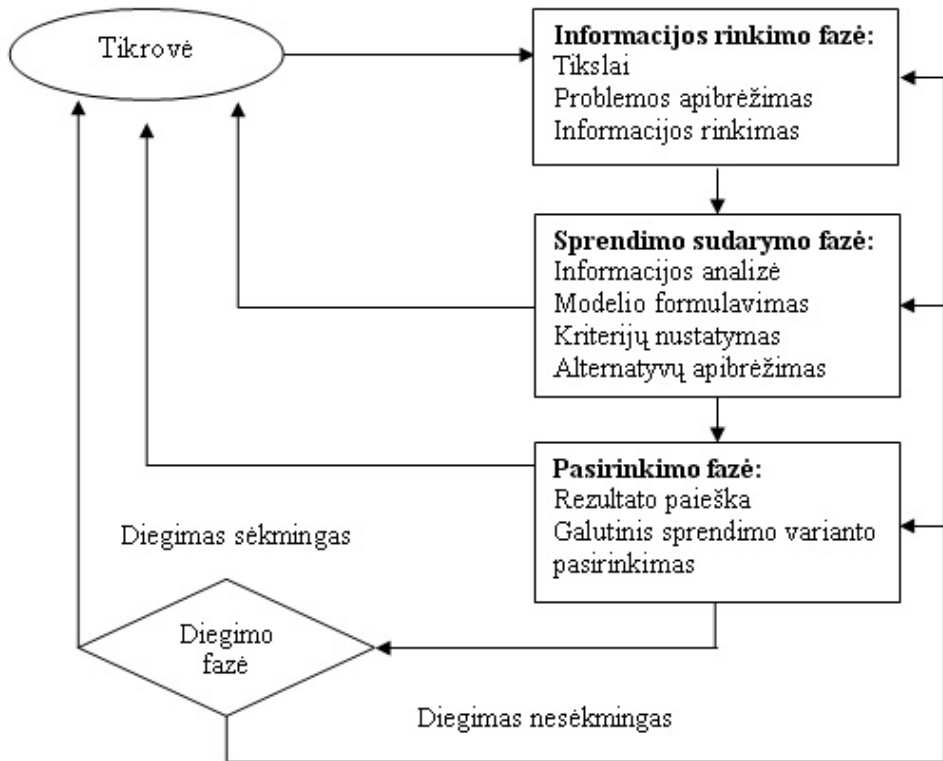
Kiekviena suinteresuota grupė pastatų atnaujinimo efektyvumą vertina pagal savo indėlį ir jo dėka pasiektus tikslus. Todėl vienas svarbiausių uždavinių, siekiant padidinti pastato atnaujinimo efektyvumą, yra jame dalyvaujančių suinteresuotų grupių interesų derinimas. Pagrindinės suinteresuotos grupės dalyvauja įvairiose pastatų atnaujinimo planavimo stadijose. Todėl egzistuoja glaudi sąveika tarp įvairių suinteresuotų grupių ir tarp sprendimo priėmimo apie pastato atnaujinimą.

3.2. Pastatų atnaujinimo sprendimų priėmimo procesas

Sprendimo procesas gali būti suskirstytas į fazes. Amerikiečių mokslininkas Herbertas Simonas, Nobelio premijos laureatas, apie 1960 m. ištyręs sprendimų priėmimo procesą (Simon, 1960), apibrėžė tokias jo fazes [104]:

- informacijos rinkimas – pradinė fazė: apibrėžiama problema, iškeliami tikslai, iš įvairių šaltinių surenkama su problema susijusi informacija, faktinė padėtis lyginama su norimais rezultatais;
- sprendimo sudarymas – derinama ir analizuojama turima informacija, sudaromas problemos modelis, apibrėžiami kriterijai, alternatyvos ir sprendimo būdai;
- pasirinkimas – atliekami eksperimentai, vertinami jų rezultatai, pasirenkama alternatyva (priimamas pats sprendimas);
- diegimas – sprendimas pateikiamas vykdytojams, patikrinama ar gera alternatyva buvo pasirinkta.

Sprendimo proceso struktūra vaizduojama 3.4 paveiksle:



3.4 pav. Sprendimo priėmimo proceso struktūra pagal Simon

Vykdamat visuomeninių pastatų atnaujinimą, sprendimų proceso struktūra yra panaši kaip anksčiau pateiktame paveiksle. Laikotarpis, nuo apsisprendimo vykdyti renovaciją iki jos įgyvendinimo, yra pakankamai ilgas ir galima išskirti tokias fazes.

Pirmoji fazė – duomenų, informacijos rinkimas, tikslų nustatymas, problemos suformulavimas. Tikslų nustatymo etapu nustatomi atnaujinimo tikslai, uždaviniai, rezultatai, pagrindiniai projekto dalyviai, jų tikslai, tarpusavio santykiai. Šio etapo metu nustatomas pastato tipas, atliekama analizė, kodėl reikalingas pastato atnaujinimas. Priežastys atnaujinimui gali būti labai įvairios – pastato fizinis nusidėvėjimas, neatitikimas esamiems standartams ir reikalavimams, pastato moralinis nusidėvėjimas, siekis mažinti energijos suvartojimą, didinti vidaus aplinkos kokybę, pastato neatitikimas poreikiams. Išsiaiškinus renovacijos priežastis svarstoma kokių veiksmų reikėtų imtis, norint įgyvendinti užsibrėžtus tikslus. Čia reikėtų apsispręsti ar bus atliekamas visiškas pastato atnaujinimas ar tik tam tikrų dalių modernizavimas. Akivaizdu, kad tikslų nustatymo ir projektavimo etapais priimti sprendimai daro įtaką statybos ir

naudojimo etapams, juose vykstantiems procesams ir priimamiems sprendimams [105].

Išanalizavus atnaujinimo tikslus ir apsisprendus dėl atnaujinimo mastų galiausiai prieinama prie vienos svarbiausių sprendimų sudarymo fazės, kuomet analizuojama informacija, formuluojami modeliai, nustatomi kriterijai, apibrėžiamos alternatyvos. Priimti sprendimą – tai pasirinkti alternatyvą iš aibės galimų variantų. Pastatų atnaujinimo analizės ir priimamų sprendimų sudėtingumą didina tai, kad tikslų nustatymo, projektavimo, statybos, naudojimo etapais nagrinėjamų alternatyvų variantų gali būti daug ir jie nebūtinai turi būti tarpusavyje susiję. Siekiant sudaryti optimalią atnaujinimo strategiją turi būti atsižvelgiama į daugelio grupių, dalyvaujančių pastatų atnaujinimo procese, poreikius, o atnaujinimo alternatyvos turėtų būti analizuojamos pagal įvairius kriterijus [105, 106].

Taip priartėjama prie pasirinkimo fazės, ieškoma rezultato, pasirenkamas galutinis sprendimo variantas. Siekiant priimti racionalų sprendimą gali būti pasitelkiamas daugiakriterinis vertinimas, ekspertų nuomonė. Šiame procese sprendimo priėmimui palengvinti pravartu pasitelkti intelektualias technologijas ir sistemas – sprendimų paramos sistemas, ekspertines sistemas, žinių sistemas, geriausios patirties duomenų bazes ir t. t.

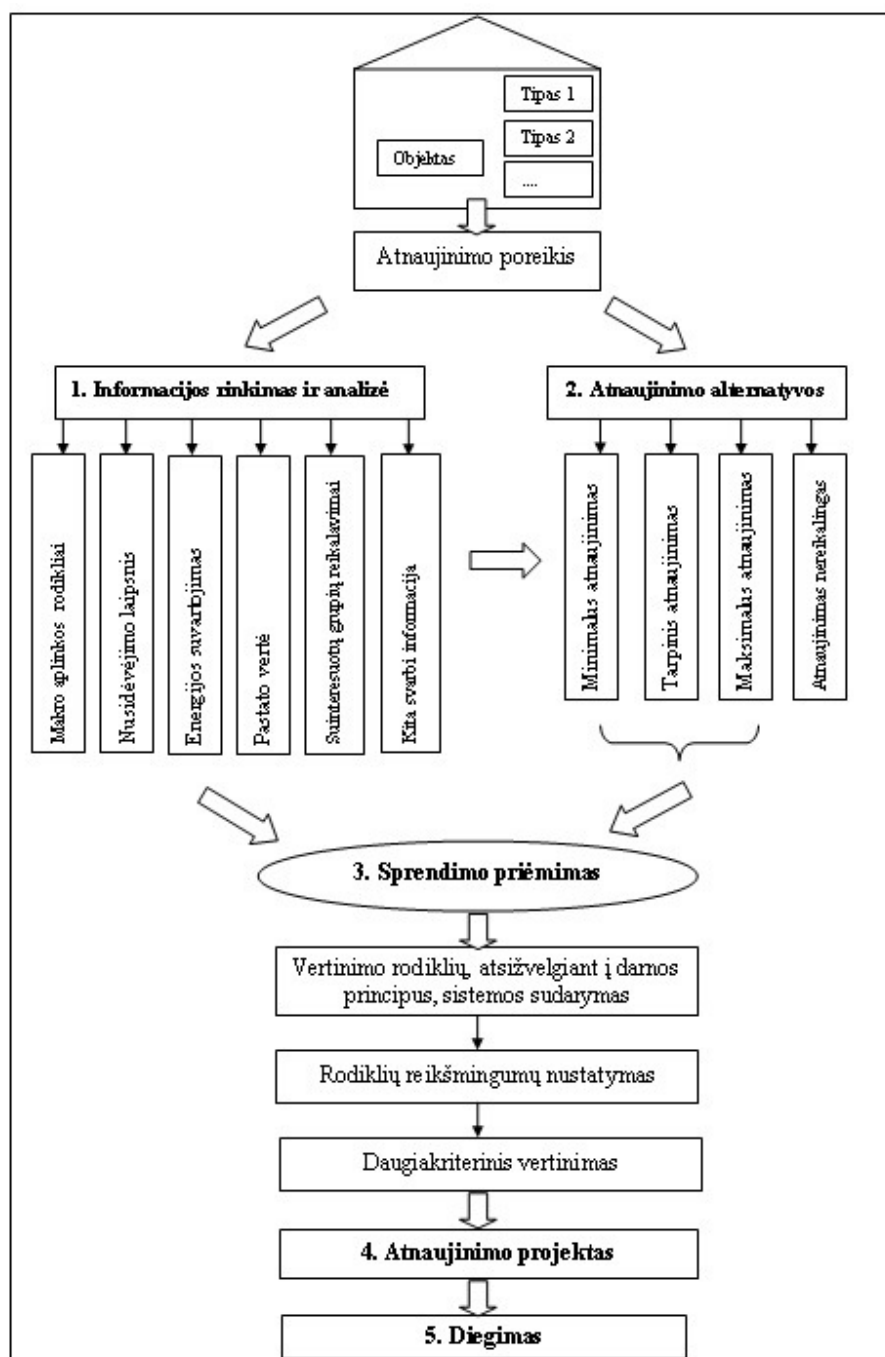
Galiamai prieinama prie diegimo fazės – sprendimas pateikiamas vykdytojams, patikrinama ar gera alternatyva buvo pasirinkta.

Pasitelkus anksčiau aprašyto sprendimų priėmimo proceso struktūrą ir TOBUS kūrėjų D. Caccavelli ir H. Gugerli sprendimų priėmimo schemą biurų patalpų renovacijai, pastatų atnaujinimo sprendimų priėmimo procesas grafiškai gali būti pavaizduotas kaip 3.5 paveiksle [82, 107].

3.3. Darnos principai pastatų atnaujinimo procese

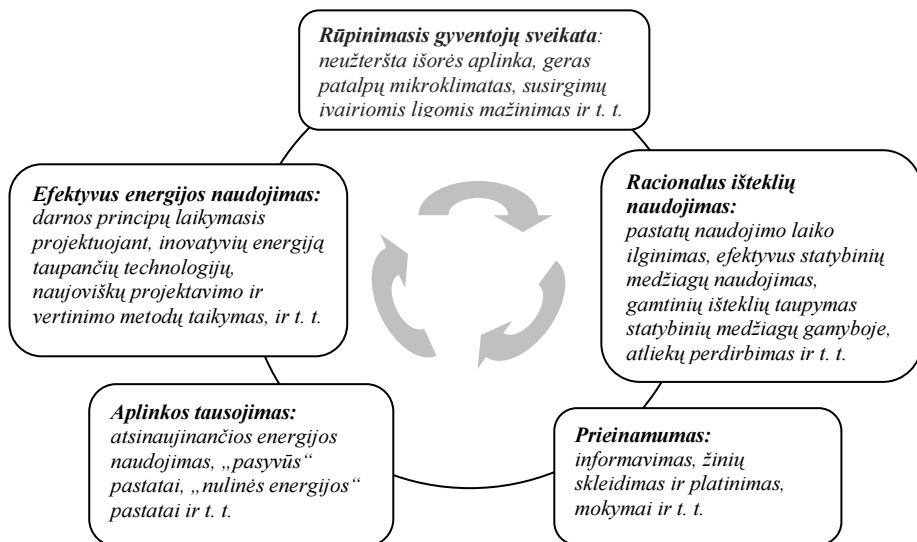
Darni statyba integruoja statybines medžiagas ir metodus, skatinančius aplinkos kokybę, ekonomikos gyvybingumą ir socialinę naudą per planavimą, statymą ir statybų aplinkos eksploatavimą. Galima išskirti tokius pagrindinius darnios renovacijos tikslus [108, 109]:

- Gyvenimo kokybės gerinimas, didinat viso pastato ar jo dalių pritaikymo galimybes, atsižvelgiant į dabartinius ir būsimų gyventojų poreikius.
- Energijos suvartojimo ir su tuo susijusių vartojimo išlaidų mažinimas.
- Aplinkai nekenksmingų medžiagų ir atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimo didinimas.
- Ekonomiškas ir inovatyvus planavimas.



3.5 pav. Pastatų atnaujinimo sprendimų priėmimo procesas

Pagal literatūros analizę [110–112], autorė išskiria tokius pagrindinius darnaus pastatų atnaujinimo principus (3.6 pav.) [3A]:



pav. Darnaus pastatų atnaujinimo principai

- *Rūpinimasis gyventojų sveikata.* Namas turi būti sveika vieta gyvenimui. Tai reiškia, rūpinimąsi oro kokybe patalpose, vandens užterštumo cheminėmis medžiagomis lygiu, o taip pat turi būti kontroliuojamas apšvietimas ir triukšmas. Geros kokybės oras patalpose gali labai pakeisti gyvenimo kokybę, ypač žmonėms su alerginiais susirgimais.
- *Efektyvus energijos naudojimo principas.* Įprastas energijos vartojimas kelia problemas aplinkai, tokias kaip klimato šilimas ar rūgštūs lietūs. Modernizuojant, renovuojant pastatus didelis dėmesys turi būti skiriamas šildymo, vėdinimo, kondicionavimo sistemų projektavimui, turi būti siekiama kuo labiau mažinti energijos vartojimą.
- *Racionalaus išteklių naudojimo principas.* Darnios renovacijos procesu siekiama efektyviai naudoti statybines medžiagas ir gamtos išteklius, taip pat didinti pastatų naudojimo laiką ir mažinti į aplinką patenkančius atliekų kiekius.
- *Aplinkos tausojimo (atsakomybės) principas.* Renovuojant pastatus turi būti siekiama, kad atnaujintas pastatas darytų kuo mažesnę poveikį aplinkai.

- *Prieinamumo principas.* Darnios renovacijos procesas, kuris tausotų aplinką ir sukurtų palankias gyvenimo sąlygas, turėtų būti prieinamas žmonėms ir ne per brangus.

3.3.1. Efektyvus energijos vartojimas

Atnaujinant pastatus būtina užtikrinti efektyvų energijos vartojimą. Tai galima padaryti laikantis pagrindinių darnaus projektavimo principų, taikant inovatyvias energiją taupančias technologijas ir naudojant naujoviškus projektavimo ir vertinimo metodus.

Pagrindiniai veiksniai įtakojantys energijos suvartojimą pastatuose yra:

- klimatas ir vietovė;
- pastato apvalkalas;
- pastato sistemos;
- inovatyvių technologijų naudojimas.

Klimatas ir vietovė daro didelę įtaką pastato charakteristikoms ir energijos suvartojimui. Siekiant užtikrinti energijos vartojimo požiūriu efektyvų pastatų projektavimą, būtinas geras klimato supratimas.

Pastato apvalkalo pagrindiniai elementai yra: sienos, langai, stogas, pamatai. Vienas paprasčiausių būdų siekiant energijos vartojimo efektyvumo – atnaujinimo metu atliekamas išorinių sienų šiltinimas. Atnaujinti namo fasadai ne tik optimizuoja energijos išlaidas, bet ir sušvelnina klimatą patalpose tiek žiemą, tiek vasarą, taip pat pailgina pastato sienų ir kitų konstrukcijų eksploatavimo laiką. Atlikus pastato kompleksinį renovavimą pagal parengtus techninius ir architektūrinius projektus, akivaizdžiai pasikeičia namo išorinis vaizdas, kuris beveik prilygsta naujam namui. Visų pirma apšiltintas fasadas dengiamas nauju apdailos sluoksniu. Jis yra patvarus, ilgai išlaiko kokybišką išvaizdą ir gali būti įvairių spalvų. Antra, sumontuojami nauji langai, atrodantys kur kas patraukliau nei senieji. Tinkamai apšiltinus fasadus, patalpose pakyla oro temperatūra.

Energijos taupymo priemonių įgyvendinimas – tai greičiausiai atsiperkančios investicijos. Langų keitimas, stogų bei sienų šiltinimas reikalauja didesnių investicijų ir jų atsipirkimo laikotarpis yra ilgesnis. Įgyvendinant kompleksinę renovaciją, kai statybinės konstrukcijos suremontuojamos ir kartu apšiltinamos arba atliekama keletas skirtingų energiją taupančių ir neatidėliotino remonto priemonių, investicijos padidėja, tačiau gaunamas maksimalus efektas. Naudinga įgyvendinti kuo didesnius projektus, diegti įvairias energiją taupančias priemones, – tokiu būdu mažėja pastato šilumos sąnaudos ir išlaidos šildymui. Pastatų renovacija vien tik šilumos taupymo požiūriu nėra labai patraukli ir sudėtingai įrodoma vien tik finansiniu požiūriu. Turi būti siekiama atnaujinti ir pastatų inžinerinę techninę įrangą.

Pastato sistemos – šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo; apšvietimo; kitos pastato sistemos, naudojančios energiją (liftai ir eskalatoriai, vandens tiekimo sistemos, dujų tiekimo sistema). Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos įrengiamos, siekiant užtikrinti pastato gyventojams komfortą, saugumą ir sveiką aplinką. Dažniausiai šios sistemos naudoja daugiausiai energijos ir jų projektavimas yra įtakojamas architektūros ypatumų ir gyventojų (pastato naudotojų) poreikių. Energijos požiūriu efektyvias sistemas turi būti lengva keisti ar papildyti ateityje. Kad būtų pasiektas optimalus energijos vartojimo efektyvumas, projektuotojai turi atsižvelgti į: terminio komforto kriterijus, sistemos apkrovimo skaičiavimo metodus, sistemos charakteristikas, įrenginių eksploatavimą.

Apšvietimo sistemos pagal energijos vartojimą yra antroji sistemų grupė, po šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo. Apšvietimas turi būti projektuojamas laikantis tokių pagrindinių principų: pagrindinio ir papildomo apšvietimo derinimas, dirbtinis apšvietimas suderintas su natūraliu, energijos požiūriu efektyvių lempų naudojimas, patalpų dažymas šviesiomis spalvomis.

Inovatyvios technologijos užtikrinančios efektyvų energijos vartojimą yra šios: inovatyvus pastatų apšiltinimas, energijos taupymo požiūriu efektyvūs langai, natūralus apšvietimas, pastatų šildymas ir kondicionavimas pasitelkiant saulės energiją, saulės kolektoriai, saulės baterijos, pasyviosios pastatų šildymo sistemos, naudojančios saulės energiją, šildymo siurbiai [113–120].

3.3.2. Racionalus išteklių naudojimas

Darnios renovacijos procesu siekiama efektyviai naudoti statybines medžiagas ir gamtos išteklius, taip pat didinti pastatų naudojimo laiką ir mažinti į aplinką patenkančius atliekų kiekius. Būtina paminėti, kad atnaujinat pastatus svarbu naudoti medžiagas, kurių gamybai buvo pasitelktos ekologiškai efektyvios technologijos.

Bet kokios rūšies statybai, visų pirma, reikalingos *statybinės medžiagos*. Visas medžiagų poreikis statyboms Europoje viršija 2 trilijonus tonų per metus, todėl galime teigti, kad statyba yra daugiausiai žaliavos suvartojanti pramonės šaka. Medžiagos yra naudojamos pagrindinėse pastatų, kuriuose mes gyvename ir dirbame, dalyse, taip pat nutekamojo vandens tinkluose ir pan. Statybinės medžiagoms, dėl jų energetinių charakteristikų ir patvarumo, tenka svarbus vaidmuo užtikrinant tvarų visuomenės vystymąsi, kadangi naudojamos medžiagos turi didelės įtakos energijos suvartojimui pastate viso jo naudojimo metu. Darnios renovacijos metu svarbu atrinkti statybines medžiagas, kurios yra ne tik nekenksmingos žmogaus sveikatai, bet ir minimaliai kenkia ekologijai. Naudojimo pirmenybė buvo suteikta toms medžiagoms, kurios buvo pagamintos vietoje.

Plėtojant naujas statybines medžiagas ir jų derinius galima ženkliai pagerinti aplinką ir gyvenimo kokybę. Be statybos procese naudojamų žaliavų ir energijos, nemažiau didelės įtakos aplinkai turi ir pačių statybos medžiagų gamyba, kurios proceso metu gaunami dideli atliekų kiekiai.

Atliekos, susikaupusios statybų metu, taip pat pagaminamos konstravimo pramonėje bendrai sudaro 20–25 % nuo visų miesto šiukšlių. Jau dauguma šių šiukšlių gali būti perdirbta arba panaudota pakartotinai. Atliekų kiekio mažinimas statybų metų turi daug teigiamų savybių. Dalį atliekų (pavyzdžiui, betono) galima perdirbti ir vėl panaudoti. Plytos ir metalas gali būti naudojami ir neperdirbti. Į sąvartynus keliaujančių atliekų mažinimas – tai ir rangovo, ir šalies išteklių taupymas, ir ekologiškos aplinkos saugojimas. Kur tik įmanoma, medienos atliekos turi būti mažinamos, langai ir durys išdėstyti tokiu būdu, kad užtikrinti efektyvų rėmų ir plastikinių dailylenčių naudojimą. Konstruktoriai turi būti įtraukti į atliekų rūšiavimo programą, jie atsakingi už atliekų transportavimą iš statybų vietos. Atliekos turi būti rūšiuojamos ir, kur įmanoma, įtraukiamos į perdirbimo schemas.

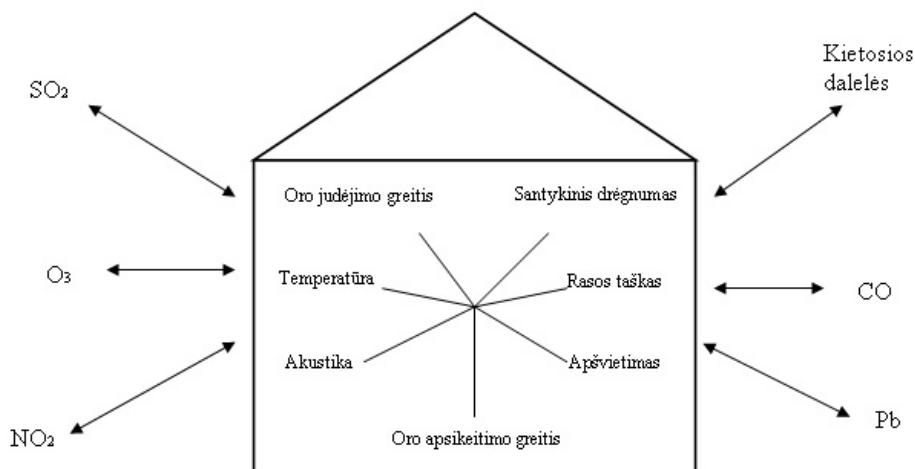
Siekiant racionalaus išteklių naudojimo būtina *ilginti pastatų naudojimo laiką*, pasitelkiant efektyvų pastatų ūkio valdymą. Esminis pastatų ūkio valdymo tikslas – mažinti bendras pastato išlaikymo išlaidas, didinti jo naudojimo trukmę bei išsaugoti vertę. Įvairios paskirties pastatų konstrukcinė sistema, inžinerinė įranga, pagrindinio verslo technologija skirtinga, skiriasi taip pat darbo režimas ir sąlygos (pvz., ligoninės, degalinės, gamyklos, mokyklos ir kt.). Todėl atskirų pastatų ūkio valdymo veikla turi savo ypatumų. Tačiau metodologiniu požiūriu galioja bendri pastatų ūkio valdymo veiklos principai. Lietuvos ūkyje pastaraisiais metais pastatų ūkio valdymas įgavo ypatingą reikšmę.

3.3.3. Rūpinimasis gyventojų sveikata

Sudėtinga kiekybiškai nustatyti, kiek mūsų gyvenimo kokybė priklauso nuo apstatytos aplinkos kokybės, t. y. kiek ji įtakoja mūsų gyvenimo ir darbo būdą. Tačiau statybų sektorius tampa pagrindiniu veiksniu, lemiančiu mūsų gyvenimo kokybę ir tvarumą. Tvarumas taip pat reiškia, kad statybos sektorius privalo dėti pastangas siekdamas patenkinti pagrindinius žmoniškuosius poreikius: vidaus aplinkos poveikis žmogaus sveikatai yra vis aktuali mokslinių tyrimų sritis.

Darbe analizuojant rūpinimosi sveikata principą remiamasi A. Kaklauskio ir A. Bagdonavičiaus Linkolno instituto (JAV) finansuojamų dviejų projektų metu [121, 122] sukurta metodologija.

Pastatas turi būti sveika ir patogi vieta gyventi bei dirbti. Tai reiškia, rūpinimąsi oro kokybe išorėje ir viduje, vandens užterštumo cheminėmis medžiagomis lygiu, apšvietimo ir triukšmo kontroliavimą, o taip pat, sveikatai nekenkiančių statybinių medžiagų naudojimą.



3.7 pav. Žmogaus sveikatą pastatuose įtakojantys išorės ir vidaus rodikliai

Geros kokybės oras patalpose gali labai pakeisti gyvenimo kokybę, ypačiai žmonėms su įvairiais sveikatos sutrikimais. Siekiant užtikrinti sveiką gyvenamąją ar darbo aplinką būtina pasirūpinti tiek išorės aplinka, tiek vidaus mikroklimatu.

Išorės aplinką labiausiai veikiančios kenksmingos medžiagos yra: sieros dioksidas, ozonas, natrio dioksidas, kietosios dalelės, anglies monoksidas, švinas.

Vidaus patalpų mikroklimatą apsprendžiantys pagrindiniai parametrai yra: oro judėjimo greitis, santykinis drėgnumas, rasos taškas, apšvietimas, oro apsikeitimo greitis, triukšmas, temperatūra.

Ketvirtame skyriuje pagrindiniai išorės ir vidaus rodikliai aprašomi plačiau, pateikiama jų analizė VGTU centrinių rūmų pavyzdžiu.

3.3.4. Aplinkos tausojimas

Jei atnaujinant pastatus paisoma anksčiau aprašytų principų, tuo pačiu užtikrinamas ir aplinkos tausojimo principas. Mažai energijos naudojančios technologijos statyboje gali sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių teršalų išmetimą į aplinką, o įdiegus naudojančias saulės energiją technologijas, sumažės išmetamų teršalų kiekis ir t. t.

Šiuolaikinės statybos naujovės skirtos tam, kad kurdamiesi žmonės, padarytų kuo mažiau žalos gamtai. Tokie pastatai, kurie ateityje leis darniai gyventi su gamta ir neapriboti komforto, vadinami „nulinės energijos“ arba „pasyviaisiais“ pastatais. Bendras jų pavadinimas – „energoefektyvieji“. Šiandien energetiškai efektyvių pastatų koncepciją sudaro du skirtingi požiūriai: 50 % koncepcija ir 0 % koncepcija. Procentai parodo energijos kiekį, kurį sunaudoja energetiškai efektyvus pastatas, lyginant su tipiniu pagal šiandieninių reglamentų

reikalavimus pastatyti pastatu. „Pasyvusis“ pastatas – viena reikšmingiausių naujų statyboje. Jis yra nepriklausomas nuo išorinių energijos šaltinių. Tai padaryti įmanoma racionaliai panaudojus namo ir vietovės, kurioje šis namas statomas, šilumos šaltinius ir energiją. Tuo atveju, jei būtų ilgai šalta, karšto vandens ir elektros tiekimas „pasyviajam“ pastatui užtikrinamas gamtinių šaltinių energijos sąskaita. Be to, maksimaliai išnaudojama buitinių prietaisų bei namo gyventojų išskiriama natūrali šiluma. Tobuliausiuose projektuose atsižvelgiama net į pasaulio šalis ir vėjo kryptį. Greta to, konstruktyvių pastato ypatybių, energiją taupančios technologijos ir labai efektyvių šilumą izoliuojančių medžiagų dėka užkertamas kelias šilumos pralaidumui. Pirmuoju „pasyviuoju“ namu tapo Aplinkos tyrimų mokslinio centro pastatas Ohajuje (JAV). Be to, projektas nuolat tobulinamas – projektuotojai mano, kad iki 2020-ųjų metų jie pastatą ištobulins taip, kad jam nebus reikalingi išoriniai energijos ir vandens šaltiniai [123–124].

3.3.5. Informavimas, informacijos prieinamumas

Kaip jau buvo minėta ankstesniame skyriuje, visuomeninių pastatų atnaujinimo procese dalyvauja įvairios sprendimus priimančios grupės ir būtent jų informavimas apie darnų renovacijos procesą yra labai svarbus. Kitas ne mažiau svarbus aspektas yra tas, kad reikalinga informacija pasiektų tikslines grupes. Skirtingų žinių apie renovacijos procesą reikia įvairioms sprendimus priimančioms grupėms, dalyvaujančioms šiame procese.

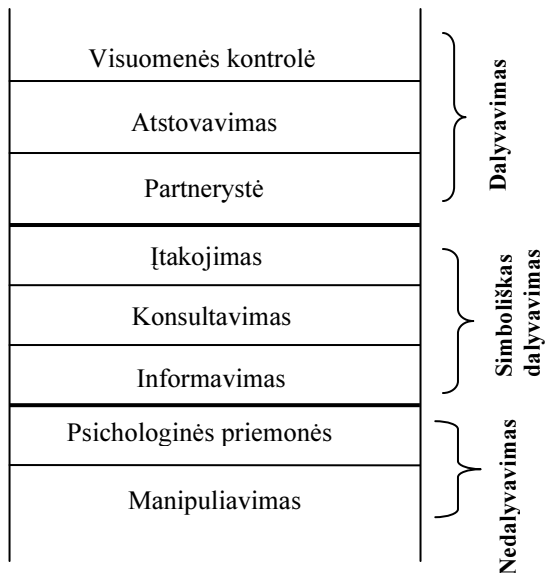
Informacijos skleidimas yra plati ir sunkaus darbo reikalaujanti bei apimanti daug įvairių funkcijų veikla. Kiekvienoje informacinėje veikloje svarbi savybė – įtraukti visus dalyvius iš administravimo, energijos vartotojų, gamintojų organizacijų, visus kam aktuali sprendžiama problema, taip pat ir visuomenę.

Visuomenės dalyvavimo planavimo procese problematiką dar 1969 metais nagrinėjo Arnstein. Ji pasiūlė visuomenės dalyvavimo priimant sprendimus „laiptelius“ (3.8 pav.), kuriuose išskyrė aštuonias pakopas ir jas suklasifikavo į tris grupes: visuomenės nedalyvavimas, simboliškas dalyvavimas ir visuomenės dalyvavimas [125].

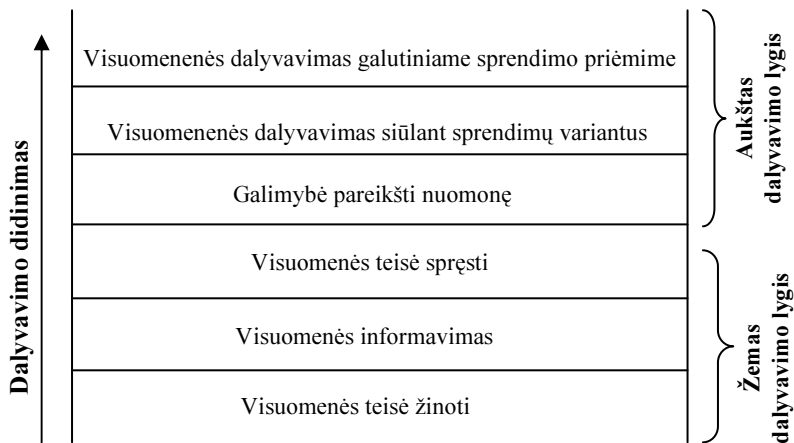
Remdamiesi šiais Arnstein sukurtais „laipteliais“ Weidemann ir Femers pateikė savo požiūrį į visuomenės dalyvavimą planavimo procese (3.9 pav.). Jų teigimu, visuomenės dalyvavimas planavimo procese (kaip ir visuomenės teisė dalyvauti priimant sprendimus) didėja priklausomai nuo informacijos lygio [126].

Svarbu atsižvelgti į faktą, kad skiriasi tikslinių grupių žinių ieškojimo aktyvumas. Kai kurios iš išvardytų priemonių labiausia tinka aktyviai ieškančioms grupėms (pvz., bendradarbiavimo tinklai, tinklalapis, straipsniai žurnaluose ir seminarai), o likusios yra skirtos bendruomenės daliai, kuri ne taip

aktyviai ieško informacijos. Akivaizdu, kad efektyvi komunikacijos strategija apima abiejų tipų priemones.



pav. Visuomenės dalyvavimo priimant sprendimus laipteliai pagal Arnstein



3.9 pav. Visuomenės dalyvavimas planavimo procese pagal Femers

Svarbu atsižvelgti į faktą, kad skiriasi tikslinių grupių žinių ieškojimo aktyvumas. Kai kurios iš išvardytų priemonių labiausia tinka aktyviai

ieškančioms grupėms (pvz., bendradarbiavimo tinklai, tinklalapis, straipsniai žurnaluose ir seminarai), o likusios yra skirtos bendruomenės daliai, kuri ne taip aktyviai ieško informacijos. Akivaizdu, kad efektyvi komunikacijos strategija apima abiejų tipų priemones.

Siekiant užtikrinti platų darnios pramonės plėtros priemonių diegimą, būtina kelti kompetencijos lygį pramonės įmonėse ir asociacijose, valdžios institucijose, finansinėse organizacijose, mokslo institucijose ir kitose organizacijose, teikiančiose konsultacijas pramonės įmonėms, bei kitoms suinteresuotoms šalims. Labai svarbus *darnios statybos klausimų sprendimas moksle*. Mokymo programos gali būti organizuojamos dviem būdais: mokymo programos universitetuose ir kvalifikacijos kėlimo kursai. Pirmasis būdas yra svarbus ilgalaikiu požiūriu ir yra skirtas būsimų specialistų ruošimui, o antrasis svarbus apmokant specialistus jau dirbančius pramonės įmonėse ar kitose su darnia pramonės plėtra susijusiose organizacijose ir institucijose. Abu būdai papildo vienas kitą ir yra vienodai svarbūs.

Ketvirtame skyriuje informacijos platinimo, prieinamumo principas iliustruojamas mokymo modulio apie inovatyvias energiją taupančias technologijas sudarymu ir jo integravimu į elektroninę mokymo sistemą.

3.4. Trečiojo skyriaus išvados

1. Autorė suformuluoja pagrindinius darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo principus: efektyvaus energijos ir racionalaus išteklių naudojimas, rūpinimasis gyventojų sveikata, aplinkos tausojimas ir informacijos prieinamumas, jos platinimas. Visi išvardinti principai yra glaudžiai susiję, vienas kitą papildo ir įtakoja bendrą efektyvumą.
2. Pagal suformuluotus principus sukurtas teorinis visuomeninių pastatų atnaujinimo modelis. Remiantis A. Kaklauskos mokslinių tyrimų pagrindu išanalizuoti veiksniai darantys įtaką modelio veiksmingumui – makro, mikro aplinka ir sprendimus priimančios grupės. Akcentuojama sprendimus priimančių grupių sąveika ir jų svarba priimant sprendimus dėl darnaus atnaujinimo proceso vykdymo.
3. Modelyje pateikta sprendimų priėmimo proceso schema, kurioje išryškėja daugiakriterinių metodų taikymo svarba, priimant pastatų atnaujinimo sprendimus. Taip pat akcentuojama informacijos apie darnų pastatų atnaujinimą platinimo svarba.

Sveikos darbo aplinkos įvertinimas atnaujinant visuomeninės paskirties pastatus

Skyrius parašytas pagal A. Kaklauskio ir A. Bagdonavičiaus [121, 122], dviejų projektų metu, finansuotų Linkolno instituto (JAV), sukurta metodologiją ir ES 6-osios bendrosios programos projekto „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ („BRITA in PuBs“, vadovas Lietuvoje A. Kaklauskas) rezultatus.

VGTU pastato aplinkoje kartu su kolegomis A. Kaklausku, D. Kalibatu, A. Paškevičiene buvo išmatuotas užterštumas anglies monoksidu, sieros dioksidu, kietosiomis dalelėmis, ozonu. Pagal A. Kaklauskio ir A. Bagdonavičiaus metodologiją, aplinkos užterštumo normas Lietuvoje ir Jungtinių Amerikos valstijų Aplinkos apsaugos agentūros pateiktą metodiką apskaičiuotas oro kokybės indeksas ir pagal jį nubraižyti teršalų ir triukšmo poveikio žmogaus sveikatai žemėlapiai VGTU teritorijoje. Taikant teršalų poveikio žmogaus sveikatai žemėlapius ir metodiką galima daryti išvadas apie tai, kokio lygio poveikį sveikatai gali daryti aplinkoje esanti teršalų koncentracija ir kokias ligas gali ji sukelti. Šioje metodikoje didžiausias dėmesys yra skiriamas širdies, kraujagyslių ir kvėpavimo takų ligoms [3A].

Pastato viduje kartu su kolegomis vadovaujant A. Kaklauskui buvo matuojami parametrai: oro judėjimo greitis, oro apsikeitimo kiekis, santykinis

drėgnumas, temperatūra, rasos taškas, apšviestumas šviesiuoju paros metu. Mikroklimato analizė gana išsamiai parodė, ar patalpų temperatūra, apšviestumas, esamo oro keitimosi ir judėjimo greičiai atitinka galiojančias normas. Turėdami vidaus mikroklimato rezultatus galime tinkamai parinkti patologiją ir sveiką darbo aplinką [3A].

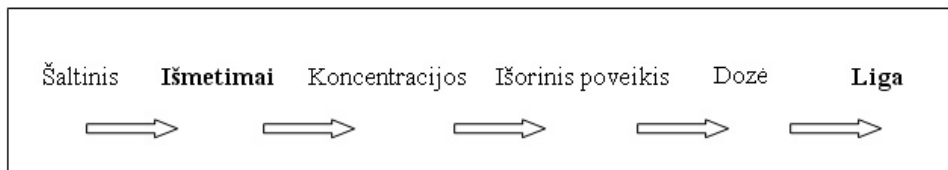
Toliau skyriuje pateikiamas darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo teorinio modelio praktinio realizavimo pavyzdys. Pagal sukurtą metodiką ir matavimų rezultatus atliktas racionalus patalpų paskirstymas. To paskirstymo pagrindas yra daugiatikslė optimizacija remiantis atliktais patalpų išorės ir vidaus aplinkos parametrų matavimais.

4.1. Pastato išorės aplinka

Pastatas yra atvira sistema – į jį iš aplinkos nuolat patenka oras, vanduo, žmogui reikalingi daiktai, maistas, energija. Oras, vanduo, kitos medžiagos, atliekos, pašalinamos iš namo į aplinką. Į pastatą patenkantis užterštas oras gali įtakoti vidaus patalpų mikroklimatą ir sveikos darbo aplinkos kūrimą. Europos Parlamento rezoliucijoje dėl 2004–2010 m. Europos veiksmų plano, skirto aplinkos apsaugai ir sveikatai, teigiama, kad vienas iš trijų vaikų ligų, kuriomis suserga asmenys nuo gimimo iki 19 metų amžiaus, atvejų Europos Sąjungoje gali būti susietas su aplinkos faktoriais. Per paskutinius 20 metų žymiai padaugėjo kvėpavimo takų infekcijų atvejų. Pagrindinė jaunesnių kaip 5 metų vaikų mirtingumo priežastis yra išorės bei patalpų oro tarša [127].

4.1.1. Oro užterštumo poveikis žmonių sveikatai

Oro teršalų poveikis žmogui gali būti pavaizduotas tokia schema (4.1 pav.) [128]:



4.1 pav. Oro teršalų poveikis žmogui

Pagrindinių oro teršalų poveikis sveikatai:

Anglies monoksidas (CO) yra toksinės dujos išmetamos į atmosferą degimo procesų metu arba oksiduojantis angliavandeniliams bei kitiems organiniams junginiams. Europos miestuose beveik visas CO kiekis (90 %) susidaro dėl kelių transporto priemonių. Likusi dalis iš gyvenamųjų namų, komercinių pastatų ir

katilinių. Šis junginys atmosferoje išsilaiko apie mėnesį, po to oksiduojasi į anglies dioksidą (CO_2). Pagrindinė taršos CO mažinimo priemonė yra taršos dėl kelių transporto mažinimas [128].

Organizme CO stabdo deguonies pernešimą kraujyje. Tai sumažina į širdį patenkantį deguonies kiekį. Tai ypač svarbu žmonių, kenčiančių nuo širdies ligų, sveikatai. Esant didesnėms nei nustatyta CO koncentracijoms ore: pasunkėja stenokardijos eiga, sumažėja fizinio krūvio toleravimas sergantiems periferinių kraujagyslių ir plaučių ligomis, išauga centrinės nervų sistemos funkciniai sutrikimai. Didelis anglies monoksido kiekis kenkia širdies veiklai, didina kraujo krešulių susidarymo tikimybę ir kelia pavojų nėščių moterų vaisiaus vystymuisi [129, 130].

Sieros dioksidas (SO_2) yra dujos, kurios besijungdamos su vandens garais atmosferoje suformuoja rūgščius lietus. Ir šlapi ir sausi teršalo išmetimai yra kenksmingi: naikina augmeniją, blogina dirvos, statybinių medžiagų ir vandens telkinių kokybę. SO_2 aplinkos ore taip pat gali paveikti žmogaus sveikatą. Teršalų koncentracijos padidėjimui ypač jautrūs asmenys, kenčiančius nuo astmos ir chroniškų plaučių ligų. Netgi vidutinės SO_2 koncentracijos gali nulemti astma sergančių asmenų plaučių funkcijų pablogėjimą: sunkumas krūtinėje, kosulys, o astma sergančių žmonių plaučių funkcijos gali būti pažeidžiamos taip, kad net prireikia medikų pagalbos. Tarša SO_2 yra pavojingesnė, kai kietųjų dalelių ir kitų teršalų koncentracijos ore yra didelės. Pagrindinis SO_2 šaltinis yra sieros turinčio organinio kuro, dažniausiai anglies ir naftos produktų, deginimas [126]. Esant didesnėms nei nustatyta SO_2 koncentracijoms ore paūmėja bronhospazmai, dusulys, pasunkėja kvėpavimas [130].

Azoto oksidai formuojasi aukštoje temperatūroje vykstančiuose degimo procesuose azotui oksiduojantis ore arba kure. Pagrindinis azoto oksidų – azoto oksido (NO) ir azoto dioksido (NO_2), kitaip tariant – azoto oksidų (NO_x) – šaltinis yra kelių transportas. Transportas išmeta apie pusę azoto oksidų kiekio Europoje. Todėl didžiausios NO ir NO_2 koncentracijos susidaro miestuose, kur eismo intensyvumas didžiausias [130].

NO_2 gali dirginti plaučius ir sumažinti atsparumą kvėpavimo takų infekcijoms. Nuolatinis arba dažnas poveikis NO_2 koncentracijomis, kurios yra daug didesnės nei normaliai aplinkos ore aptinkamos koncentracijos, gali padidinti aštrių kvėpavimo takų susirgimų skaičių tarp vaikų [132].

Kietosios dalelės į orą išmetamos labai skiriasi savo fizine ir chemine sudėtimi. Skirtingi yra dalelių dydžiai ir jų išmetimo šaltiniai. KD10 dalelės (kurių dydis ore yra mažesnis nei 10 μm) kelia didžiausią susirūpinimą. Jos yra pakankamai mažos ir gali prasiskverbti giliai į plaučius ir tokiu būdu sukelti didelę grėsmę žmogaus sveikatai. Šiuo metu KD2.5 dalelės (kurių dydis ore yra mažesnis nei 2,5 μm) laikomos sukeliančiomis dar didesnę grėsmę sveikatai. Didesnės dalelės nėra tiesiogiai įkvėpiamos. Jos iš oro pakankamai efektyviai gali būti pašalinamos sedimentacijos būdu. KD10 ir KD2.5 į orą išskiriamos iš

dviejų pagrindinių šaltinių tipų. Pirmasis šaltinių tipas yra tiesioginis kietųjų dalelių išmetimas į orą iš daugybės šaltinių, tokių kaip kuro deginimas (transportas, energijos gavyba, pramonė), dirvos erozija, vėjo pustosios dulkės ir mechaninis smulkinimas (pavyzdžiui, statybos). Iš šių šaltinių išmetamos kietosios dalelės vadinamos „pirminėmis“. Antrasis šaltinių tipas tai kietųjų dalelių formavimasis atmosferoje tarpusavyje reaguojant kitiems teršalams, pvz. sieros dioksidui, azoto oksidams ir amoniakui, kurie suformuoja kietus sulfatus ir nitratus, bei lakiuosius organinius junginius (LOJ). Jiems oksiduojantis susidaro organiniai aerosoliai. Smulkiosios dalelės gali būti pernešamos giliai į plaučius, kur jos gali sukelti uždegimą ir pabloginti žmonių, sergančių širdies ar plaučių ligomis, būklę. Be to, į plaučius jos gali pernešti kancerogeninius junginius. Kasdieniai PM10 arba PM2.5 dalelių koncentracijos ore pokyčiai siejami su mirties atvejų pokyčiais, hospitalizacijos dėl kvėpavimo takų ir širdies veiklos sutrikimų bei astmos simptomų skaičiumi [130].

Esant didesnėms nei nustatyta kietųjų dalelių koncentracijoms ore paūmėja bronchinė astma, lėtiniai bronchitai, susilpnėja plaučių funkcijos, padidėja akių dirginimas, sumažėja vidutinės būsimos žmogaus gyvenimo trukmė. Kietosios dalelės perneša įvairius mikroorganizmus. Jie gali sukelti infekcines ligas [130].

Ozonas, priešingai nei kiti aukščiau paminėti teršalai, nėra tiesiogiai išmetamas į atmosferą. Jis yra antrinis teršalas, susidarantis reaguojant NO₂, angliavandeniliams ir veikiant saulės šviesai. Paprastai tai yra regionų ar dar stambesnio masto reiškinys. Ozono koncentracija miestuose yra didesnė nei kaimų teritorijoje. Miestuose išmetami dideli NO kiekiai. Jie įtakoja vietinę ozono koncentraciją. Saulės šviesa suteikia ozonui susiformuoti reikalingos energijos, todėl didelės ozono koncentracijos paprastai aptinkamos šiltomis saulėtomis vasaros dienomis. Ozonas dirgina plaučius, sužadina astmos ir plaučių ligų simptomus šiomis ligomis sergantiems žmonėms. Tarša ozonu gali būti mažinama regiono, valstybės ir tarptautiniu lygiu mažinant taršą LOJ [130].

Esant didesnėms nei nustatyta ozono koncentracijoms ore pablogėja plaučių funkcijos, padidėja kvėpavimo takų jautrumas, paūmėja kvėpavimo sistemos ligos (bronchitų, pneumonijų, astmos), pasunkėja jų eiga, padidėja hospitalinis sergamumas ir mirtingumas dėl kvėpavimo sistemos ligų [130].

4.1.2. Triukšmo poveikis sveikatai

Triukšmo poveikį žmogui galima suskirstyti į dvi grupes:

- triukšmo įtaka klausai;
- triukšmo poveikis visam organizmui, žmogaus veiklai.

Žmogaus klausą labai neigiamai veikia vidutinio ir aukšto dažnio pastovūs siaurajuosčiai ir impulsiniai triukšmai.

Triukšmas veikdamas ilgą laiką, gali pažeisti klausą. Tai priklauso nuo triukšmo lygio ir poveikio laiko. Pavyzdžiui, dirbant 35 metus 90 dBA triukšmo

lygyje, klausos praradimo rizika lygi 20 %. Dirbant tą patį laiką 85 dBA lygio triukšme, rizika sumažėja ir yra 9 %. Klausos pažeidimas dėl triukšmo poveikio darbe sukelia daugiau negu trečdalį visų ligų. Pagrindinis šios ligos simptomas yra girdimumo ribos padidėjimas, kuris apibūdinamas kaip kurtumas [128].

Triukšmas veikia ne tik klausą, bet ir visą organizmą. Tokie susirgimai kaip hipertenzija, opaligė, neurozės, o kartais virškinimo sistemos sutrikimai, odo ligos, susiję su nervų sistemos nusilpimu. Triukšminga aplinka darbo ar poilsio metu erzina, sukelia nuovargį, susilpnina dėmesį, sulėtina psichines reakcijas, vargina nervų sistemą ir gali būti minėtų susirgimų priežastis.

Triukšmingoje aplinkoje sunku bendrauti, girdėti garsinius signalus, įsiminti reikšmingą informaciją, susikaupti. Triukšmas slopina norą suteikti pagalbą, padidina agresyvaus elgesio tikimybę. Triukšmo poveikį organizmui sustiprina kiti žalingi veiksniai – netinkami mikroklimato parametrai, kenksmingos medžiagos, virusai ir pan. [131].

4.1.3. Oro užterštumo ir triukšmo žemėlapių sudarymas VGTU teritorijoje

Siekiant supaprastinti supratimą apie oro kokybę JAV Aplinkos apsaugos agentūra sukūrė Oro kokybės indeksą (AIQ – Air Quality Index). Indeksas taikomas, siekiant supažindinti visuomenę su informacija apie aplinkos oro kokybę, įtaka sveikatai, priklausomai nuo skirtingo oro užterštumo lygio. Taip pat pateikiama informacija kaip galima apsaugoti sveikatą, kai užterštumas pasiekia pavojingą sveikatai lygį. Šis indeksas nustatomas penkiems pagrindiniams teršalams – ozonui, kietosioms dalelėms, anglies monoksidui, sieros dioksidui ir azoto dioksidui. Kiekvienam iš šių teršalų Aplinkos apsaugos agentūra nustatė žmonių sveikatą apsaugos standartus.

Oro kokybės indekse, kuo didesnis oro kokybės indekso reikšmė, tuo didesnis oro užterštumo lygis ir tuo jis pavojingesnis žmonių sveikatai. Pavyzdžiui, oro kokybės indekso reikšmė 50 atitinka gerą oro kokybę, su galimu mažu poveikiu visuomenės sveikatai, tuo tarpu indeksas 300 atitinka rizikingą oro kokybės reikšmę.

Indekso reikšmė 100 paprastai atitinka nacionalinį oro kokybės standartą teršalui, kurio lygį Aplinkos apsaugos agentūra nustatė kaip visuomenei pavojingą. Oro kokybės indekso reikšmės mažesnės nei 100 dažniausiai laikomos patenkinamomis. Kai indekso reikšmės yra didesnės nei 100, oro kokybė laikoma nesveika – pirmiausiai tam tikroms jautrioms visuomenės grupėms, o indekso viršijus tam tikras ribines reikšmes – kiekvienam.

Kaip jau buvo minėta anksčiau, oro kokybės indeksas padeda suprasti kokią įtaką oro kokybė daro sveikatai. Kad tai suprasti būtų paprasčiau, oro kokybės indekso reikšmės yra suskirstytas į šešias kategorijas (4.1 lentelė) [132].

4.1 lentelė. Oro kokybės indekso reikšmės

Oro kokybės indekso reikšmės	Poveikio sveikatai lygis	Spalva	Perspėjimas
nuo 0 iki 50	Geras	Žalia	Poveikis žmogaus sveikatai nepastebimas.
nuo 51 iki 100	Pakenčiamas	Geltona	„Jautriosios“ grupės gali patirti diskomfortą ir pasunkėjusio kvėpavimo simptomus. Pablogėja širdies darbas žmonėms sergantiems širdies nepakankamumo ligomis ir senyvo amžiaus žmonėms.
nuo 101 iki 150	Nesveikas jautrioms visuomenės grupėms	Oranžinė	Žmonėms sergantiems kvėpavimo takų ligomis pasireiškia kvėpavimo sutrikimai ir diskomfortas, „jautriosios“ grupėms gali pablogėti širdies darbas, paūmėti plaučių ligos.
nuo 151 iki 200	Nesveikas	Raudona	Kvėpavimo apsunkinimas visoms tikslinėms grupėms. Pablogėjęs širdies darbas ir priešlaikinių mirčių skaičius tarp vyresnio amžiaus žmonių ir sergančių širdies nepakankamumo ligomis. Didelė galimybė susirgti širdies ligomis visoms tikslinėms grupėms.
nuo 201 iki 300	Labai nesveikas	Violetinė	Sunkūs kvėpavimo sutrikimai vaikams ir suaugusiems žmonėms, sergantiems kvėpavimo takų ligomis. Didelis širdies darbo pablogėjimas ir kraujagyslių ligos. Labai didelė galimybė susirgti plaučių ligomis. Žmonėms sergantiems širdies ligomis gali pasireikšti didelis skausmas širdies plote.
nuo 301 iki 500	Pavojingas	Ruda	Labai sunkūs kvėpavimo sutrikimai vaikams ir suaugusiems, sergantiems kvėpavimo takų ligomis. Rimtai širdies darbo sutrikimas, gali paūmėti kraujagyslių ligos. Kvėpavimo sutrikimo pavojus ir didelis išsekimas visoms grupėms.

Kiekviena kategorija atitinka skirtingą poveikio sveikatai lygį. Šeši poveikio sveikatai lygiai aiškinami taip:

„Geras“. Oro kokybės indekso reikšmė yra tarp 0 ir 50. Oro kokybė yra laikoma gera ir oro užterštumas yra mažas arba nerizikingas.

„Vidutinis“. Oro kokybės indekso reikšmė yra tarp 51 ir 100. Oro kokybė yra pakankama, tačiau kai kurie teršalai gali turėti tam tikrą nedidelį poveikį mažai žmonių grupei. Pavyzdžiui, žmonės, kurie yra neįprastai jautrūs ozonui, gali patirti kvėpavimo sutrikimo simptomus.

„Nesveikas jautrioms visuomenės grupėms“. Kai oro kokybės indekso reikšmės yra tarp 101 ir 105 „jautrios“ visuomenės grupės gali patirti sveikatos sutrikimus. Tai reiškia, kad šios grupės yra paveikiamos mažesnėmis teršalų normomis. Pavyzdžiui, žmonės, sergantys plaučių ligomis, patiria didesnę riziką būdami aplinkoje užterštoje ozonu, o tuo tarpu žmonės, sergantys plaučių arba širdies ligomis, patiria didesnę riziką būdami aplinkoje užterštoje kietosiomis dalelėmis. Kitos visuomenės grupės neturėtų būti veikiamos, kai oro kokybės indeksas yra šiose ribose.

„Nesveikas“. Kiekvienas gali patirti kažkokį poveikį sveikatai, kai indekso reikšmės yra tarp 151 ir 200. Jautrios grupės gali patirti rimtesnį poveikį sveikatai.

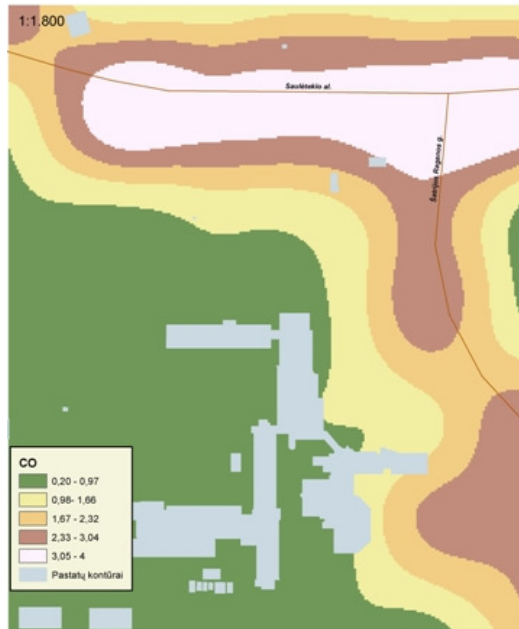
„Labai nesveikas“. Indekso reikšmės svyruoja tarp 201 ir 300. Kiekvienas gali patirti rimtesnį poveikį sveikatai.

„Rizikingas“. Indekso reikšmės yra virš 300 ribos. Pavojinga visoms visuomenės grupėms. Iškyla nepaprastosios padėties pavojus [132].

Naudojant teršalų poveikio žmogaus sveikatai žemėlapi ir metodiką galima daryti išvadas apie tai, kokio lygio poveikį sveikatai gali daryti aplinkoje esanti teršalų koncentracija ir kokias ligas gali ji sukelti. Šioje metodikoje didžiausias dėmesys yra skiriamas širdies, kraujagyslių ir kvėpavimo takų ligoms. Anksčiau minėtųjų teršalų poveikis yra nustatomas tam tikroms žmonių grupėms, kurių iš viso yra keturios, t. y. „Jautrioji“ – žmonės jau sergantys širdies, kraujagyslių ir kvėpavimo takų ligomis, vaikai, suaugę ir senyvo amžiaus žmonės. Taigi pagal tam tikrą indekso vertę yra priskiriami tokie galimi teršalų poveikiai ir ligos.

Indekso reikšmės skaičiuojamos kiekvienam teršalui tam tikroje vietovėje (ozonui, kietosioms dalelėms, anglies monoksidui, sieros dioksidui ir azoto dioksidui). Reikšmės pateikiamos lentelėje kiekvienam teršalui, nurodama kokios žmonių grupės prie tam tikros užterštumo reikšmės atsiduria pavojuje.

Remiantis A. Kaklauskio ir A. Bagdonavičiaus Linkolno instituto (JAV) finansuotų dviejų projektų metu [121, 122] sukurta metodologija, aplinkos užterštumo normomis Lietuvoje ir Jungtinių Amerikos valstijų Aplinkos apsaugos agentūros pateikta metodika [134] buvo apskaičiuotas oro kokybės indeksas. Juo remiantis nubraižyti teršalų ir triukšmo poveikio žmogaus sveikatai žemėlapiai. Žemėlapiai sudaryti keturiems pagrindiniams teršalams – sieros dioksidui, anglies monoksidui, kietosioms dalelėms ir ozonui (4.2–4.6 pav.) – VGTU pastato aplinkoje (Saulėtekio al. 11).



4.2 pav. Užterštumo anglies monoksidu žemėlapis [133]



4.3 pav. Užterštumo kietosiomis dalelėmis žemėlapis [133]

Kaip matome iš pateikto žemėlapio (4.2 pav.), užterštumas anglies monoksidu didžiojoje pastato teritorijoje leistinių normų neviršija ir pavojaus žmonių sveikatai nesukelia. Didžiausios anglies monoksido koncentracijos yra netoli gatvės.

Kaip matome iš 4.3 paveikslo užterštumas kietosiomis dalelėmis pastato teritorijoje leistinių normų neviršija ir pavojaus žmonių sveikatai nesukelia. Didžiausios anglies monoksido koncentracijos yra netoli gatvės.

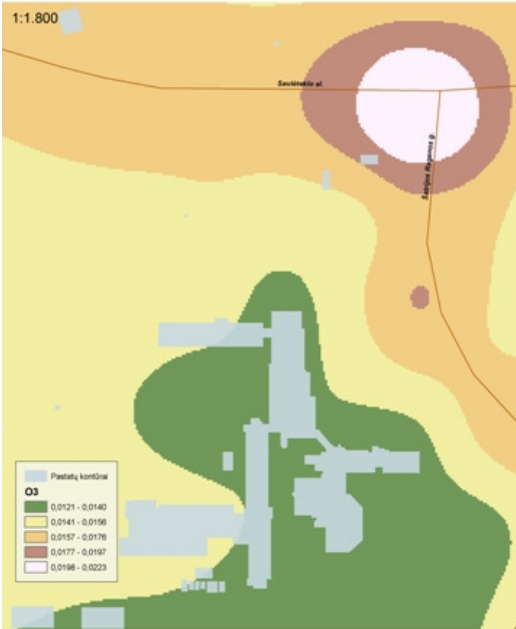


4.4 pav. Užterštumo sieros dioksidu žemėlapis [133]

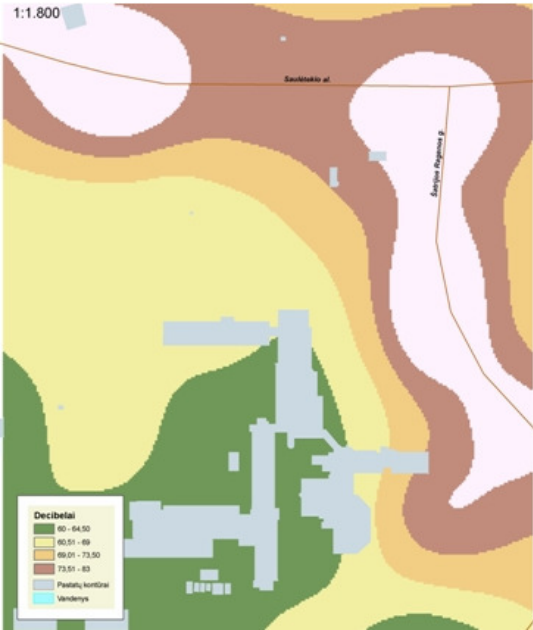
Iš 4.4 paveikslo matyti, kad didžiausios sieros dioksido koncentracijos yra netoli gatvės, ir kai kurios pastato dalys patenka į lengvai pavojingą zoną. Šioje zonoje žmonėms sergantiems kvėpavimo takų ligomis pasireiškia kvėpavimo sutrikimai ir diskomfortas, „jautriosioms“ grupėms gali pablogėti širdies darbas, paūmėti plaučių ligos.

Užterštumas ozonu (4.5 pav.) kaip ir užterštumas sieros dioksidu nagrinėjamo pastato teritorijoje viršijamas neženkliai, bet „jautriosios“ grupės jau gali pajusti diskomfortą.

Taip pat ir triukšmas nagrinėjamo pastato teritorijoje viršija leistinus reikalavimus (4.6 pav.):



4.5 pav. Užterštumo ozonu žemėlapis [133]



4.6 pav. Triukšmo žemėlapis [133]

Pagal pateiktus žemėlapius (4.2–4.6 pav.) galime daryti išvadą, kad kol kas oro kokybė VGTU pastato teritorijoje yra geros arba patenkinamos būklės. Pastebima, kad šalia gatvės esant didesniam oro užterštumui, oro kokybė iš geros pereina į patenkinamą. O tai reiškia, kad šalia gatvės gyvenantiems žmonėms, nuolat patiriantiems teršalų poveikį, gali pasireikšti diskomfortas ir pasunkėjęs kvėpavimo simptomai, tai ypač aktualu „jautriosioms“ grupėms. Taip pat apsunkinamas širdies darbas žmonėms sergantiems širdies nepakankamumo ligomis ir senyvo amžiaus žmonėms. Taip pat derėtų paminėti, kad šalia kelio paskaičiuotos oro kokybės indekso reikšmės daug kur buvo ties trečiojo intervalo riba. Ši riba apibūdinama, kaip kenksminga „jautrioms“ visuomenės grupėms. Tai būtina įvertinti priimant sprendimus.

Prognozuojant mobiliųjų taršos šaltinių kiekio augimą Lietuvos miestuose ateityje, galima daryti išvadas, kad indekso vertės gali augti ir tikslinių grupių ratas gali išsiplėsti.

4.2. Pastato vidaus aplinka

Darbo aplinkos mikroklimatą sudaro: oro temperatūra, santykinė oro drėgmė, oro judėjimo greitis, oro kaita, slėgis, apšviestumas. Visi šie parametrai ypač svarbūs darbingumui, žmogaus šilumos apykaitai, organizmo šiluminei pusiausvyrai.

4.2.1. Pagrindiniai parametrai, darantys įtaką patalpų mikroklimatui

Pagrindiniai pastato vidaus parametrai, darantys įtaką žmogaus darbingumui ir optimalios jų normos, užtikrinančios sveiką darbo aplinką, yra šie:

Oro judėjimo greitis ir oro kaita. Oro judėjimas yra būtinas patalpose, nes jeigu mes nejaučiame kad ir nežymaus oro judėjimo ar slėgio skirtumo į mūsų audinius, jaučiame tvanką, blogėja savijauta ir darbingumas. Oro kaita padeda pašalinti iš patalpų įvairius teršalus, antropodujas, dulkes ir mikroorganizmus. Todėl patalpose oras turėtų keistis ne mažiau 3 kartų per valandą. Kadangi mūsų pastatai nėra hermetiški, oras dėl temperatūrų bei slėgių skirtumo sienose bei per visus įmanomus plyšius natūraliai keičiasi 1 kartą per valandą. Todėl įrengiant ortakius, viršulangių ir kitas priemones padidinti oro kaitą patalpose nėra sudėtinga [135].

Oro drėgmė darbo vietose charakterizuoja santykinę oro drėgmę. Tai santykis absoliučios ir maksimalios drėgmės, esant konkrečioms temperatūros sąlygoms. Santykinė oro drėgmė parodo vandens garų svorio santykį procentais duotame oro tūryje su maksimaliai prisotinto oro vandens garų svoriu atitinkamoje temperatūroje. Optimali santykinė drėgmė darbo patalpose turi būti

40–60 %. Tai priklauso nuo oro temperatūros. Didelė santykinė drėgmė, esant žemai temperatūrai gali sukelti organizmo peršalimą, o esant aukštai temperatūrai – organizmo perkaitimą [131]. Jeigu oro drėgmė didesnė, didesnis tai drėgno oro šilumos laidumas sudaro geras sąlygas sušalti, jei oras vėsus, arba perkaisti karštoje aplinkoje. Be to, didesnė oro drėgmė sudaro palankias sąlygas įvairiems mikroorganizmams gyvuoti. Drėgmės kondensacija ant vėsesnių paviršių sudaro nemalonų drėgmės jutimo jausmą. Esant mažesnei oro drėgmei šilumos atidavimas laidumu žymiai sumažėja, todėl ir oro temperatūra gali būti kiek žemesnė. Intensyviau garuojant drėgmei nuo kūno paviršiaus, atsiranda odos ir gleivinių džiuvinimo jausmas. Džiūnant kvėpavimo takų gleivinėms, jos praranda savo barjerines savybes ir ilgai gali nebeapsaugoti nuo ore esančių mikroorganizmų poveikio. Tokią situaciją gali sukelti patalpose esantis didelis šildymo elementų paviršius arba oro šildymas kalorifieriais ir įpūtimas per ventiliacijos kanalus į patalpas [135].

Oro temperatūra. Efektyvi oro temperatūra – tai tokia temperatūra, kurią žmogus jaučia orui nejudant esant tam tikrai santykiniai drėgmei. Ekvivalentiškai efektyvi oro temperatūra yra tokia temperatūra, kurią žmogus jaučia, esant tam tikrai santykiniai oro drėgmei, judant orui įvairiu greičiu. Patalpos ir darbo zonos temperatūra turi būti reguliuojama, kad jos svyravimai neveiktų žmogaus organizmo. Darbo patalpų temperatūra turi būti ne aukštesnė kaip +28 °C, nes aukštesnėje temperatūroje sutrinka organizmo termoreguliaciniai procesai. Karštame ore žmogaus organizmas perkaista, pavargsta, sutrinka medžiagų apykaitos procesas, sulėtėja reakcija, padidėja traumų pavojus. Esant žemai temperatūrai sulėtėja kraujo apytaka, rankų ir kojų judrumas, žmogaus organizmas gali peršalti [131, 135].

Rasos taškas – tai tokia temperatūra, kai garai virsta vandeniu. Patalpose, svarbu kokiai esant paviršiaus atitvarų temperatūrai pradeda rinktis kondensatas ant sienų. Rasos taškas priklauso nuo oro temperatūros, santykinės drėgmės, oro slėgio [136].

Apšvietumas yra labai svarbus darbo vietos kokybę įtakojantis faktorius. Higienos normas atitinkantis darbo vietų apšvietimas sudaro geras darbo sąlygas, mažina darbuotojų nuovargį, užtikrina atliekamų darbų kokybę. Blogas apšvietimas padidina nelaimingų atsitikimų skaičių, kenkia dirbančiųjų sveikatai. Dėl nuolatinės akių įtampos pablogėja regėjimas. Tinkamai įrengtas apšvietimas turi racionaliai nukreipti srautą, nesudaryti šešėlių, neakinti dirbančiojo [131].

4.2.2. Nagrinėjamų VGTU patalpų mikroklimato analizė

Patalpų mikroklimato analizė gana išsamiai parodo, ar patalpų temperatūra, apšvietumas, esamo oro keitimosi ir judėjimo greičiai atitinka galiojančias normas. Turėdami vidaus mikroklimato matavimų rezultatus galime tinkamai parinkti patogią ir sveiką darbo aplinką [136].

VG TU patalpų mikroklimato matavimai buvo atlikti, kartu su kolektyvu vadovaujant A. Kaklauskui, septyniuose centrinių rūmų kabinetuose ketvirtame aukšte ir aštuoniuose kabinetuose penktame aukšte (planai pateikiami A priede) [134]. Analizei kabinetai buvo atrinkti taip, kad būtų įvertintos įvairios sąlygos. Parinkti kabinetai skirtingose pastato dalyse, taip pat, kad langai būtų nukreipti į skirtingas puses, tiek iš kiemelio, tiek iš gatvės pusės, nes būtent tai gali įtakoti matavimo rezultatus.

Tyrimai buvo atlikti 2006 metais kovo mėnesį (matavimo laiko intervalas matomas grafikuose). Buvo matuojama su aplinkos sąlygų matuokliu MI 6201 EU (firma „Metrel“), kuris turi kalibravimo sertifikatą. Gauti grafikai, kurie parodo (lentelė 4.2) [136]:

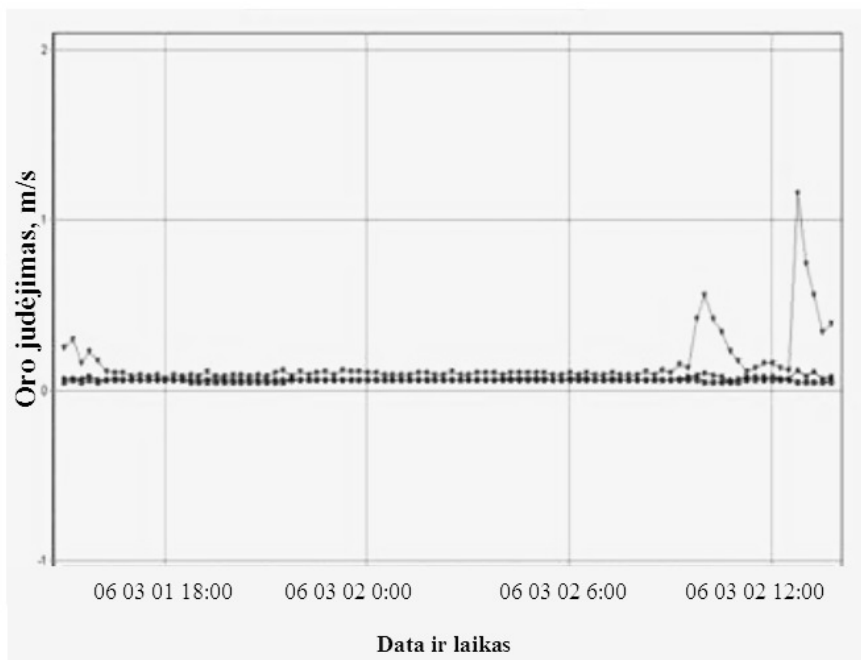
- oro keitimąsi patalpoje;
- oro drėgmę;
- oro srauto judėjimą;
- oro temperatūrą;
- rasos tašką;
- apšviestumą.

Šiais tyrimais siekiama išanalizuoti pastatų vidaus klimato būklę:

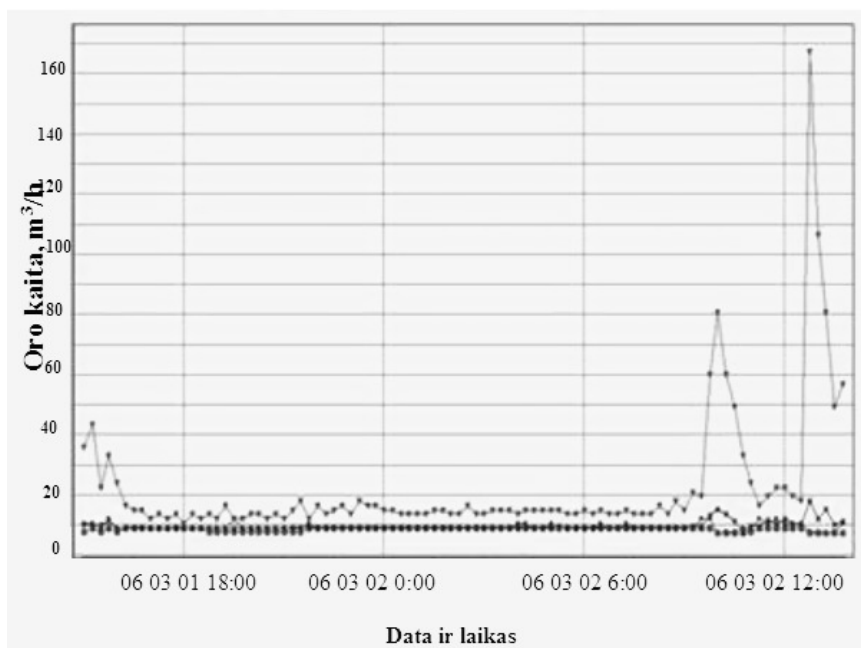
4.2 lentelė. Mikroklimato parametrų matavimo rezultatų suvestinė [134]

Kabineto Nr. (i)	Oro judėjimo greitis, m/s	Oro apskaitimo kiekis, m ³ /h	Santykinė oro drėgmė, %	Oro temperatūra, °C	Rasos taškas, °C	Apšviestumas (šviesiuoju paros metu), lux
401	0,05	7,1	24	17	3	10 000
402	0,05	7	22	16	-3	12 000
405	0,05	7,5	21	21	-1,5	3 000
406	0,05	7,2	28	19	-1	4 000
407	0,05	7,3	30	21	2	4 000
432a	0,05	7,2	28	21	2	500
432b	0,05	7,5	30	20	2	900
501	0,075	9	27	20	-1	4 000
510	0,12	15	30	20	2	2 400
511	0,2	25,5	20,5	22	-1	3 500
512	0,11	19	22	20	-1	4 000
515	0,12	19	28	21	2	6 500
517	0,12	10	21	24	0	1 500
519	0,2	27,5	31	20	2,5	4 000
521	0,14	19	25,5	20,5	0	2 500

Kiekvienos patalpos mikroklimatas gali būti aprašomas kaip, kad atliekama 517 kabineto pavyzdžiu. NAGRINĖJAMUOSE grafikuose vertikali ašis parodo matuotų parametrų reikšmes, horizontali ašis – tyrimo laiko intervalą. Maksimalios reikšmės žymimos raudona spalva, minimalios – žalia, o vidutinės – mėlyna.



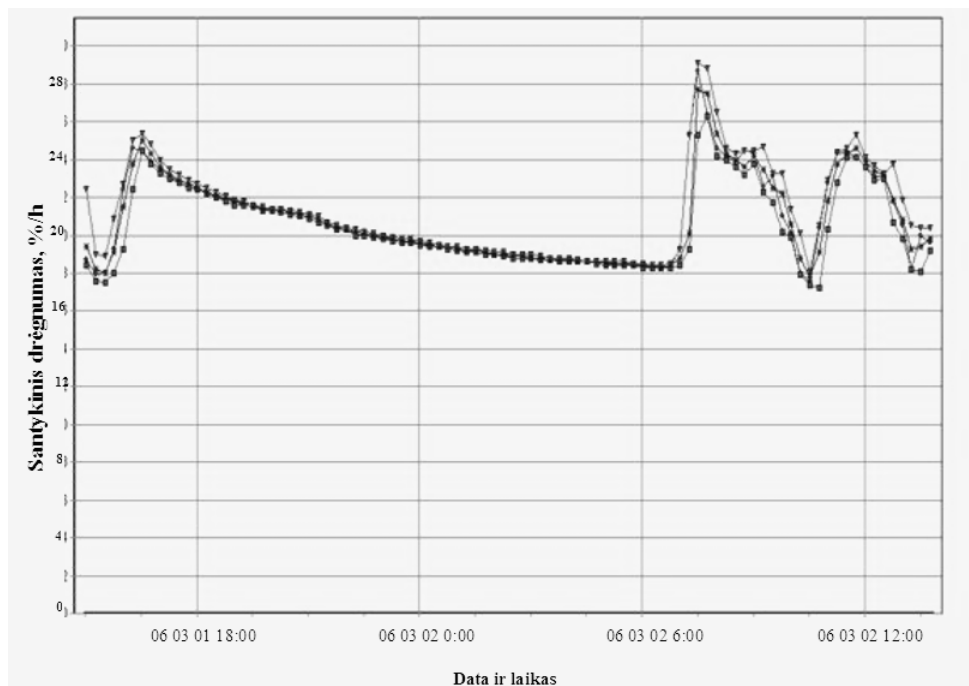
4.7 pav. Oro judėjimo greičio grafikas [134]



4.8 pav. Oro kaitos grafikas [134]

4.7 paveikslėlyje pateikiamas oro judėjimo greičio grafikas. Matome, kad oro judėjimo greitis praktiškai nekinta ir išlieka pastovus beveik visą laiką 0,095 m/s (4.7 pav.), tai tenkina galiojančias aplinkos parametrų normuojamas vertes, kurios nustato, kad oro judėjimo greitis neturi viršyti 0,15 m/s [137]. Yra keli maksimumų šuoliai, kur oro judėjimo greitis viršija normas, pasiekdamas iki 0,5–1 m/s. Iš grafiko matyti, kad išauga tik maksimumo kreivė, o minimumo ir vidurkio kreivės praktiškai nesikeičia, nes šie šuoliai atsirado dėl skersvėjų, kai trumpam atidaromos durys ar langai. Taigi gali būti daroma išvada, kad nėra nukrypimų nuo normų.

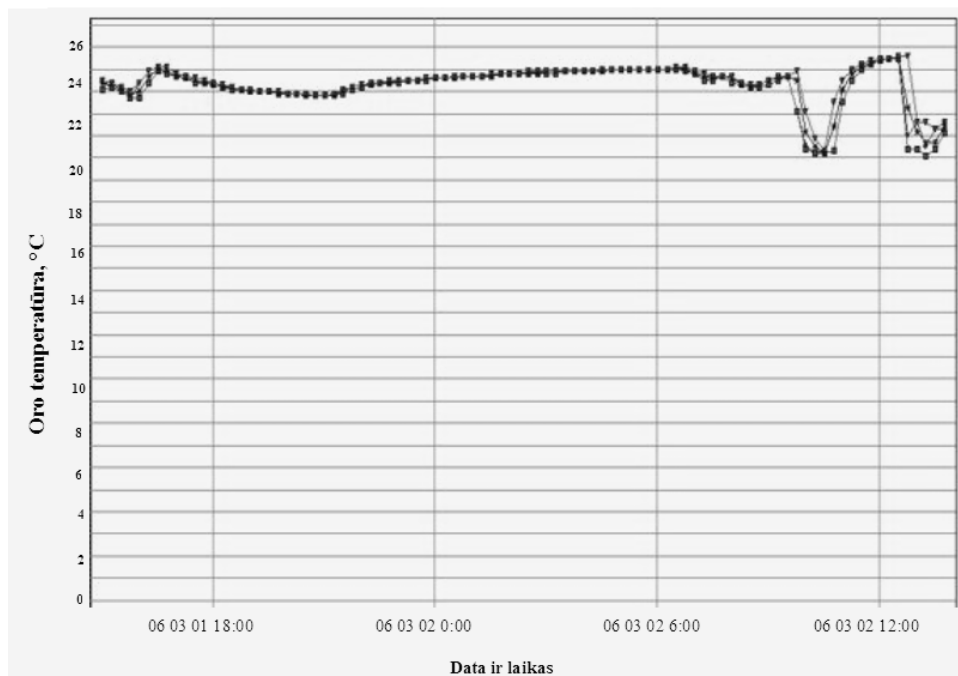
Grafikas, pateiktas 4.8 paveikslėlyje yra panašus į oro judėjimo greičio grafiką ir parodo, kaip intensyviai patalpoje apsieičia esamas oras. Oro apsieitimo greitis patalpoje apie 10 m³/h. Pagal normas turi būti 15 m³/h [137]. Taigi yra oro apsieitimo greitis yra nepakankamas, ir reikalinga papildoma priverstinė ventiliacija. Šiame grafike keliose vietose oro keitimosi maksimumai pakyla iki dešimčių ar net iki 160 m³/h, bet tai nėra tikrasis oro apsieitimo greitis, o tik momentinis šuolis, nes vidutinė ir minimali reikšmės smarkiai nesikeičia.



4.9 pav. Oro santykinės drėgmės grafikas [134]

Oro santykinė drėgmė apytiksliai svyruoja nuo 20 iki 24 %, ir tik esant papildomai ventiliacijai (atidarius duris ar langus) oro santykinis drėgnumas

pakyla iki 28–30 % (4.9 pav.). Oro santykinio drėgnumo maksimumo šuoliai taip pat tiesiogiai neparodo patalpos drėgmės. Tai matyti iš grafiko, kai maksimumo, vidurkio ir minimumo reikšmės smarkiai šokinėja per trumpą matavimo laiką. Toks patalpos oro santykinis drėgnumas neatitinka esančių normų – 40–60 % [137].

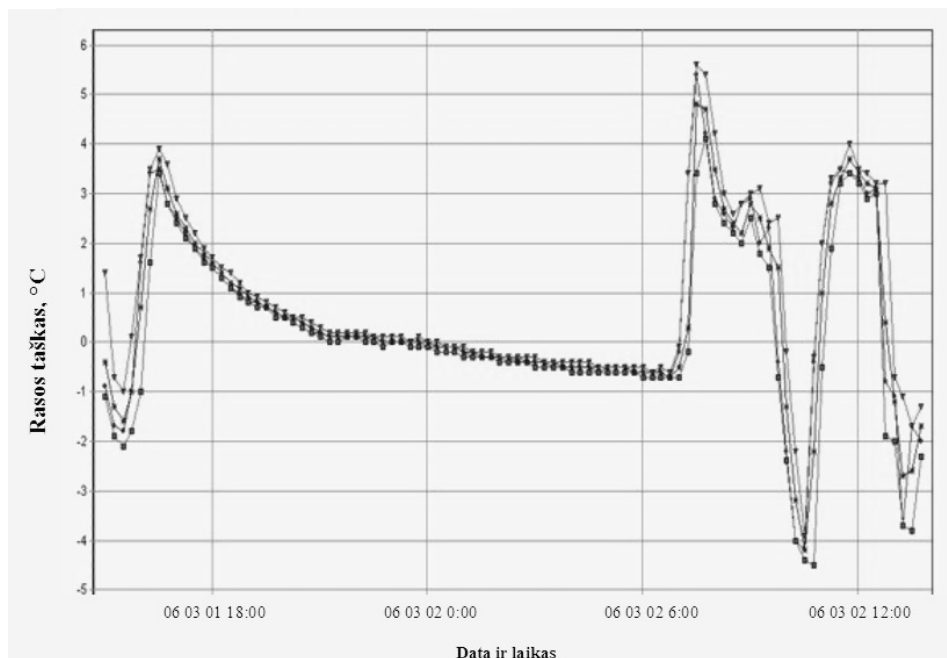


4.10 pav. Oro temperatūros grafikas [134]

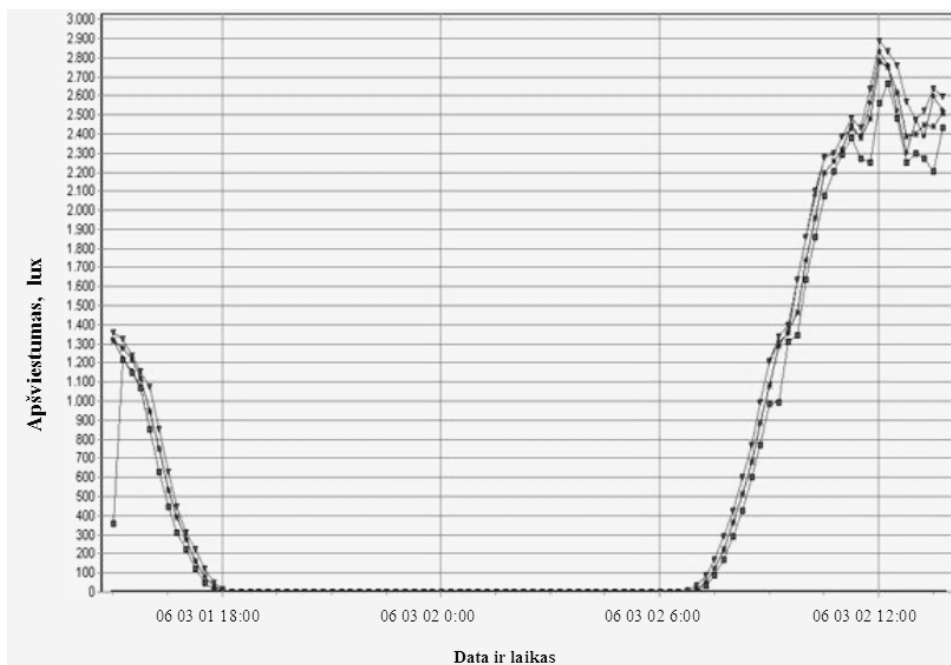
Vidutinė patalpos temperatūra ~ 24 °C (4.10 pav.) atitinka normines vertes (20–24 °C) [137]. Grafike pastebimas temperatūros kritimas patalpoje, kuris susietas su laikina patalpų ventiliacija atidarant langus.

Rasos taškas – tai tokia temperatūra, kai garai virsta vandeniu. Mūsų atveju svarbu, kokioje paviršiaus atitvarų temperatūroje (4.11 pav.) pradeda rinktis kondensatas ant sienų. Rasos taškas priklauso nuo oro temperatūros, santykinės drėgmės, oro slėgio. Priklausomybė puikiai matosi iš maksimumų ir minimumų kreivių.

Paveikslėlyje 4.12 pateikiamas patalpos apšviestumo grafikas. Nagrinėjamosiose patalpose naudojama natūralus apšvietimas. Pagal reikalavimus apšviestumas turi būti ne mažesnis nei 150 lux [137]. Iš pateikto grafiko matome, kad apšviestumas tenkina normas.



4.11 pav. Rasos taško grafikas [134]

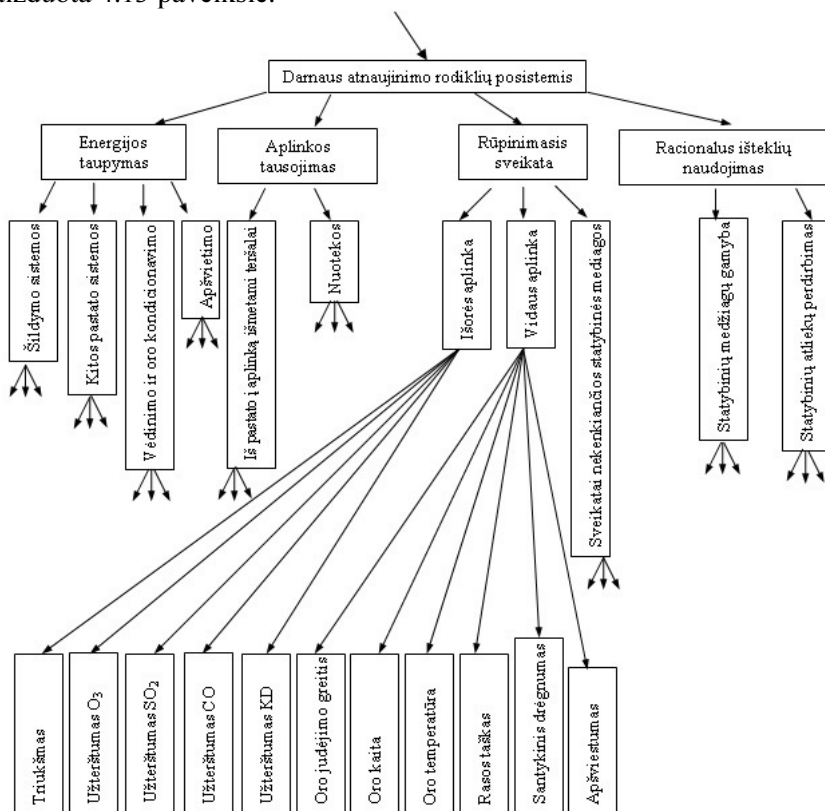


4.12 pav. Apšviestumo grafikas [134]

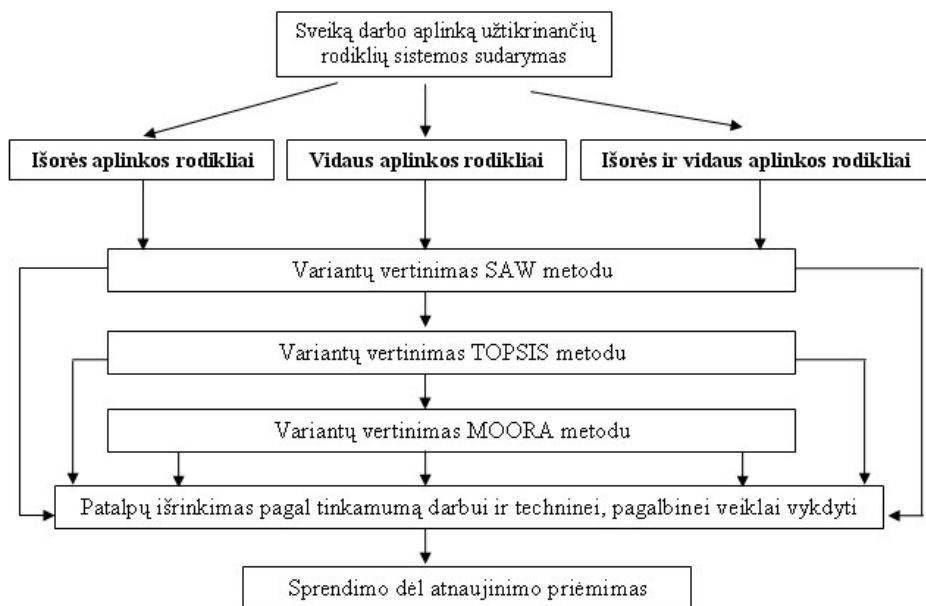
Analogiškai išanalizavus visų patalpų sąlygas ir palyginus su higienos normomis, matyti, kad dauguma iš jų neatitinka galiojančių reikalavimų (B priedas). Patalpose būtina įrengti priverstinę ventiliaciją, kuri užtikrintų reikiamą oro srauto kitimą.

4.3. Sveikos darbo aplinkos daugiakriterinis įvertinimas

Kaip jau buvo minėta pirmame skyriuje, daugiakriterinių metodų teorijas ir praktinį taikymą statyboje nagrinėja nemažai užsienio šalių ir Lietuvos mokslininkų Tyrimuose dažniausiai sprendžiami atskiri, detalūs konkrečios statybos stadijos, pastato elementų racionalaus parinkimo ir panašūs uždaviniai. Pastatų atnaujinimo atveju daugiakriterinė analizė gali būti taikoma įvairiose proceso stadijose, sprendimo priėmimui pagrįsti. Tai ypač aktualu siekiant darnaus pastatų atnaujinimo, nes jo metu susiduriama su dideliu kiekiu rodiklių. Detalesnė darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo rodiklių struktūra pavaizduota 4.13 paveiksle.



4.13 pav. Darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo rodiklių struktūra



4.14 pav. Patalpų vertinimo blokinė schema ir naudojami metodai

Antrame skyriuje nagrinėto darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo teorinio modelio, praktinio realizavimo pavyzdys, sprendžiamas siekiant iliustruoti rūpinimosi sveikata principą. Autorė daugiakriterinius metodus taiko kompleksiniam darbo patalpų vertinimui. Vertinime remiamasi tiek išorės, tiek vidaus rodikliais, įtakojančiais žmonių sveikatą.

Buvo siekiama, pastato atnaujinimo atveju, patalpas paskirstyti taip, kad geriausiose dirbtų žmonės, o blogiausiose būtų įrengtos techninės, pagalbinės patalpos.

Vertinimas atliekamas trimis metodais. Vertinimo blokinė schema ir naudojami metodai pateikiami 4.14 paveiksle.

Sudaromos trys rodiklių sistemos – išorės aplinkos rodikliai, vidaus aplinkos rodikliai, išorės ir vidaus aplinkos rodikliai. Pagal sudarytas rodiklių sistemas išrenkamos geriausios patalpos. Tai atliekama taikant tris vertinimo metodus – TOPSIS, SAW ir MOORA. Išrinkus geriausias patalpas pagal kiekvieną iš metodų, atliekama rezultatų sintezė, ir parenkama geriausių patalpų grupė, kuriose tinkamiausia įrengti darbo kabinetus. Patalpose, kurios pagal atliktą tyrimą vertinamos prastai, siūloma įrengti technines, pagalbinės patalpas.

4.3.1. Rodiklių sistemos sudarymas

Patalpų vidaus oro kokybės analizei ir vertinimui reikalinga rodiklių sistema. Šiuo atveju buvo surinktos dvi duomenų grupės – duomenys apie pastato vidaus

ir išorės aplinką. Išorės ir vidaus rodikliai, įtakojantys žmonių sveikatą, išsamiai buvo aprašyti šio skyriaus ankstesniuose poskyriuose. Būtina paminėti, kad daugiakriteriniame vertinime naudojami ne visi rodikliai. Kadangi oro judėjimo greitis priklauso nuo oro kaitos patalpoje, o rasos taškas priklauso nuo santykinės drėgmės ir oro temperatūros, todėl atliekant skaičiavimus iš vertinimo jie eliminuojami.

Buvo taikomi penki išorės aplinkos rodikliai:

1. užterštumas CO;
2. užterštumas kietosiomis dalelėmis (KD);
3. užterštumas SO₂;
4. užterštumas O₃;
5. triukšmas.

Ir keturi vidaus aplinkos rodikliai:

6. oro apsaikavimo kiekis;
7. santykinis drėgnumas;
8. oro temperatūra;
9. apšviestumas.

Sudaroma pradinė sprendimų priėmimo matrica (4.3. lentelė).

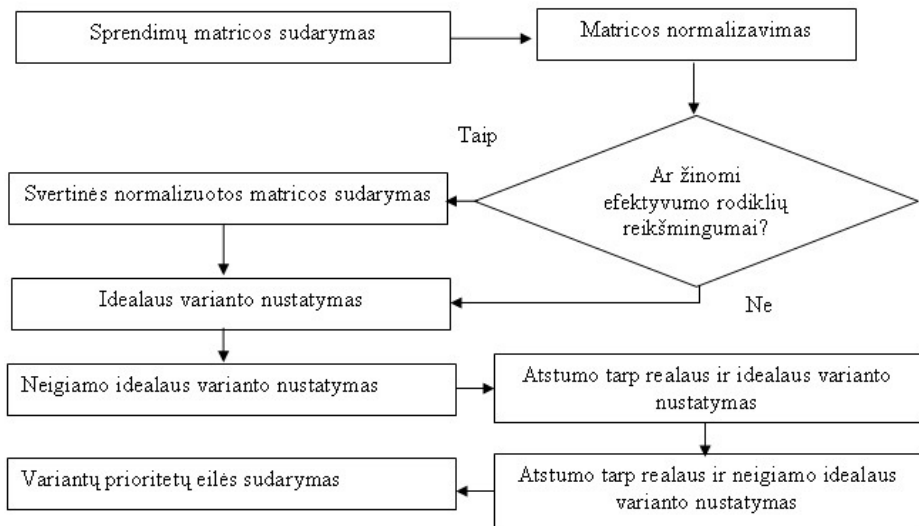
4.3 lentelė. Pradinė sprendimų priėmimo matrica [133, 134]

Vertinamos patalpos		Vertinimo rodikliai								
		Išorės aplinka					Vidaus aplinka			
		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉
	Matavimo vienetai	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³	dB	m ³ /h	%	°C	lux
	Optimizavimo kryptis	min	min	min	min	min	max	max	max	max
401 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,014	63,5	7,1	24	17	10000
402 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,014	63,5	7	22	16	12000
405 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,014	65,6	7,5	28	21	3000
406 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,014	65,6	7,2	30	19	4000
407 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,014	65,6	7,3	28	21	4000
423a kabinetas		0,55	0,017	0,004	0,014	65,6	7,2	28	21	500
423b kabinetas		0,55	0,017	0,004	0,014	65,6	7,5	30	20	900
501 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,014	63,5	9	27	20	4000
510 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,015	65,6	15	30	20	2400
511 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,015	65,6	25,5	20,5	22	3500
512 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,015	65,6	19	22	20	4000
515 kabinetas		0,35	0,008	0,002	0,015	65,6	19	28	21	6500
517 kabinetas		0,55	0,017	0,004	0,015	65,6	10	21	24	1500
519 kabinetas		0,55	0,017	0,004	0,015	65,6	27,5	31	20	4000
521 kabinetas		0,55	0,017	0,004	0,015	65,6	19	25,5	20,5	2500

Detalesni rodiklių aprašymai yra pateikiami ankstesniuose poskyriuose.

4.3.2. Variantų racionalumo nustatymas TOPSIS metodu

Yoonas ir Hwangas 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 nustatymo artumo idealiam taškui metodu (TOPSIS – Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) [138]. Šio metodo algoritmas pateikiamas 4.15 paveiksle.



4.15 pav. Artumo idealiajam taškui metodo realizavimo algoritmas

Tarkime, kad kiekvieno rodiklio reikšmės nuolat didėja arba nuolat mažėja. Tada galima nustatyti „idealų“ sprendimą, kuris yra sudarytas iš geriausių rodiklių reikšmių, ir „neigiamai idealų“ sprendimą, kuris yra sudarytas iš blogiausių rodiklių reikšmių [140].

Sukuriama sprendimų matrica P:

$$P = [x_{ij}] = \begin{matrix} & \begin{matrix} a_1 & a_2 & \dots & a_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}; \quad (4.1)$$

čia $a_1 - a_m$ – lyginamieji variantai ($i=1, m$); $x_1 - x_n$ – efektyvumo rodikliai ($j=1, n$); $x_{ij} - x_{mn}$ – efektyvumo rodiklių reikšmės.

Ši matrica normalizuojama pagal formulę

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \quad (4.2)$$

ir gaunama normalizuotoji matrica $\overline{P}$, kurios visos efektyvumo reikšmės – bedimensiai dydžiai:

$$\overline{P} = [\overline{x}_{ij}] = \begin{matrix} & \begin{matrix} a_1 & a_2 & \dots & a_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} \overline{x}_{11} & \overline{x}_{12} & \dots & \overline{x}_{1n} \\ \overline{x}_{21} & \overline{x}_{22} & \dots & \overline{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \overline{x}_{m1} & \overline{x}_{m2} & \dots & \overline{x}_{mn} \end{matrix} \end{matrix}. \quad (4.3)$$

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

$$\overline{P}^* = [\overline{P}] \cdot [\overline{q}]; \quad (4.4)$$

jei svoriai nežinomi, tada $\overline{P}^* = \overline{P}$;

Idealiai geriausias variantas nustatomas pagal formulę:

$$a^+ = \{[(m a_i x \overline{x}_{ij} | j \in J), (m i n \overline{x}_{ij} | j \in J')]/i = 1, m\} = \{a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+\}; \quad (4.5)$$

čia :

J – rodiklių, kurių didesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė;

J' – rodiklių, kurių mažesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė.

Neigiamai idealus variantas nustatomas pagal formulę:

$$a^- = \{[(m i n \overline{x}_{ij} | j \in J), (m a_i x \overline{x}_{ij} | j \in J')]/i = 1, m\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-\}. \quad (4.6)$$

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

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\overline{x}_{ij} - a_j^+)^2}; i = \overline{1, m}; \quad (4.7)$$

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

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{x}_{ij} - a_j^-)^2}; i = \overline{1, m}. \quad (4.8)$$

Nustatomas kiekvieno i -tojo varianto santykinis atstumas iki idealaus:

$$K_{BIT} = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}; i = \overline{1, m}, \text{ kai } K_{BIT} \in [0, 1]. \quad (4.9)$$

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

Galiausiai, kad būtų lengviau palyginti nustatomas racionalumo indeksas Z_T :

$$Z_T = \frac{K_{BIT}}{\max K_{BIT}}. \quad (4.10)$$

Normalizuotos matricos ir skaičiavimų lentelės pateikiamos 4.4–4.6 lentelėse.

4.4 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal išorės aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica					L_i^+	L_i^-	K_{BIT}	Z_T
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5				
401	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	0,295	0	0	0,5
402	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	0,295	0	0	0,5
405	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,295	0,008	0,027	0,514
406	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,295	0,008	0,027	0,514
407	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,295	0,008	0,027	0,514
423a	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	0,018	0,294	0,943	0,972
423b	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	0,018	0,294	0,943	0,972
501	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,295	0	0	0,5
510	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,295	0,020	0,063	0,513
511	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,295	0,020	0,063	0,513
512	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,295	0,020	0,063	0,513
515	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,295	0,020	0,063	0,513
517	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0	0,295	1	1
519	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0	0,295	1	1
521	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0	0,295	1	1

4.5 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal vidaus aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica				L_i^+	L_i^-	K_{BIT}	Z_T
	x_6	x_7	x_8	x_9				
401	0,124	0,233	0,217	0,498	0,387	0,475	0,551	0,933
402	0,123	0,214	0,204	0,598	0,383	0,573	0,599	1
405	0,131	0,272	0,268	0,150	0,571	0,158	0,217	0,472
406	0,126	0,292	0,242	0,199	0,538	0,201	0,272	0,548
407	0,128	0,272	0,268	0,199	0,535	0,120	0,272	0,548
423a	0,126	0,272	0,268	0,025	0,676	0,100	0,125	0,345
423b	0,131	0,292	0,255	0,045	0,657	0,107	0,141	0,367
501	0,158	0,263	0,255	0,199	0,518	0,196	0,274	0,551
510	0,263	0,292	0,255	0,120	0,529	0,199	0,274	0,551
511	0,446	0,199	0,281	0,174	0,438	0,365	0,455	0,801
512	0,333	0,214	0,255	0,199	0,437	0,278	0,389	0,710
515	0,333	0,272	0,268	0,324	0,316	0,378	0,545	0,925
517	0,175	0,204	0,306	0,075	0,614	0,125	0,169	0,406
519	0,481	0,301	0,255	0,199	0,402	0,415	0,508	0,874
521	0,333	0,248	0,261	0,125	0,501	0,244	0,328	0,626

4.6 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal išorės ir vidaus aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica									L_i^+	L_i^-	K_{BIT}	Z_T
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9				
401	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	0,124	0,233	0,217	0,498	0,487	0,475	0,494	0,914
402	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	0,123	0,214	0,204	0,598	0,484	0,573	0,542	0,978
405	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,131	0,272	0,268	0,150	0,643	0,158	0,198	0,523
406	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,126	0,292	0,242	0,199	0,614	0,201	0,247	0,588
407	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,128	0,272	0,268	0,199	0,611	0,200	0,246	0,325
423a	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	0,126	0,272	0,268	0,025	0,676	0,310	0,315	0,678
423b	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	0,131	0,292	0,255	0,045	0,657	0,314	0,323	0,688
501	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,158	0,263	0,255	0,199	0,596	0,196	0,247	0,588
510	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,263	0,292	0,255	0,120	0,605	0,200	0,249	0,590
511	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,446	0,199	0,281	0,174	0,528	0,365	0,409	0,802
512	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,333	0,214	0,255	0,199	0,527	0,279	0,346	0,719
515	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,333	0,272	0,268	0,324	0,432	0,379	0,467	0,878
517	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0,175	0,204	0,306	0,075	0,614	0,321	0,343	0,715
519	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0,481	0,301	0,255	0,199	0,402	0,509	0,559	1
521	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0,333	0,248	0,261	0,125	0,501	0,383	0,433	0,834

4.3.3. Variantų racionalumo nustatymas SAW metodu

Paprastai sudedamasis svėrimo metodas (SAW – Simple Additive Weighting) žinomas geriausiai, yra vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomas, Metodo taisyklės apbendrino MacCrimsonas. Pagrindinius principus pateikė Churchmanas su Ackoftu bei Klee [138].

Išeities duomenys – sprendimų priėmimo matrica ir reikšmingumų dydžiai, Sprendimų matrica negali turėti neskaitinių reikšmių. Sprendžiama taip:

- matrica normalizuojama;
- normalizuotosios matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos (eilutės) nariais, Gauta suma dalijama iš svorių (reikšmingumų) sumos.

Pradiniai duomenys, sprendžiant šiuo metodu, yra sprendimo matrica P ir kiekvieno efektyvumo rodiklio reikšmingumai $\bar{q} = \{\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_n\}$, kurie gali tenkinti sąlygą

$$\sum_{j=1}^n \bar{q}_j = 1. \quad (4.11)$$

Visi sprendimo matricos P nariai normalizuojami pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}}; \quad (4.12)$$

jei jie maksimizuojami, o jei minimizuojami – pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}}. \quad (4.13)$$

Nustatant varianto racionalumą, atitinkami normalizuotosios matricos nariai dauginami iš reikšmingumų ir sumuojami. Racionalaus varianto sandaugų suma bus maksimali:

$$A = \left\{ A_i \left| \max_i \sum_{j=1}^n \bar{q}_j x_{ij} / \sum_{j=1}^n \bar{q}_j \right. \right\}. \quad (4.14)$$

Galiausiai, kad būtų lengviau palyginti nustatomas racionalumo indeksas Z_S :

$$Z_S = \frac{K_{SAW}}{\max K_{SAW}}. \quad (4.15)$$

Normalizuotos matricos ir skaičiavimai pateikiami 4.7–4.9 lentelėse.

4.7 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal išorės aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica					K_{S4W}	Z_S
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		
401	1	1	1	1	1	5,00	1
402	1	1	1	1	1	5,00	1
405	1	1	1	1	0,968	4,97	0,996
406	1	1	1	1	0,968	4,97	0,996
407	1	1		1	0,968	4,97	0,996
423a	0,636	0,471	0,500	1	0,968	3,57	0,832
423b	0,636	0,471	0,500	1	0,968	3,57	0,832
501	1	1	1	1	1	5,00	1
510	1	1	1	0,933	0,968	4,90	0,988
511	1	1	1	0,933	0,968	4,90	0,988
512	1	1	1	0,933	0,968	4,90	0,988
515	1	1	1	0,933	0,968	4,90	0,988
517	0,636	0,471	0,500	0,933	0,968	3,51	0,825
519	0,636	0,471	0,500	0,933	0,968	3,51	0,825
521	0,636	0,471	0,500	0,933	0,968	3,51	0,825

4.8 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal vidaus aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica				K_{S4W}	Z_S
	x_6	x_7	x_8	x_9		
401	0,258	0,774	0,708	0,833	2,57	0,886
402	0,255	0,710	0,667	1,000	2,63	0,897
405	0,273	0,903	0,875	0,250	2,30	0,834
406	0,262	0,968	0,792	0,333	2,35	0,844
407	0,266	0,903	0,875	0,333	2,38	0,850
423a	0,262	0,903	0,875	0,042	2,08	0,792
423b	0,273	0,968	0,833	0,075	2,15	0,806
501	0,327	0,871	0,833	0,333	2,36	0,846
510	0,546	0,968	0,833	0,200	2,55	0,882
511	0,927	0,661	0,917	0,292	2,80	0,930
512	0,691	0,710	0,833	0,333	2,57	0,886
515	0,691	0,903	0,875	0,542	3,01	0,970
517	0,364	0,677	1	0,125	2,17	0,810
519	1	1	0,833	0,333	3,17	1
521	0,691	0,823	0,854	0,208	2,58	0,888

4.9 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal išorės ir vidaus aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica									K_{SAW}	Z_S
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9		
401	1	1	1	1	1	0,258	0,774	0,708	0,833	7,57	0,975
402	1	1	1	1	1	0,255	0,710	0,667	1,000	7,63	0,979
405	1	1	1	1	0,968	0,273	0,903	0,875	0,250	7,27	0,953
406	1	1	1	1	0,968	0,262	0,968	0,792	0,333	7,32	0,957
407	1	1		1	0,968	0,266	0,903	0,875	0,333	7,35	0,959
423a	0,636	0,471	0,500	1	0,968	0,262	0,903	0,875	0,042	5,66	0,834
423b	0,636	0,471	0,500	1	0,968	0,273	0,968	0,833	0,075	5,72	0,839
501	1	1	1	1	1	0,327	0,871	0,833	0,333	7,36	0,959
510	1	1	1	0,933	0,968	0,546	0,968	0,833	0,200	7,45	0,966
511	1	1	1	0,933	0,968	0,927	0,661	0,917	0,292	7,70	0,985
512	1	1	1	0,933	0,968	0,691	0,710	0,833	0,333	7,47	0,968
515	1	1	1	0,933	0,968	0,691	0,903	0,875	0,542	7,91	1
517	0,636	0,471	0,500	0,933	0,968	0,364	0,677	1	0,125	5,67	0,835
519	0,636	0,471	0,500	0,933	0,968	1	1	0,833	0,333	6,67	0,909
521	0,636	0,471	0,500	0,933	0,968	0,691	0,823	0,854	0,208	6,08	0,865

4.3.4. Variantų racionalumo nustatymas MOORA metodu

MOORA metodas (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio analysis) prasideda normalizuotos matricos sudarymu, Normalizavimas atliekamas pagal formulę [139]:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \quad (4.16)$$

čia:

- m – rodiklių skaičius;
- n – alternatyvų skaičius.

Racionalus variantas nustatomas pagal formulę:

$$K_{MOR} = \sum_{j=1}^m (a \cdot \overline{x_{ij}}); \quad (4.17)$$

jei optimizuojamos reikšmės maksimizuojamos, tai tikslo funkcijoje $a=1$, o jei minimizuojamos, tai $a=-1$.

Galiausiai, kad būtų lengviau palyginti nustatomas racionalumo indeksas Z_M :

$$Z_M = \frac{K_{MOR}}{\max K_{MOR}}. \quad (4.18)$$

Normalizuotos matricos ir skaičiavimai pateikiami 4.10–4.12 lentelėse:

4.10 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal išorės aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica					K_{MOR}	Z_M
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		
401	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	-1,07	1
402	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	-1,07	1
405	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	-1,08	0,993
406	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	-1,08	0,993
407	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	-1,08	0,993
423a	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	-1,58	0,667
423b	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	-1,58	0,667
501	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	-1,07	1
510	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	-1,10	0,719
511	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	-1,10	0,719
512	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	-1,10	0,719
515	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	-1,10	0,719
517	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	-1,60	0,654
519	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	-1,60	0,654
521	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	-1,60	0,654

4.11 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal vidaus aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica				K_{MOR}	Z_M
	x_6	x_7	x_8	x_9		
401	0,124	0,233	0,217	0,498	1,07	0,882
402	0,123	0,214	0,204	0,598	1,14	0,934
405	0,131	0,272	0,268	0,150	0,82	0,704
406	0,126	0,292	0,242	0,199	0,86	0,75
407	0,128	0,272	0,268	0,199	0,87	0,757
423a	0,126	0,272	0,268	0,025	0,69	0,638
423b	0,131	0,292	0,255	0,045	0,72	0,658
501	0,158	0,263	0,255	0,199	0,87	0,757
510	0,263	0,292	0,255	0,120	0,93	0,796
511	0,446	0,199	0,281	0,174	1,10	0,908
512	0,333	0,214	0,255	0,199	1,00	0,842
515	0,333	0,272	0,268	0,324	1,20	0,974
517	0,175	0,204	0,306	0,075	0,76	0,684
519	0,481	0,301	0,255	0,199	1,24	1
521	0,333	0,248	0,261	0,125	0,97	0,822

4.12 lentelė. *Normalizuota matrica ir skaičiavimų dėmenys pagal išorės ir vidaus aplinkos rodiklius*

	Normalizuota matrica									K_{MOR}	Z_M
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9		
401	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	0,124	0,233	0,217	0,498	0,002	0,951
402	0,212	0,175	0,183	0,250	0,252	0,123	0,214	0,204	0,598	0,068	0,984
405	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,131	0,272	0,268	0,150	-0,258	0,820
406	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,126	0,292	0,242	0,199	-0,220	0,839
407	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,128	0,272	0,268	0,199	-0,212	0,843
423a	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	0,126	0,272	0,268	0,025	-0,889	0,503
423b	0,332	0,372	0,365	0,250	0,260	0,131	0,292	0,255	0,045	-0,857	0,519
501	0,212	0,175	0,183	0,250	0,260	0,158	0,263	0,255	0,199	-0,196	0,851
510	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,263	0,292	0,255	0,120	-0,168	0,865
511	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,446	0,199	0,281	0,174	0,004	0,951
512	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,333	0,214	0,255	0,199	-0,096	0,901
515	0,212	0,175	0,183	0,268	0,260	0,333	0,272	0,268	0,324	0,100	1
517	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0,175	0,204	0,306	0,075	-0,837	0,529
519	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0,481	0,301	0,255	0,199	-0,360	0,769
521	0,332	0,372	0,365	0,268	0,260	0,333	0,248	0,261	0,125	-0,631	0,632

4.3.5. Skaičiavimo rezultatų analizė

Atlikus skaičiavimus kabinetai suskirstomi pagal patalpų tinkamumo rangus (pradedant geriausiu).

4.13 lentelė. *Patalpų tinkamumo rangai*

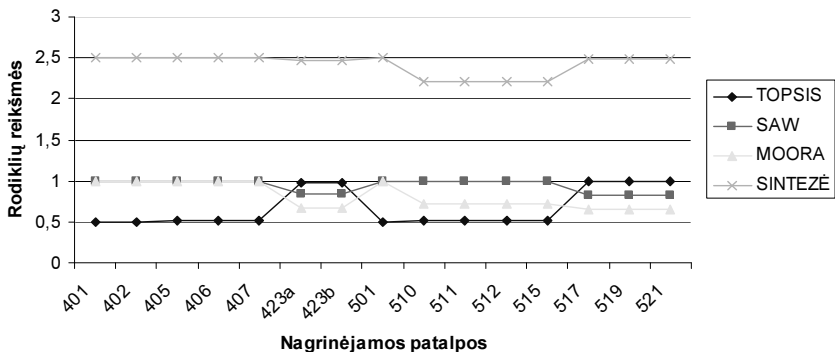
Rodikliai	TOPSIS	SAW	MOORA
Išorės	517=519=521>423a=423b >510=511=512=515=405= =401=406=407=402=501	401=402=501>405=406= =407=510=511=512=515> >423a=423b=517=519=521	401=402=501>405=406= =407>510=511=512=515> >423a=423b>517=519=521
Vidaus	402>401>515>519>511> 512>521>501=510=406=407= =405>517>423b>423a	519>515>511>521=401=512 =402=510>501=407=406= =405>423a=423b=517	519>402>401>515>511> >512>521=510>501=407= =406=405>423b=517>423a
Išorės ir vidaus	519>402>402>515>521>511> >512=517>423a=423b>510> >405=405=501>407	515>511>402=401>512> >510=501=407=406=405> >519>521>517=423a=423b	515>402>511=401>512> 510>501>405=406=407> >519>521>517=423a=423b

Skirtingais metodais apskaičiavus gaunami panašūs, bet ne visai vienodi rezultatai, todėl įvedami palyginimo rodikliai (žr. lentelių 4.4–4.12 paskutiniojoje grafą). Ir pagal šį koeficientą, pasinaudojus sintezės metodu, išvedamas galutinis rezultatas (4.14 lentelė).

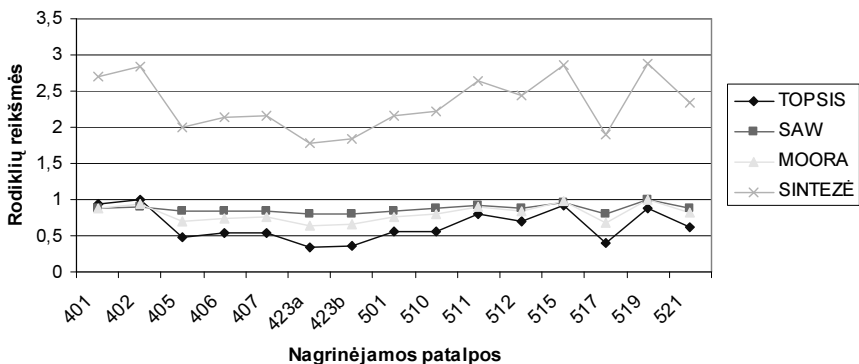
4.14 lentelė. *Patalpų tinkamumo rangai*

Rodikliai	
Išorės	401=402=405=406=407=501>423a=423b=517=519=521>510=511=512=515=
Vidaus	519>515>402>401>511>512>521>510>501>406=407>405>517>423b>423a
Išorės ir vidaus	402>515>401>511>519>512>510>501>406>521>405>407>423a=423b=517

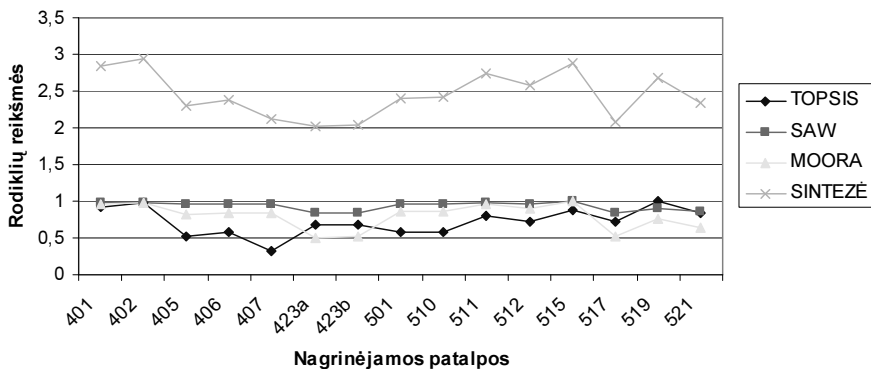
Toliau pateikti grafikai (4.16–4.18 pav.) vaizdžiai parodo ir suteikia galimybę lengviau palyginti gautus skaičiavimų rezultatus.



4.16 pav. Skaičiavimo rezultatų palyginimas pagal išorės aplinkos rodiklius



4.17 pav. Skaičiavimo rezultatų palyginimas pagal vidaus aplinkos rodiklius



4.18 pav. Skaičiavimo rezultatų palyginimas pagal išorės ir vidaus aplinkos rodiklius

Patalpos, kurių rodiklių reikšmės yra didžiausios, yra tinkamiausios (sveikatos požiūriu) žmonėms dirbti. Patalpose, kurių rodiklių reikšmės yra mažiausios, rekomenduojama įrengti pagalbinės arba techninės paskirties patalpas.

4.4. Ketvirtojo skyriaus išvados

1. Rūpinimosi sveikata principas turi būti užtikrintas atsižvelgiant tiek į išorės ir tiek į vidaus aplinką. Tokiai analizei labai tinka A. Kaklauskio ir A. Bagdonavičiaus dviejų projektų metu, finansuotų Linkolno instituto (JAV), sukurta metodologija ir užterštumo žemėlapiai. VGTU patalpų vidaus aplinkos analizė parodė, kad turėdami vidaus mikroklimato matavimų rezultatus galime tinkamai parinkti patogią ir sveiką darbo aplinką. Be to, atlikus matavimus ir nustačius trūkumus gali būti sprendžiama, kokias priemones įdiegti vidaus mikroklimatui pagerinti.
2. Iš užterštumo žemėlapių galima spręsti, kad kol kas oro kokybė VGTU teritorijoje yra geros arba patenkinamos būklės. Pastebima, kad šalia gatvės esant didesniai oro užterštumui oro kokybė iš geros pereina į patenkinamą. O tai reiškia, kad šalia gatvės gyvenantiems ar dirbantiems žmonėms, nuolat patiriantiems teršalų poveikį, gali pasireikšti diskomfortas ir pasunkėjusio kvėpavimo simptomai, taip pat gali būti apsunkinamas širdies darbas senyvo amžiaus žmonėms arba žmonėms sergantiems širdies nepakankamumo ligomis.
3. Mikroklimato analizė gana išsamiai parodo, ar patalpų temperatūra, apšviestumas, esamo oro keitimosi ir judėjimo greičiai atitinka galiojančias normas. Atlikus VGTU centrinio pastato ketvirto ir penkto aukšto patalpų aplinkos sąlygų tyrimus ir palyginus su higienos normomis, matyti, kad dauguma iš jų neatitinka galiojančių reikalavimų. Patalpose būtina įrengti priverstinę ventiliaciją, kuri užtikrintų reikiamą oro srauto kitimą.
4. Daugiakriterinei analizei taikomi trys metodai: TOPSIS, SAW ir MOORA. Skirtingais metodais atliktų skaičiavimų rezultatai skiriasi, todėl galutiniam sprendimui priimti, rezultatus reikia integruoti. Tam atlikti tikslinga taikyti sintezės metodą.
5. Iš atlikto tyrimo matyti, kad daugiakriterinės analizės metodu taikymas yra efektyvi priemonė alternatyvių variantų tyrimo pagrindu išrinkti racionalius sprendimus, atlikti išsamią priimamų sprendimų analizę.

Žinių poreikio apie energijos taupymo sprendimus renovuojant visuomeninius pastatus nustatymas

Skyrius parašytas remiantis ES 6-osios bendrosios programos projekto „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ („BRITA in PuBs“, vadovas Lietuvoje A. Kaklauskas) rezultatais.

Šiame skyriuje analizuojamos kliūtys ir poreikiai inovatyvių technologijų taikymui pastatų atnaujinimo procese. Siekiant nustatyti kliūtis, kodėl nesirenkamos energiją taupančios technologijos atnaujinant pastatus, buvo išstudijuota užsienio šalių patirtis, iškeltos hipotezės, o vėliau atlikta apklausa.

Akcentuojama, kad informacijos paieškos įpročiai labai įtakojami įpročių suformuotų dar studijų metu. Todėl labai svarbus yra būtent studentų informavimas ir mokymas apie darnų renovacijos procesą. Informacijos platinimui ir žinių perteikimui buvo sukurtas mokymo modulis „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“ ir parodyta jo integracija į elektroninę mokymo sistemą, sukurtą VGTU Statybos ekonomikos ir nekilnojamojo turto katedroje. Modulio turinys buvo parengtas remiantis projekto „BRITA in PuBs“ medžiaga. Turinį sudaro tokie pagrindiniai skyriai: įvadas, inovatyvios technologijos renovacijai. Inovatyvių technologijų skyrių sudaro tokie skyreliai: inovatyvus pastatų apšiltinimas; energijos taupymo požiūriu efektyvūs langai; mišri ventiliacija; natūralus apšvietimas; pastatų šildymas ir kondicionavimas

pasitelkiant saulės energiją; saulės kolektoriai; saulės baterijos; pasyviosios pastatų šildymo sistemos, naudojančios saulės energiją; šildymo siurbiai; pastatų gyvavimo proceso vertinimas; inovatyvios projektavimo priemonės [2A, 6A].

5.1. Kliūtys ir poreikiai energiją taupančių technologijų taikymui pastatų atnaujinimo procese

Nepaisant akivaizdžios naudos energiją taupančios ir atsinaujinančios energijos technologijos retai taikomos šiandieniniuose projektuose tiek statant naujus pastatus, tiek juos renovuojant. O būtent šių technologijų taikymas atnaujinat pastatus, būtų tiesiausias kelias darnaus pastatų atnaujinimo link.

Siekiant nustatyti kliūtis, kodėl nesirenkamos energiją taupančios technologijos atnaujinant pastatus, buvo išstudijuota užsienio šalių patirtis, iškeltos hipotezės, o vėliau atlikta apklausa. Egzistuoja tokios pirminės kliūtys energijos taupymui (5.1 lentelė) [103, 140]:

5.1 lentelė. Pirminės kliūtys energijos taupymui

Proceso tipas	Kliūtys
Ekonominis ir sprendimų priėmimo procesas	Energijos taupymo sprendimai yra siejami su politiniu procesu, bet nevisada yra racionalūs. Energijos taupymo priemonės savivaldybės supranta kaip išlaidas, bet ne kaip ekonominę investavimą. Ekonominės skatinimas energijos taupymui neegzistuoja.
Organizacinis	Atsakomybė dėl energijos taupymo sprendimų yra priskiriama pastatų valdymui, kas nebūtinai apima energijos, ekonomikos ir technikos įgūdžius. Pastebimas politinio ir vadybinio ryžto trūkumas.
Žinios/ informacija	Savivaldybėse ir valstybinėse institucijose jaučiamas žinių ir informacijos apie energijos taupymą trūkumas. Teorinis energijos taupymo priemonių efektyvumas yra abejotinas.
Elgsena	Egzistuoja išankstinis nusistatymas dėl ko sunku pakeisti dirbančiųjų ar studentų elgseną, siekiant skatinti energijos tausojamą.

Siekiant išsiaiškinti kaip būtų galima įveikti kliūtis dėl kurių nesirenkamos inovatyvios energiją taupančios technologijos buvo pasitelkta Kotlerio rinkos teorija. Pagal šią teoriją kliūtys turi būti įveikiamos trimis žingsniais:

- Sprendimo priėmėjas turi žinoti apie inovatyvias technologijas (dėmesys ir žinios).
- Technologijos turi būti norimos (patrauklumas, pardavimo argumentavimas).
- Sprendimų priėmėjui turi būti prieinamos (ekonominis aspektas).

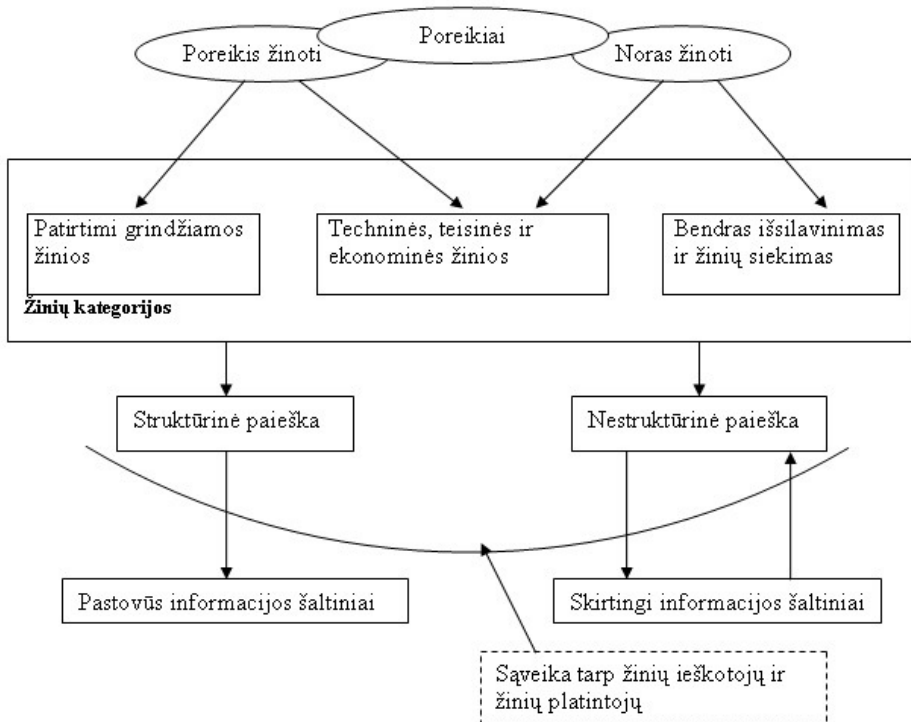
Renovuojant pastatus, sprendimų priėmėjas (pastato savininkas, techninis personalas, techniniai konsultantai ir t. t.) arba kitaip juos galime pavadinti pirkėjai, įsitraukia į pirkimo procesą. Natūralūs klausimai į kuriuos jiems reikia atsakyti yra: kokio tipo pastato atnaujinimas yra reikalingas, kokios technologijos gali būti naudojamos, kokie pasirinkimo variantai egzistuoja ir t. t. Pirkėjas ieškos informacijos apie galimus variantus, alternatyvas, o paskui juo lygins ir apsispręs. Lemiamas momentas, kur jo informacijos paieškos prasidės. Svarbiausia, kad informacija apie energiją taupančias technologijas jau būtų ieškančiųjų mintyse ir vėliau, kad ją būtų lengva surasti. Variantų lyginimas ir įvertinimas labai dažnai priklauso nuo to, ką galvoja šeima arba draugai, kolegos. Taip pat sprendimo priėmimas gali būti įtakojamas bendro visuomenės įsitikinimo šalyje. Tada įtaką daro jau pati rinka: galimi produktai, kainos ir ekonominis skatinimas. Valdžios elgsena ir veiksmai priklauso nuo tokių faktorių:

- Aplinka (inovatyvių technologijų poreikio lygis savivaldybėse, regione ar šalyje; ekonominis požiūris kompanijų ir savivaldybių lygiu; politinis vystymas; socialinė atsakomybė ir t. t.).
- Organizavimas (savivaldybės politika dėl inovatyvių technologijų naudojimo renovacijos procese).
- Visuomeninis faktorius (kolegų susidomėjimas naujomis technologijomis).
- Asmeninis faktorius (amžius, išsilavinimas ir t. t.) [140].

Egzistuoja ne tik ekonominės, bet ir kitos rūšies kliūtys (išankstinis nusistatymas, žinių ir informacijos stoka, institucinės problemos) su kuriomis susiduriama siekiant skatinti energijos taupymą [140].

Siekiant nustatyti kliūtis kodėl nesirenkamos energiją taupančios technologijos pastatų atnaujinime buvo:

- Atlikta kokybinė analizė, kaip tikslinės grupės kaupia informaciją ir žinias apie energijos taupymą.
- Iškelta hipotezė, kad egzistuoja skirtumas tarp ieškančiųjų informacijos dėl to, kad jiems jos reikia tam tikram projektui įgyvendinti ir tų, kurie informacijos ieško dėl bendro žinių siekimo. Struktūrinė informacijos paieška dažniausiai vyksta pasitelkiant pastovius informacijos šaltinius. Todėl, siekiant tikslinės grupės informuoti apie energijos taupymą, svarbu nustatyti pastovų informacijos šaltinį ir ištirti ar jį būtų galima naudoti kaip informacinį kanalą informacijai apie energijos taupymą [140].
- Akcentuojama, kad informacijos paieškos įpročiai labai įtakojami įpročių suformuotų dar studijų metu. Todėl svarbu informuoti studentus apie energijos taupymą, inovatyvias energijos taupymo technologijas ir apie šaltinius ieškant informacijos.



5.1 pav. Informacijos paieška [140]

Buvo iškelta hipotezė apie kliūtis dėl inovatyvių energiją taupančių technologijų nenaudojimo:

- Informacijos stoka. Sprendimų priėmėjai ir kiti proceso dalyviai nepakankamai žino apie energiją taupančias technologijas ir tai, kad joms yra teikiama pirmenybė atnaujinant visuomeninės paskirties pastatus. Reikalinga informacija nėra prieinama ir nepublikuojama tinkamu laiku žmonėms, kuriems jos reikia sprendimui priimti.
- Ekonominės kliūtys – pagrindinė problema. Biudžete nėra numatytos papildomos išlaidos energiją taupančių technologijų pritaikymui. Finansinės ir kitos iniciatyvos nėra pakankamai geros ir mažai žinomos. Pastato renovacijos projekto vykdytojai ir pastato savininkai nepakankamai žino apie inovatyvias technologijas ir energijos taupymą, todėl bijo didelių papildomų išlaidų.
- Organizaciniai ir instituciniai trikdžiai. Pastato renovacijos projekto vykdytojai ir savininkai nebūtinai yra sprendimų priėmėjai. Sprendimai gali būti įtakojami politikų arba priimami kitų, pavyzdžiui, konsultantų. Kas yra sprendimo priėmėjas priklauso nuo organizacinės struktūros savivaldybėse ar projektui [103, 140].

5.1.1. Apklausos organizavimas

Dalyvaujant „BRITA in PuBs“ projekte buvo organizuojama apklausa. Išanalizavus esamą situaciją, suformulavus hipotezes, buvo atlikta apklausa, o jos pagrindu sudarytas klausimynas (priedas C). Tokiu būdu apklausos rezultatai buvo tikrinami pasitelkiant platesnį publikos ratą, siekiant patvirtinti ar atmesti apklausos metu gautus duomenis.

Klausimai buvo grupuojami į keturias grupes ir skyrių su bendra informacija:

- bendra informacija;
- inovatyvios energiją taupančios technologijos;
- ekonomika;
- organizacija;
- informavimas.

Telefoninė apklausa buvo pasirinkta kaip ekonominiu požiūriu efektyviausia priemonė. Bendras projekto „BRITA in PuBs“ apklausos vadovas buvo sudarytas anglų kalba, o vėliau išverstas į nacionalines projekte dalyvaujančių šalių versijas (priedas C). Apklausiami asmenys buvo iš anksto informuojami apie apklausą. Jeigu buvo pageidaujama klausimai prieš apklausą buvo nusiųsti elektroniniu paštu, todėl apklausoje dalyvaujantys asmenys iš anksto galėjo pasiruošti, pasikonsultuoti su kolegomis.

Atlikta apklausa leido sudaryti labiau specializuoti klausimus, kurie buvo naudojami klausimyne. Atliekant apklausą klausimyno pagalba, buvo galima apklausti daugiau žmonių, tokiu būdu atlikti geresnę statistinę analizę.

Klausimynas buvo išverstas į nacionalines projekte dalyvaujančių šalių versijas ir patalpintas projekto „BRITA in PuBs“ internetiniame puslapyje – www.brita-in-pubs.eu. Informacija apie internetiniame puslapyje patalpintą klausimyną buvo platinama elektroniniu paštu. Pagrindiniai klausimai įtraukti į klausimyną:

- Nurodykite pagrindinę priežastį skatinančią jus pasirinkti energiją taupančias technologijas renovacijos procese.
- Nurodykite pagrindinę priežastį dėl kurios jūs nesirinktumėte energijos taupančių technologijų renovacijos projekte (kodėl, jūsų nuomone, energiją taupančios technologijos vis dar nėra labai populiarios).
- Kokios informacijos apie energiją taupančių technologijų panaudojimą renovacijos projektuose jūs pageidautumėte?
- Kokių jums būdas jums priimtinausias informacijai apie energiją taupančias technologijas gauti?
- Kokia kalba?

- Kam mes turėtume pateikti informaciją ir ją platinti?

Atsakymai į klausimyno klausimus buvo pateikiami kiekvienoje šalyje, o vėliau šalis buvo palygintos tarpusavyje (priedas C).

5.1.2. Tyrimo rezultatai

Apklaustos rezultatai Lietuvoje (priedas C):

Bendra informacija. Lietuvoje buvo apklausti 5 asmenys dirbantys įvairiose statybos kompanijose ir organizacijose, ir priimančys sprendimus dėl pastatų atnaujinimo. Iš energiją taupančių technologijų geriausiai yra žinomi aukšto efektyvumo langai, šildymas pasitelkiant saulės energiją ir mišri ventiliacija. Kai kurios organizacijos yra nustatčiusios energiją taupančių priemonių naudojimo politiką, kai kurios naudoja labiau standartizuotais sprendimais. Jei statybinės organizacijos naudoja energiją taupančias technologijas, jos renkasi aukšto efektyvumo langus, apšiltinimą ir mišrią ventiliaciją. Išlaidos energijos suvartojimui ir Europos Sąjungos standartai yra pagrindinės priežastys, kodėl renkamosi energiją taupančias technologijas.

Informavimas. Dažniausiai informaciją apie energiją taupančias technologijas organizacijos gauna seminaruose, specialiuose kursuose arba internete. Kai informacijos ieškoma internete dažniausiai pasitelkiama Google paieškos sistema. Taip pat ieškoma specializuotuose internetiniuose puslapiuose, žurnaluose. Dažniausiai pageidaujama bendros informacijos apie energiją taupančias technologijas, taip pat domimasi ekonominiu skatinimu, kokybinėmis ir techninėmis charakteristikomis. Informacijos dažniausiai ieško renovacijos projektų vadovai, vadybininkai ir organizacijų techninis personalas. Apklaustieji naudoja statistika apie energijos suvartojimą, techniniais žurnalais, energetinėmis ataskaitomis. Statistinę informaciją gauti nėra sudėtinga, tam dažniausiai pasitelkiami techniniai žurnalai, specializuoti internetiniai puslapiai, organizacijos užsiimančios panašia veikla. Respondentai žino apie energijos taupymo ir atsinaujinančios energijos panaudojimo direktyvas. Buvo minima, kad tokią informaciją jie randa internetiniuose puslapiuose (pvz. www.expozona.lt), teiraujasi kolegų arba organizacijų užsiimančių panašia veikla. Kai kuriems apklaustiesiems informacijos gavimas anglų kalba nesukelia problemų, bet daugelis pageidauja ją gauti lietuvių kalba.

Apklaustieji informaciją norėtų gauti infomacinių biuletenių pagalba, rasti ją specializuotuose žurnaluose ar internete. Registracija elektroniniu paštu tam tikruose internetiniuose puslapiuose, siekiant gauti informaciją, taip pat priimtinas būdas informacija gauti. Tokie informacijos gavimo būdai dažniausiai nurodomi siekiant taupyti laiką.

Ekonomika. Didžiausia minima problema – didelės investavimo išlaidos pirmaisiais metais. Pagrindinė idėja siekiant išspręsti šia problemą minima valstybės parama, lengvatines paskolas, subsidijos.

Įvertinant ekonominius bei rinkos potencialus svarbu atsižvelgti, kad individualaus energijos vartotojo, energijos tiekėjo ir visuomenės (valstybės) interesai dažniausiai nesutampa. Todėl investicijų nauda negali būti apibrėžiama vienareikšmiškai. Pastatų savininkams ar naudotojams svarbus kuo greitesnis investicijų į energijos taupymo priemones atsiperkamumas. Papildomai savininkų sprendimus įtakoja poreikis sudaryti tinkamas gyvenimo ar darbo sąlygas, naujos vertės kūrimas, išlaidų eksploatacijai mažinimas. Visuomenei (valstybei) svarbu užtikrinti tinkamas gyvenimo ar darbo sąlygas minimaliomis išlaidomis.

Organizavimas. Visose apklaustose organizacijose, personalas užsiimantis pastatų renovacija, susideda iš 3–4 žmonių. Daugeliu atvejų apklaustieji galvoja, kad atsakomybė renovacijos projektuose priskiriama pastato savininkams. Priimant sprendimą, svarbiausias yra projekto pradinis etapas, kuomet yra diskutuojama dėl energiją taupančių technologijų ir atsinaujinančią energiją naudojančių technologijų rinkimosi.

Klausimyno rezultatai (priedas C) atskleidžia tikslesnę informaciją. Informacija apie klausimyną buvo platinama pasitelkiant motyvacinius laiškus. Lietuvoje buvo išsiųsta 30 motyvacinių laiškų, deja atsakymai gauti tik 9. Mažas aktyvumas rodo visuomenių pastatų atnaujinimo dalyvių suinteresuotumo stoką.

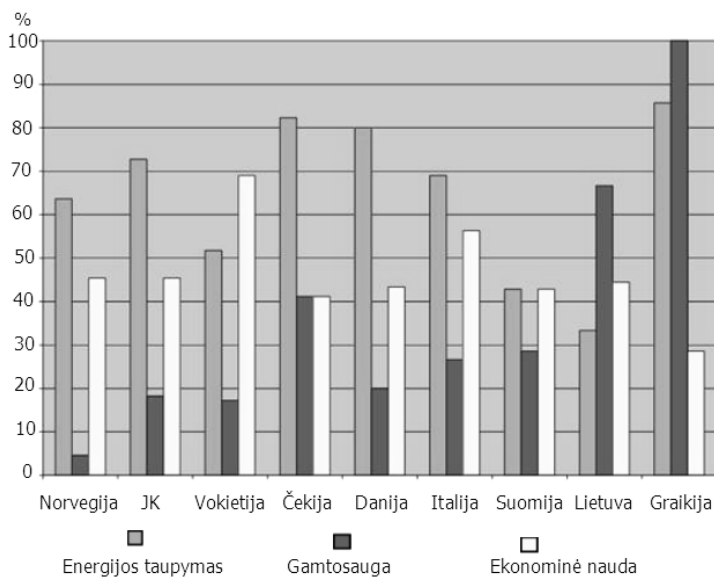
Klausimai buvo sudaryti taip, kad respondentai galėjo pažymėti kelis teigiamus atsakymus. Klausimyno rezultatai parodė, kad skirtingai nei kitose projekte dalyvavusiose šalyse, Lietuvoje, pagrindinė priežastys, kodėl renkamosi inovatyvias energiją taupančias technologijas, yra gamtosauga. Tik po to eina ekonominė nauda ir energijos taupymas (5.2 pav.).

Pagrindinė priežastis, kodėl nesirenkamos energiją taupančios technologijos, buvo nurodyta didelės investavimo išlaidos ir informacijos stoka. Kiti klausimyne minėti veiksniai, tokie kaip didelės priežiūros ar eksploatacijos išlaidos, naudojimo problemos ar galimi naudotojų skundai, Lietuvoje apklaustų respondentų, nėra nurodomi (5.3 pav.).

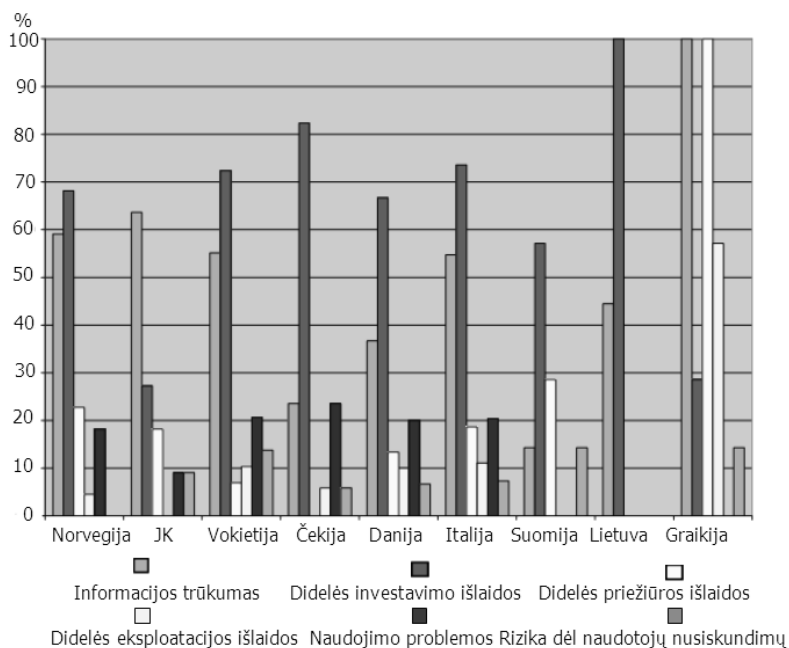
Klausimyno rezultatai parodė (5.4 pav.), kad Lietuvoje sprendimų priėmėjai labiausiai pageidauja trumpos informacijos apie inovatyvias technologijas, kitų projektų patirties ir ekonominio pobūdžio informacijos. Mažiau, bet taip pat pageidaujama informacijos apie paskolas ir lengvatas, įvairių informacinio pobūdžio apžvalgų, informacijos projektavimui bei kompiuterinių įrankių. Mažiausiai pageidaujami yra statistiniai duomenys.

Lietuvoje, kaip ir daugelyje projekte dalyvavusių šalių, informaciją apklaustieji norėtų gauti interneto pagalba. Tam tikslui pasitelkiant elektroninį paštą arba internetines svetaines (5.5 pav.). Mažiausiai pageidaujamos internetinės nuorodos. Taip pat egzistuoja bendras susidomėjimas įvairiomis konferencijomis ir žurnalais.

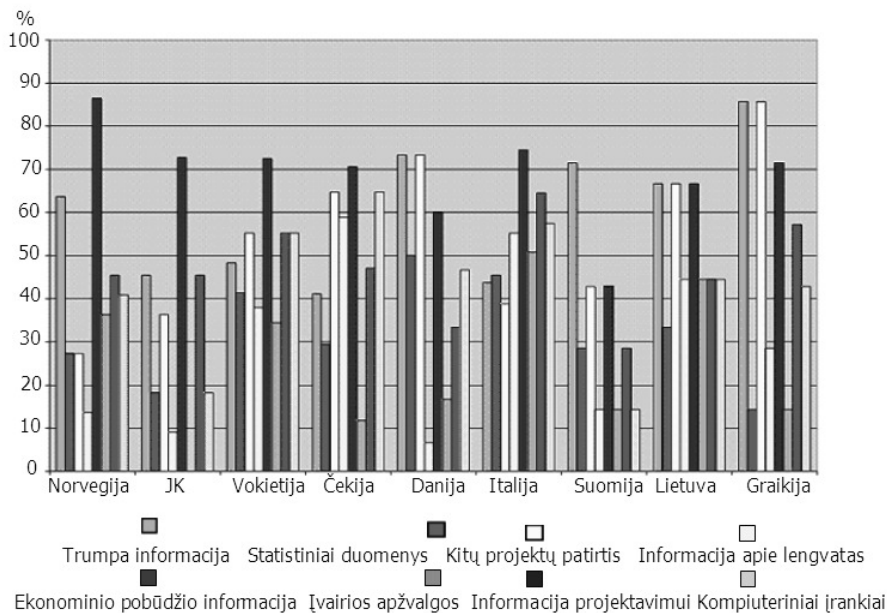
Daugelyje šalių, taip pat ir Lietuvoje, yra informacijos gimtąja kalba poreikis (5.6 pav.).



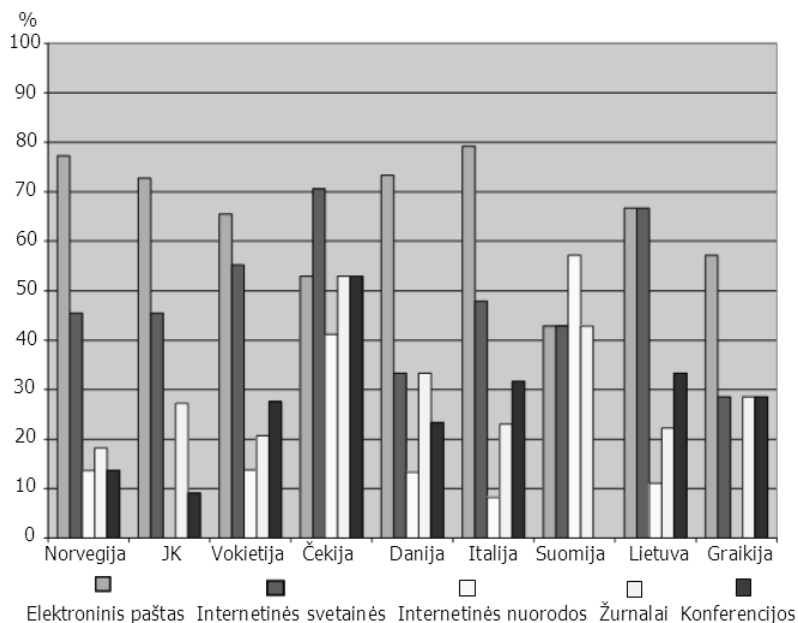
5.2 pav. Pagrindinės priežastys, kodėl renkasi energiją taupančias priemones [140]



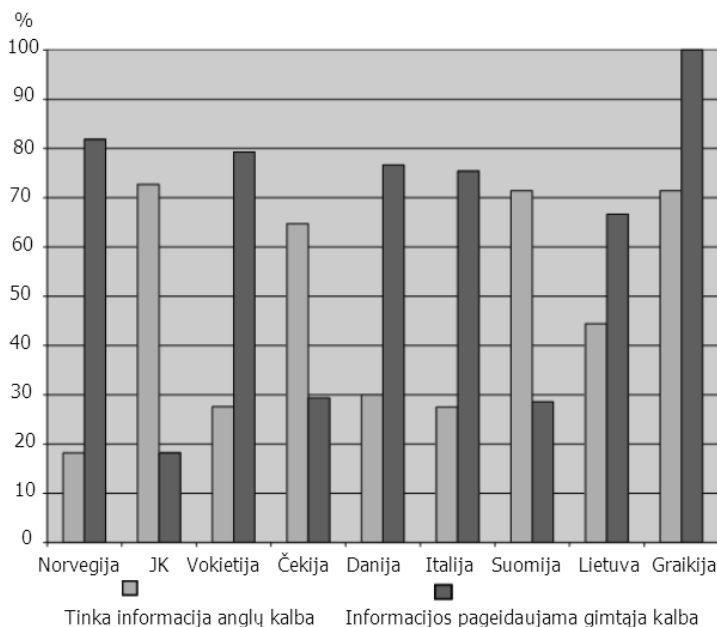
5.3 pav. Pagrindinės priežastys, kodėl nesirenkamos energiją taupančias priemonės [140]



5.4 pav. Pageidaujamos informacijos tipai [140]



5.5 pav. Pageidaujami informacijos gavimo būdai [140]



5.6 pav. Informacijos gimtąja kalba poreikis [140]

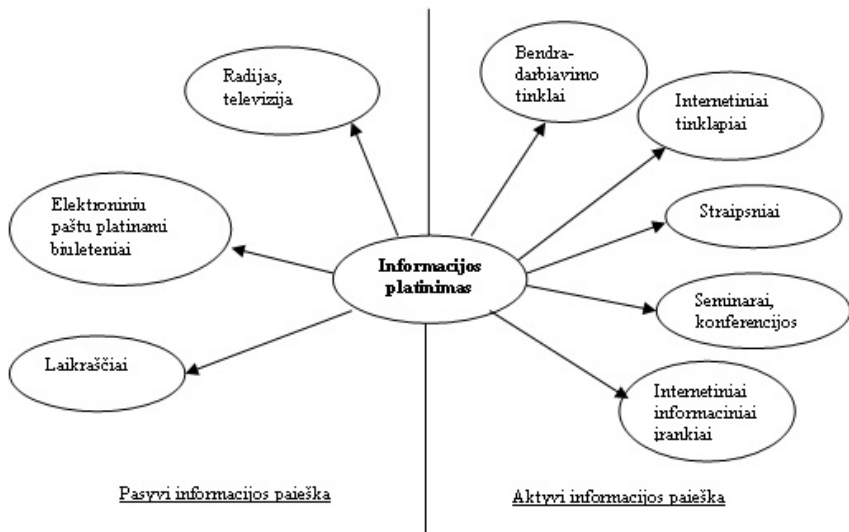
Gali būti padaryta išvada, kad Lietuvoje pagrindinė priežastis, skatinanti rinktis energiją taupančias technologijas, yra gamtos apsauga. Priežastys, kurios trukdo pasirinkti šias technologijas yra didelės pradinės investicijos, o atsipirkimas pastato gyvavimo laikotarpiu, kaip nurodoma anketose, yra abejotinas. Kita nemažiau svarbi kliūtis yra informacijos stoka. Informacija yra reikalinga pačiame pradiniam projekto etape. Projektavimo metu pageidaujama informacijos apie investavimo išlaidas, energijos taupymą, bendros techninės informacijos apie inovatyvias technologijas, taip pat jau įvykdytų projektų patirties, privalumų ir trūkumų. Informacija turėtų būti aiški, lengvai suprantama ir dažniausiai jos pageidaujama gimtąja kalba. Sprendimų priėmėjai informaciją pageidauja gauti pasitelkiant internetą.

Tolimesniuose skyreliuose efektyviam žinių platinimui, autorė siūlo pasitelkti elektronines mokymo sistemas.

5.2. Informacijos platinimo būdai ir priemonės

Informacijos platinimo priemonės ir kanalus reikia rinktis pagal žinias, kurias reikia platinti, ir numatomą tikslinę grupę. Galimi tokie platinimo kanalai (5.7 pav.):

- bendradarbiavimo tinklai;
- elektroniniu paštu platinami informaciniai biuleteniai;
- tinklalapiai;
- internetiniai įrankiai;
- profesiniai žurnalai;
- laikraščiai;
- bendrosios masinės informavimo priemonės (radijas, televizija, naujienos);
- seminarai statybos profesionalams.



5.7 pav. Žinių platinimo kanalai

Svarbu atsižvelgti į faktą, kad skiriasi tikslinių grupių žinių ieškojimo aktyvumas. Kai kurios iš išvardytų priemonių labiausia tinka aktyviai ieškančioms grupėms (pvz., bendradarbiavimo tinklai, tinklalapis, straipsniai žurnaluose ir seminarai), o likusios yra skirtos bendruomenės daliai, kuri ne taip aktyviai ieško informacijos. Akivaizdu, kad efektyvi komunikacijos strategija apima abiejų tipų priemones. Projekto „BRITA in PuBs“ informacija tiesiogiai pateikiama dviejuose bendradarbiavimo lygmenyse [140]:

1. Vietiniame lygmenyje – šalies, miesto, savivaldybės ar profesiniai tinklai. Jie apjungia tikslinių grupių ir vietinių bei regioninių energijos agentūrų atstovus. Tai pavyzdžiui, Agenda 21, subalansuotos plėtros ar profesiniai tinklai statybos profesionalams.

2. Tarptautiniame lygmenyje – Energie-Cites tinklas, leidžiantis pasiekti tikslines grupes, esančias ir kitose šalyse. Projekto „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ rezultatų platinimas yra kasdienė projekto Energie-Cites veiklos dalis. Informacija platinama per jo tinklalapį, susirinkimus, simpoziumus [140].

Projekto „BRITA in PuBs“ demonstraciniai rezultatai yra patalpinti projekto internetiniame puslapyje, elektroniniu paštu platinamas informacinis biuletenis. Elektroninis informacinis biuletenis, rengiamas ir išsiuntinėjamas 4–6 kartus per metus, jis yra susietas su tinklalapiu.

„BRITA in PuBs“ tinklalapis – tai įprastas tinklalapis su nacionalinėmis versijomis. Tinklalapis yra pagrindinis techninės informacijos platinimo elementas. Tinklalapyje pateikiami projekto rezultatai:

- *BRITA* internetinis informacinis įrankis;
- *BRITA* kokybės kontrolės priemonių rinkinys;
- *BRITA* rekomendacijos projektavimui;
- *BRITA* ataskaita apie finansines schemas;
- informacija apie demonstracinius projektus;
- žinių platinimui skirta e-mokymo sistema.

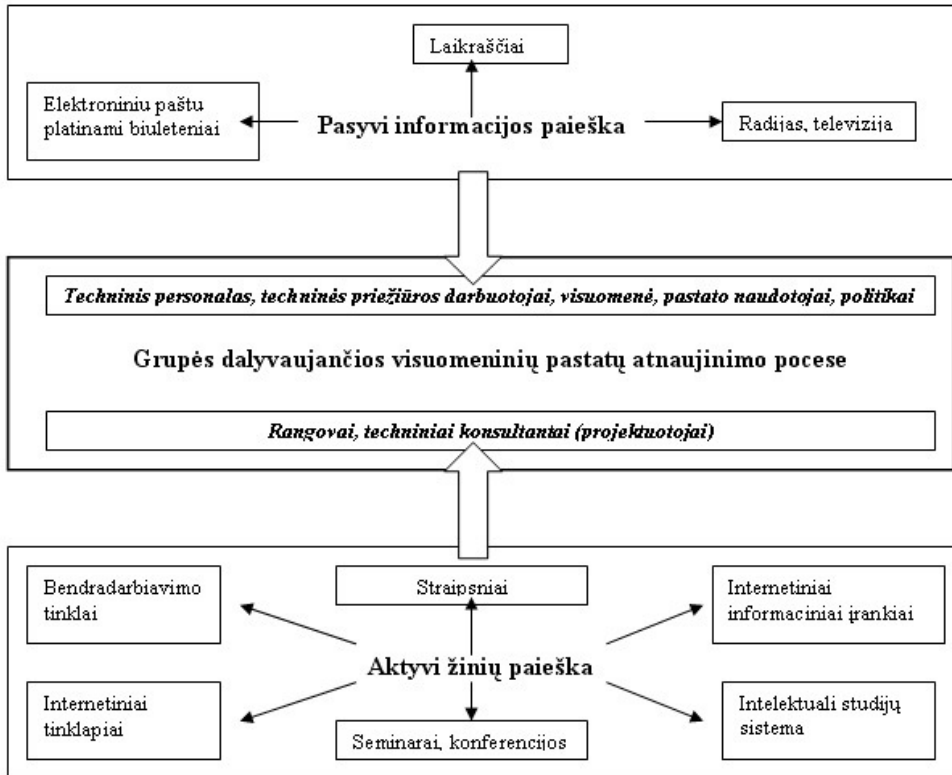
5.3. E-mokymo modulis – Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui

Kaip buvo išsiaiškinta anksčiau, informacijos paieškos įpročiai labai įtakojami įpročių suformuotų dar studijų metu. Todėl svarbu informuoti studentus apie energijos taupymą, inovatyvias energijos taupymo technologijas ir apie šaltinius ieškant informacijos.

Siekiant užtikrinti platų darnios pramonės plėtros priemonių diegimą, būtina kelti kompetencijos lygį pramonės įmonėse ir asociacijose, valdžios institucijose, finansinėse organizacijose, mokslo institucijose ir kitose organizacijose, teikiančiose konsultacijas pramonės įmonėms, bei kitoms suinteresuotoms šalims. Labai svarbus *darnios statybos klausimų sprendimas moksle*. Mokymo programos gali būti organizuojamos dviem būdais: mokymo programos universitetuose ir kvalifikacijos kėlimo kursai. Pirmasis būdas yra svarbus ilgalaikiu požiūriu ir yra skirtas būsimų specialistų ruošimui, o antrasis svarbus apmokant specialistus jau dirbančius pramonės įmonėse ar kitose su darnia pramonės plėtra susijusiose organizacijose ir institucijose. Abu būdai papildo vienas kitą ir yra vienodai svarbūs.

Viena iš priemonių, kurios pagalba suinteresuotos grupės gali pasitikrinti savo žinias ir jas tobulinti – intelektualią studijų sistemą, sukurta A. Kaklauskos,

R. Diškevičiaus, L. Gargasaitės VGTU Statybos ekonomikos ir nekilnojamojo turto katedroje (5.8 pav.) [141–145].



5.8 pav. Žinių platinimo skirtingoms grupėms schema

Šioje studijų sistemoje, kaip priemonė žinioms apie pastatų atnaujinimą tobulinti, integruotas modulis „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“. Modulio turinys buvo parengtas remiantis projekto „BRITA in PuBs“ medžiaga.

Turinį sudaro tokie pagrindiniai skyriai: įvadas, inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui (5.9 pav.). Mokymo modelis integruotas į jau anksčiau minėtą e-mokymo sistemą [141–145].

Inovatyvių technologijų skyrių sudaro tokie skyreliai:

- inovatyvus pastatų apšiltinimas;
- energijos taupymo požiūriu efektyvūs langai;
- mišri ventiliacija;
- natūralus apšvietimas;
- pastatų šildymas ir kondicionavimas pasitelkiant saulės energiją;
- saulės kolektoriai;

- saulės baterijos;
- pasyviosios pastatų šildymo sistemos, naudojančios saulės energiją;
- šildymo siurbliai.

Available from	To	Course	Type	Description
No filter	No filter	All	All	Show
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	01.01 The EU Directive on the Energy Performance of Buildings (EPBD)
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.01 Innovative Insulation
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.02 High-efficient Windows
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.03 Hybrid Ventilation
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.04 Improved Daylighting
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.05 Solar Heating and Cooling of Buildings
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.06 Solar Thermal Collectors
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.07 Passive Solar Heating
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.08 Integration of PV into the built environment
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.09 Use of Building Mass and Shadings
2006.10.26	2007.10.26	Innovative energy-efficient retrofit of public buildings	Document	02.10 Heat Pumps

5.9 pav. Modulio „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“ turinys

Kiekviena anksčiau minėta tema nagrinėjama tokiais aspektais: technologija ir tipai, įstatymų reikalavimai, išlaidos, energijos tausojimas, priežiūra ir aptarnavimas, privalumai ir trūkumai, geriausios patirties pavyzdžiai, skaičiavimo įrankiai.

Intelektualią studijų sistemą sudaro šešios posistemos: disciplinų duomenų bazė, studento modelis, pedagoginis ir žinių vertinimo modelis, kompiuterinių mokymo sistemų duomenų bazė, sprendimų paramos posistemė bei grafinė sąsaja [141].

Sistemos posistemes panagrinėsime plačiau.

Disciplinų duomenų bazė apima informaciją apie žinias, perteikiamas studentui. visuomeninių pastatų atnaujinimo mokymo modulyje privalomos studijuoti temos nėra numatytos. Susidomėjusių asmenų mokymosi programa gali būti sudaroma trim būdais. Pirmuoju atveju, užsiregistravę vartotojai elektroninėse formose pažymi, kurias modulio temas norėtų studijuoti. Antru atveju, sistema pasiūlys vartotojui sudaryti modulį pagal jį dominančius raktinius žodžius. Uždavus raktinius žodžius, sistema iš esamų skyrelių sudarys mokymo modulį su tekstine, audio ar video medžiaga ir t. t. Trečiuoju atveju, atlikus daugiakriterinę analizę pagal kriterijus (tam tikrus raktinius žodžius), sistema gali sudaryti mokymosi modulį iš skirtingų mokymo programų. Tokiu būdu bus sudaromos „mini programos“. Šios „mini programos“ bus individualizuotos ir maksimaliai atitiks studentų mokymosi poreikius [141].

Studento modelis saugo informaciją apie kiekvieną studentą. Modelis kaupia informaciją apie studento išsilavinimą, studijų poreikius, mokymosi grafiką, ankstesnių testų rezultatus bei studijų rezultatus. Studento modelis kaupia informaciją apie visą studento studijų istoriją. Pirmiausia modelis vertina turimas studento dalyko žinias, nustato ką studentas jau žino. Tada naudoja šiuos duomenis sukurti studento žinių bei mokymosi proceso vaizdai bei pateikia studento žinias, kaip nuokrypį nuo eksperto žinių. Šių nuokrypių pagrindu sistema nusprendžia, kuris studijų programos skyrius (poskyris) turėtų būti dėstomas toliau bei kaip turėtų būti pateikiamas. Studento modulyje kaupiama informacija pateikiama pedagoginiam modeliui [141].

Sprendimų paramos posistemė yra naudojama daugumoje intelektualių studijų sistemos dalių: studento modelyje, pedagoginiame ir žinių vertinimo modelyje bei kompiuterinių mokymo sistemų duomenų bazėje. Sprendimų paramos posistemė padeda bei pagrindžia sprendimų priėmimo procesą [141].

Kompiuterinių mokymo sistemų duomenų bazėje talpinamos internetinės kompiuterinės mokymo sistemos. Kompiuterinės mokymo sistemos naudojamos įvairių užduočių sprendimui kursiniuose projektuose, taip pat siekiant nustatyti studento įgautas žinias universitete, bendrą studento išsilavinimo lygį, studento gebėjimą greitai ir adekvačiai reaguoti į besikeičiančią situaciją. Pedagoginis ir žinių vertinimo modelis suteikia studentui pedagoginę pagalbą ir įvertina jo žinias. Pavyzdžiui, šis modelis kontroliuoja kada pateikti testą, kada ir kurią sekančią temą pristatyti studentui [141].

Pedagoginis bei žinių vertinimo modelis formuluoja įvairaus sudėtingumo klausimus, nurodo šaltinius papildomoms studijoms, padeda pasirinkti literatūrą ir multimediją tolimesniam studijavimui bei pasirinkti kompiuterines mokymo sistemas [141].

Tradicinės testavimo sistemos įvertina studentus pažymiu, nesuteikdamos jiems galimybės sužinoti apie savo žinių spragas ir kaip tas žinias pagerinti. Pedagoginis bei žinių vertinimo modelis palygina studento turimas ir mokymosi metu įgytas žinias. Kaupdamas studentų atsakymų istoriją, pedagoginis bei žinių vertinimo modelis suteikia grįžtamąjį ryšį ir padeda nustatyti studento silpnąsias ir stipriąsias puses, apibendrina studijų metu įgytas naujas žinias, teikia įvairias rekomendacijas ir pasiūlymus. Pateikusi grįžtamąjį ryšį sistema iš naujo įvertina bei atnaujina studento modelį bei ciklas pakartojamas iš naujo. Sistema vertina ką studentas žino, taip pat atsižvelgia į tai, ką studentas turi žinoti ir nustato, kuri mokymo dalis turi būti dėstoma toliau. Taip pat yra sekančio klausimo teste pasirinkimo galimybės, tai priklauso nuo atsakymų į ankstesnius klausimus teisingumo. Teisingi atsakymai veda prie sudėtingesnių klausimų, o neteisingi – prie lengvesnių klausimų. Pedagoginis modelis taip pat paaiškina kodėl vienas ar kitas atsakymas yra teisingas/ klaidingas bei pasiūlo papildomos medžiagos, susijusios su neteisingais atsakymais klausimais [141].

Q	Question	Vid.
34	The costs of drilling or trenching are dependent on:	0,35
130	What creates the temperature difference in the working fluid, circulating in the system?	0,38
134	What is the coefficient of performance (COP)?	0,38
124	What is the SPF?	0,4
8	What costs of geothermal heat pump systems are higher than conventional systems?	0,42
3	What is the advantage of blends?	0,43
122	When heat pumps gained commercial popularity?	0,43
135	What describes the efficiency of a heat pump unit?	0,44
56	What is the EER?	0,46
95	On what the energy output depends mostly?	0,46
141	Is the use of CFCs banned now?	0,46
110	Why the use of the CFCs is restricted?	0,47
120	The costs of drilling or trenching are dependent on:	0,51
128	In which depth the ground remains at its mean temperature throughout the year?	0,53
30	What SPF's value can be achieved by more efficient systems using state-of-art components with optimized ground coils?	0,55
98	Who are the decision makers in the public buildings retrofitting process?	0,56
123	On what the energy output depends mostly?	0,56

5.10 pav. Informacija studentui apie testo atlikimą

Naudodamiesi pedagoginio ir žinių vertinimo modelio pateikta statistika, studentai gali matyti klausimo sudėtingumą, vidutinį visos grupės įvertinimą bei sužinoti savo poziciją grupėje prieš studijas ir po jų. Klausimo sudėtingumo duomenų saugojimas suteikia galimybę iš pradžių pateikti lengvesnius klausimus, vėliau pereinant prie sudėtingesnių. Panašiai gali būti parenkamos ir dėstomos temos – nuo paprastesnių prie sudėtingesnių pakartojant sunkiausias temas [141].

5.4. Penktojo skyriaus išvados

1. Apklausa dėl inovatyvių energijų taupančių priemonių parodė, kad pagrindinė priežastis, kodėl nesirenkamos energijų taupančios technologijos – didelės investavimo išlaidos ir informacijos stoka. Siekiant informuoti apie pastatų atnaujinimo procesą, labai svarbu žinoti kokią, visuomeninių pastatų atnaujinimo sprendimus įtakančią, grupę žinios turi pasiekti, o atsižvelgiant į tai, žinias nukreipti, pasitelkiant tinkamiausias priemones. Svarbu atkreipti dėmesį į faktą, kad skiriasi tikslinių grupių žinių ieškojimo aktyvumas. Kai kurios priemonės labiausiai tinka aktyviai ieškančioms grupėms, o likusios yra skirtos bendruomenės daliai, kuri ne taip aktyviai ieško žinių. Aktyviai ieškančioms grupėms, kaip

priemonę žinių platinimui, autorė siūlo elektronines mokymo sistemas.

2. Svarbu akcentuoti, kad informacijos paieškos įpročiai labai įtakojami įpročių suformuotų dar studijų metu. Siekiant įtakoti darnaus pastatų atnaujinimo apimtį svarbu informuoti būtent studentus apie energijos taupymą, inovatyvias energijos taupymo technologijas ir kitas priemones užtikrinančias darnią renovaciją.
3. Tuo tikslu buvo sukurtas mokymo modulis „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“, kuris buvo integruotas intelektualioje VGTU studijų sistemoje, sukurtoje Statybos ir nekilnojamojo turto katedroje. Modulio turinys parengtas remiantis projekto „BRITA in PuBs“ medžiaga. Inovatyvios pastatų atnaujinimo technologijos nagrinėjamos tokiais aspektais: technologija ir tipai, įstatymų reikalavimai, išlaidos, energijos tausojimas, priežiūra ir aptarnavimas, privalumai ir trūkumai, geriausios patirties pavyzdžiai, skaičiavimo įrankiai, intelektualios sistemos.

Pagrindinės darbo išvados

1. Atlikta literatūros analizė parodė, kad dažnai sureikšminami darnos reikalavimai naujai statybai, rekonstrukcijos darbus paliekant antrame plane. Tai prieštarauja vienai iš darnaus vystymosi krypčių, kuri skatina kiek galima mažiau didinti urbanizacijos augimo tempus, pagal galimybes pertvarkant ir naudojant esamus pastatus, pratęsiant jų gyvavimo laiką.
2. Pagal atliktą literatūros analizę autorė suformuluoja pagrindinius darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo principus: efektyvaus energijos ir racionalaus išteklių naudojimas, rūpinimasis gyventojų sveikata, aplinkos tausojimas ir informacijos prieinamumas ir jos platinimas. Visi išvardinti principai yra glaudžiai susiję, vienas kitą papildo ir įtakoja bendrą efektyvumą.
3. Pagal suformuluotus principus sukurtas teorinis darnaus visuomeninių pastatų atnaujinimo modelis. Analizė, atlikta prof. habil. dr. A. Kaklauskio mokslinių darbų pagrindu, parodė, kad modelio veiksmingumui įtaką darantys veiksniai yra: makro, mikro aplinka ir sprendimus priimančios grupės. Labai svarbi sprendimus priimančių grupių sąveika ir jų informavimas apie darnų atnaujinimo procesą. Modelyje pateikta sprendimų priėmimo proceso schema, kurioje išryškėja daugiakriterinių metodų taikymo svarba, priimant pastatų atnaujinimo sprendimus.

4. Rūpinimosi sveikata principas turi būti užtikrintas atsižvelgiant tiek į išorės, tiek į vidaus aplinką. Tokiai analizei labai tinka prof. habil. dr. A. Kaklauskio ir A. Bagdonavičiaus dviejų projektų metu sukurta metodologija ir užterštumo žemėlapiai. VGTU patalpų vidaus aplinkos analizė parodė, kad turėdami vidaus mikroklimato matavimų rezultatus galime tinkamai parinkti patogią ir sveiką darbo aplinką. Be to, atlikus matavimus ir nustačius trūkumus gali būti sprendžiama, kokias priemones įdiegti vidaus mikroklimatui pagerinti.
5. Iš užterštumo žemėlapių sudarytų kartu su kitais mokslininkais vadovaujamais prof. habil. dr. A. Kaklauskio galima spręsti, kad kol kas oro kokybė VGTU teritorijoje yra geros arba patenkinamos būklės. Pastebima, kad šalia gatvės esant didesniai oro užterštumui oro kokybė iš geros pereina į patenkinamą. O tai reiškia, kad šalia gatvės gyvenantiems ar dirbantiems žmonėms, nuolat patiriantiems teršalų poveikį, gali pasireikšti diskomfortas ir pasunkėjusio kvėpavimo simptomai, taip pat gali būti apsunkinamas širdies darbas senyvo amžiaus žmonėms arba žmonėms sergantiems širdies nepakankamumo ligomis.
6. Mikroklimato analizė atlikta kartu su kitais mokslininkais vadovaujamais prof. habil. dr. A. Kaklauskio gana išsamiai parodo, ar patalpų temperatūra, apšvietumas, esamo oro keitimosi ir judėjimo greičiai atitinka galiojančias normas. Disertacijoje atlikus VGTU centrinio pastato ketvirto ir penkto aukšto patalpų aplinkos sąlygų tyrimus ir palyginus su higienos normomis, matyti, kad dauguma iš jų neatitinka galiojančių reikalavimų. Patalpose būtina įrengti priverstinę ventiliaciją, kuri užtikrintų reikiamą oro srauto kitimą.
7. Skaičiavimai parodė, kad siekiant įvertinti darbo aplinką atsižvelgiant į poveikį sveikatai, tikslinga taikyti keletą daugiakriterinės analizės metodų. Skirtingais metodais atliktų skaičiavimų rezultatai skiriasi, todėl galutiniam sprendimui priimti, rezultatus reikia integruoti. Tam atlikti geriausiai tinkamas sintezės metodas. Iš atlikto tyrimo matyti, kad daugiakriterinės analizės metodų taikymas yra efektyvi priemonė alternatyvių variantų tyrimo pagrindu išrinkti racionalius sprendimus, atlikti išsamią priimamų sprendimų analizę.
8. Apklausa dėl inovatyvių energiją taupančių priemonių parodė, kad pagrindinė priežastis, kodėl nesirenkamos energiją taupančios technologijos – didelės investavimo išlaidos ir informacijos apie energiją taupančias technologijas stoka. Siekiant informuoti apie darnų pastatų atnaujinimo procesą, svarbu žinoti kokią tikslinę grupę

žinios turi pasiekti, o atsižvelgiant į tai, žinias nukreipti, pasitelkiant tinkamiausias priemones. Svarbu atkreipti dėmesį į faktą, kad kai kurios priemonės labiausiai tinka aktyviai ieškančioms grupėms, o likusios yra skirtos bendruomenės daliai, kuri ne taip aktyviai ieško žinių. Aktyviai ieškančioms grupėms, kaip priemonę žinių platinimui, autorė siūlo elektronines mokymo sistemas.

9. Informacijos prieinamumo principui įgyvendinti tikslinga į mokymo planus įtraukti modulius apie darnų pastatų atnaujinimą. Platus žinių skleidimas galimas šiuos modulius integruojant į elektronines mokymo sistemas. Tam tiksui įgyvendinti siūlomas mokymo modulis „Inovatyvios technologijos pastatų atnaujinimui“, kuris buvo integruotas intelektualioje VGTU studijų sistemoje, sukurtoje Statybos ir nekilnojamojo turto katedroje. Modelio turinys parengtas pagal projekto „BRITA in PuBs“ medžiagą. Autorė kartu su prof. habil. dr. A. Kaklauskū parengė vieną modelio temą.

Literatūros sąrašas

- [1]. Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės. Kuro ir energijos balansas 2001–2005, Vilnius.
- [2]. Europos Sąjungos statistikos agentūra Eurostat. Eurostat yearbook 2006–2007. Prieiga per internetą: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>, [žiūrėta 2006 06 07].
- [3]. ES teisės aktai. Pastatų energinio naudingumo direktyva (2002/91/EC). Prieiga per internetą: <http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l00120030104en00650071.pdf>, [žiūrėta 2007 05 02].
- [4]. Baltijos jūros regiono pilių ir dvaro rūmų kaip kultūrinio paveldo objektų ir miesto centrų plėtra kaimo vietovėse. Prieiga per internetą: [www. castletomorrow.net/docs/handbook_lithuania.pdf](http://www.castletomorrow.net/docs/handbook_lithuania.pdf), [žiūrėta 2007 06 02].
- [5]. Statybos techninis reglamentas STR 2.02.02:2004. Visuomeninės paskirties statiniai. Architektūra, projektavimas, statyba. Prieiga per internetą: <http://www.spec.lt/index.php?cid=776>, [žiūrėta 2006 09 19].

- [6]. Lietuvos Respublikos Švietimo ir mokslo ministerija. Mokslo ir studijų institucijų renovavimo ir rekonstravimo 2007–2009 metų programa. Prieiga per internetą: [http://www.smm.lt/teisine_baze/doc/s/isakymai/2006-12-28-ISAK-2456\(1\).doc](http://www.smm.lt/teisine_baze/doc/s/isakymai/2006-12-28-ISAK-2456(1).doc), [žiūrėta 2007 11 05].
- [7]. Būsto ir urbanistikos plėtros fondas. Energijos taupymo būste demonstracinis (ETBD) projektas. Prieiga per internetą: www.bkagentura.lt, [žiūrėta 2007 05 10].
- [8]. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. Lietuvos būsto strategija, 2004. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_oc_l?p_id=225703, [žiūrėta 2007 11 05].
- [9]. Vilniaus savivaldybė. Vilniaus miesto būsto atnaujinimo programa „Atnaujinkime būstą – atnaujinkime miestą“. Prieiga per internetą: http://www.renovacija.lt/lt.php/apie_programa/2, [žiūrėta 2006 10 24].
- [10]. Bendras ekologiškų pastatų demonstracinių projektų internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.ecobuildings.info>, [žiūrėta 2005 08 24].
- [11]. Erhorn, H. Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings – BRITA in PuBs. EU FP6 International Ecobuildings Symposium, Berlin, 2005, p. 39–46.
- [12]. Erhorn, H. Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings – BRITA in PuBs. 2nd EU FP6 Ecobuilding Symposium, Stuttgart, 2008, p. 21–28.
- [13]. Projekto „Visuomeninių pastatų atnaujinimas taikant inovacijas“ (Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings – BRITA in PuBs) internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.brita-in-pubs.eu>, [žiūrėta 2008 04 04].
- [14]. Barker, M. Sustainable Architecture Applied to Replicable Public Access Buildings – SARA. EU FP6 International Ecobuildings Symposium, Berlin, 2005, p. 46–53.
- [15]. Barker, M. Sustainable Architecture Applied to Replicable Public Access Buildings – SARA. 2nd EU FP6 Ecobuilding Symposium, Stuttgart, 2008, p. 40–45.

- [16]. Projekto „Darnios architektūros taikymas visuomeniniams pastatams“ (Sustainable Architecture Applied to Replicable Public Access Buildings – SARA) internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.sara-project.net>, [žiūrėta 2007 08 24].
- [17]. Kaan, H. DEMOHOUSE: Design and Management Options for Housing. EU FP6 International Ecobuildings Symposium, Berlin, 2005, p. 53–61.
- [18]. Projekto „Demonstracinis namas: projektavimo ir valdymo galimybės gyvenamiesiems pastatams“ (DEMOHOUSE: Design and Management Options for Housing) internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.demohouse.net>, [žiūrėta 2007 08 24].
- [19]. Hansen, J.O. ECO-CULTURE: Demonstration and Dissemination of ECO-Concepts for High Performance European Cultural Buildings. EU FP6 International Ecobuildings Symposium, Berlin, 2005, p. 61–68.
- [20]. Krighar, M. ECO-Concepts for High Performance European Cultural Buildings – ECO CULTURE. 2nd EU FP6 Ecobuilding Symposium, Stuttgart, 2008, p. 45–52.
- [21]. Projekto „EKO-kultūra: EKO-koncepcijos demonstravimas ir platinimas Europos kultūros pastatams“ (ECO-CULTURE: Demonstration and Dissemination of ECO-Concepts for High Performance European Cultural Buildings) internetinis puslapis. Prieiga per internetą: <http://www.cowiprojects.com>, [žiūrėta 2007 08 24].
- [22]. Ruano, M. Eco-Urbanism Sustainable Human Settlements: 60 Case Studies. Barcelona: G.Gilli, 2002, 198 p.
- [23]. Imboden, D.; Jaeger, C. Towards a sustainable energy future. In: *Energy: the Next Fifty Years*. OECD, Paris, 1999, p. 117–123.
- [24]. Imboden, D. Energy forecasting and atmospheric CO₂ perspectives: two worlds ignore each other. *Integrated Assessment*, Vol. 1, 2000, p. 321–330.
- [25]. Chwieduk, D. Towards sustainable-energy buildings. *Applied Energy*, Vol. 76, Issue 1, 2003, p. 211–217.

- [26]. Sobotka, A.; Wyatt, D. P. Sustainable development in the practice of building resources Renovation. *Facilities*, Vol. 16, Issue 11, 1998, p. 319–325.
- [27]. Sunikka, M. Sustainable housing policies for the existing housing stock in Europe. *Open House International*, Vol. 28, Issue 1, 2003, p. 4–11.
- [28]. Papadopoulos, A. M.; Theodosiou, Th. G.; Karatzas, K.D. Feasibility of energy saving renovation measures in urban buildings. The impact of energy prices and acceptable pay back time criterion. *Energy and Buildings*, Vol. 34, Issue 5, 2002, p. 455–466.
- [29]. Gorgolewski, M. Optimizing renovation strategies for energy conservation in housing. *Building and Environment*, Vol. 30, 2005, p. 583–589.
- [30]. Hong, S. H.; Oreszczyn, T.; Ridley, I. The impact of energy efficient refurbishment on the space heating fuel consumption in English dwellings. *Energy and Buildings*, Vol. 38, Issue 10, 2006, p. 1171–1181.
- [31]. Keeping, M.; Shiers, D. The “green” refurbishment of commercial property. *Facilities*, Vol. 14, Issue 3–4, 1996, p. 15–19.
- [32]. Kincaid, D. Adaptability potentials for buildings and infrastructure in sustainable cities. *Facilities*, Vol. 18, Issue 3–4, 2000, p. 155–161.
- [33]. Baldwin, R. Environmental assessment and management of buildings, Proceeding International CIB TG8 Workshop, *Building and Environment in Central and Eastern Europe*, Warsaw, 1996, p. 322–331.
- [34]. Sitar, M.; Dean, K.; Kristja, K. The Existing Housing Stock – New Renovation Possibilities; A Case of Apartment building Renewal in Maribor, Research Report presented at the Conference Housing in an expanding Europe: theory, policy, participation and implementation (ENHR). Urban Planning Institute of the Republic of Slovenia, 2006, p. 15–31.
- [35]. Adeli, H. Expert systems in construction and structural engineering, London: Chapman & Hall, 1998, 205 p.

- [36]. Henket, H.A.J. Choosing an appropriate intervention in existing building: a theoretical model. In *Proc. of the International Symposium on Property Management and Modernization*, Singapore, 1990, p. 473–482.
- [37]. Reddy, P. V.; Socur, M.; Ariaratnam, S.T. Building renovation decision support model. In *Proc. of the ASCE 5th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, USA, 1993, p. 1547–1554.
- [38]. Rosenfiels, Y.; Shohet, I.M. Decision support model for semi – automated selection of renovation alternatives. *Automation in Construction*, Vol. 8, Issue 4, 1999, p. 503–510.
- [39]. Lavy, S.; Shohet, I. M. A strategic integrated healthcare facility management model. *International journal of strategic property management*, Vol. 11, Issue 3, 2007, p. 125–142.
- [40]. Allane, K. Selection of renovation actions using multi-criteria “knapsack” model. *Automation in Construction*, Vol. 13, Issue 3, 2004, p. 377–391.
- [41]. Dascalaki, E.; Balaras, C. A. XENIOS – a methodology for assessing refurbishment scenarios and the potential of applications of RES and RUE in hotels. *Energy and Buildings*, Vol. 36, Issue 11, 2004, p. 1091–1105.
- [42]. Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Turskis, Z. Multicriteria decision-making system for building retrofit. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 3, Issue 4, 1997, p. 62–68.
- [43]. Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Kvederytė, N. Multivariant design and multiple criteria analysis of a building life cycle. *Informatica*, Vol. 12, Issue 1, 2001, p. 169–188.
- [44]. Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Raslanas, S. Evaluation of investments into housing renovation. *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 8, Issue 3, 2004, p. 177–190.
- [45]. Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Gulbinas, A. Multiple criteria decision support web-based system for building refurbishment. *Journal of civil engineering and management*, Vol. 10, Issue 1, 2004, p. 77–82.

- [46]. Kaklauskas, A.; Gulbinas, A. A knowledge based decision support system for building refurbishment. *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 11, Issue 3, 2005, p. 176–182.
- [47]. Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Raslanas, S. Multi-variant design and multiple criteria analysis of building refurbishments, *Energy and Buildings*, Vol. 37, Issue 4, 2005, p. 361–372.
- [48]. Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Raslanas, S.; Ginevicius, R.; Komka, A.; Malinauskas, P. Selection of low windows in retrofit of public buildings by applying multiple criteria method COPRAS: A Lithuanian case. *Energy and Buildings*, Vol. 38, Issue 5, 2006, p. 454–462.
- [49]. Antukevičienė, J.; Turskis, Z.; Zavadskas, E. K. Modelling renewal of construction objects applying methods of the game theory. *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 12, Issue 4, 2006, p. 263–268.
- [50]. Šaparauskas, J.; Turskis Z. Evaluation of construction sustainability by multiple criteria methods, *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 12, Issue 4, 2006, p. 321–326.
- [51]. Banaitienė, N.; Banaitis, A.; Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K. Evaluating the life cycle of building: a multivariant and multiple criteria approach. *The International Journal of Management Science*, Vol. 36, 2008, p. 429–441.
- [52]. Siller, Th.; Kost, M.; Imboden, D. Long-term energy savings and greenhouse gas emission reductions in the Swiss residential sector. *Energy Policy*, Vol. 35, 2007, p. 529–539.
- [53]. Flier van der, K.; Thomsen, A. Sustainable housing transformation. Best practice evaluation of the 10th National renovation award. Paper presented at the EHR Conference Housing in Europe: New Challenges and Innovations in Tomorrows Rities, Reykjavik, 2005, p. 22–35.
- [54]. Caccavelli, D.; Gugerli, H. TOBUS – a European diagnosis and decision-making tool for office building upgrading. *Energy and Buildings*, 2002, Vol. 34, p. 113–119.

- [55]. LCC – Refurbishment. Sustainable development in renovation, European Expert Workshop, Paris, 2005, p.332–345.
- [56]. Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K. Internetinė sprendimų parama. Monografija. Vilnius: Technika, 2002. 292 p.
- [57]. Projekto SENET studija. Energijos priemonių skatinimo ir kontrolės būdai. Prieiga per internetą: http://www.lsta.lt/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,459/, [žiūrėta 2007 05 02].
- [58]. ES teisės aktai. Žalioji knyga. Prieiga per internetą: http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/home/consultation/energy_en.htm, [žiūrėta 2007 05 02].
- [59]. ES teisės aktai. Energijos Efektyvumo Žalioji Knyga. Prieiga per internetą: http://europa.eu.int/eurlex/lex/LexUriServ/site/en/com/2005/com2005_0265en01.pdf, [žiūrėta 2007 05 02].
- [60]. ES teisės aktai. Direktyva dėl galutinio energijos vartojimo efektyvumo ir energijos paslaugų (2006/32/EC), Prieiga per internetą: http://europa.eu.int/eurlex/lex/LexUriServ/site/en/com/2003/com2003_0739en01.pdf, [žiūrėta 2007 05 02].
- [61]. ES teisės aktai. Gaminių ekologinio projektavimo reikalavimų direktyva. Prieiga per internetą: http://europa.eu.int/eurlex/en/com/pdf/2003/com2003_0453en01.pdf, [žiūrėta 07 05 02].
- [62]. Lietuvos Respublikos Ūkio ministerija. Lietuvos Nacionalinė energijos vartojimo efektyvumo didinimo 2006–2010 metų programa. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=275752, [žiūrėta 2006 10 24].
- [63]. Būsto renovacijos agentūra. Efektyvūs daugiabučių namų modernizavimo sprendimai. Prieiga per internetą: http://www.bragentura.lt/index.php?lang=lt&content=lt_1_1&parent=lt_1, [žiūrėta 2008 04 14].
- [64]. Išlaidų renovacijos projektui skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://cgi.money.cnn.com/tools/renovation/renovation.html>, [žiūrėta 2006 11 06].

- [65]. Pastatų atnaujinimo skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.renovationexperts.com/estimator.asp>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [66]. Statybinių medžiagų skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.thisoldhouse.com/toh/knowhow/calculator>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [67]. Šildymo sistemų skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.wapa.gov/es/calc.htm>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [68]. Patalpų komforto sąlygų skaičiuoklė. Prieiga per internetą: http://www.hydro.mb.ca/energy_calculator/ec_flash.jsp, [žiūrėta 2006 11 06].
- [69]. Energijos taupymo priemonių būste skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.bkagentura.lt/index.php?2073312235>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [70]. Biokuro katilo galios optimizavimo skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.avei.lt/7E791394-453A-4E4C-A655-F9F14395F453.W5Doc?frames=no&>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [71]. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų išskyrimo skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.energysmartschools.gov/lawson/majorrenovations.asp>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [72]. Įtakos klimatui skaičiuoklė. Prieiga per internetą: www.climatechangelevy.com, [žiūrėta 2006 11 06].
- [73]. Įtakos klimatui skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.abgr.com.au/main.asp?section=3&page=5>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [74]. HUD Manager 2000. Prieiga per internetą: <http://realpage.com>, [žiūrėta 2006 11 06].
- [75]. Įrankių komplektas subalansuotiems pastatams. Prieiga per internetą: <http://www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/ToolKit.htm>, [žiūrėta 2006 05 13].

- [76]. EPIQR – energijos naudojimo ir vidaus patalpų atnaujinimo priemonė. Prieiga per internetą: <http://tobus.cstb.fr/english/epqr.htm>, [žiūrėta 2006 09 19].
- [77]. Programinė įranga energijos modeliavimui pastatuose. Prieiga per internetą: http://www.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/subjects_sub.cfm, [žiūrėta 2006 11 08].
- [78]. Crawley, D.B.; Lawrie L.K.; Winkelmann F.C.; Buhl W.F.; Huang Y.J.; Pedersen C.O.; Strand R.K.; Liesen R. J.; Fisher D.E.; Witte M.J.; Glazer J. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. *Energy and Buildings*, Vol. 33, Issue. 4, 2001, p. 319–331.
- [79]. EPBD Buildings Platform. Prieiga per internetą: <http://www.buildingsplatform.org/cms/>, [žiūrėta 2006 11 08].
- [80]. Bluysen, P.M. EPIQR and IEQ: indoor environment quality in European apartment buildings. *Energy and Buildings*, Vol. 31, Issue 2, 2000, p.103–110.
- [81]. Jaggs, M.; Palmer J. Energy performance indoor environmental quality retrofit – a European diagnosis and decision making method for building refurbishment. *Energy and Buildings*, Vol. 31, Issue. 2, 2000, p. 97–101.
- [82]. Balaras, C.A. TOBUS — A European method and software for office building refurbishment. *Energy and Buildings*, Vol. 34, 2002, p. 111–112.
- [83]. Balaras, C. A.; Drousa K.; Argiriou, A. A.; Wittchen, K. Assessment of energy and natural resources conservation in office buildings using TOBUS. *Energy and Buildings*, Vol. 34, 2002, p. 135–153.
- [84]. Erhorn-Klutig, H. BRITA in PuBs Information Tool. EU FP6 International Ecobuildings Symposium, Berlin, 2005, p. 39–46.
- [85]. Erhorn-Klutig, H. BRITA in PuBs Information Tool – Case Studies, Retrofit Measures and Performance Rating to Find the Best Retrofit Concepts for Public Buildings. 2nd EU FP6 Ecobuilding Symposium, Stuttgart, 2008, p. 69–73.

- [86]. Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Gargasaitė, L. Ekspertinės ir žinių sistemos bei geriausios patirties duomenų bazės. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*, T. 10, Nr. 3, 2004, p. 88–95.
- [87]. Kaklauskas, A.; Kanapeckienė L. Žinių valdymas ir „BRITA in PuBs“ projektas. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*, T. 11, Nr. 2, 2005, p. 78–86.
- [88]. Brown, M. Combined heat and power Positive progress in the UK. *Energy Policy*, Vol. 22, 2004, p. 173–177.
- [89]. Egbu, C.O.; Bates, M.; Botterill, K. A conceptual research framework for studying knowledge management in project-based environments. In: Proceedings of the international postgraduate research conference in the built and human environments, 2001, p. 188–202.
- [90]. Naaranoja, M.; Uden, L. Major problems in renovation projects in Finland. *Building and Environment*, Vol. 42, Issue 2, 2007, p. 852–859.
- [91]. Energy Saving Trust (EST) Best Practices – Energy Efficiency Best Practice in Housing. Prieiga per internetą: www.est.org.uk/bestpractice/publications/all.jsp, [žiūrėta 2006 05 06].
- [92]. Šildymo siurblių geriausios praktikos veikla. Prieiga per internetą: <http://www.est.org.uk/bestpractice/publications/detail.jsp?pk=72>, [žiūrėta 06 05 06].
- [93]. Geriausia patirtis. Šiluminiai siurbliai. Prieiga per internetą: <http://ehpn.fiz-karlsruhe.de/en/themen/thema4.html>, [žiūrėta 2006 05 06].
- [94]. Balaras, C. A.; Droutsas K.; Dascalaki E.; Kontoyiannidis S. Heating energy consumption and resulting environmental impact of European apartment buildings. *Energy and Buildings*, Vol. 37, 2005, p. 429–442.
- [95]. Balaras, C. A.; Droutsas, K.; Dascalaki, E.; Kontoyiannidis S. Deterioration of European apartment buildings. *Energy and Buildings*, Vol. 37, 2005, p. 515–527.

- [96]. Davenport, T. Secrets of successful knowledge management. Issue of knowledge transfer within a construction training and learning organization. In: Gudson G, editor. Proceedings of the international conference on construction information technology (CIT 2000), Iceland, Vol. 1; 1997. p. 229–40.
- [97]. Kaklauskas, A. Multiple criteria decision support of building life cycle. Research report presented for habilitation. Vilnius: Technika, 1999, 120 p.
- [98]. Banaitis, A. Racionalaus būsto statybos parinkimo modelis. Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2000, p.134.
- [99]. Kvederytė, N. Vienbučių gyvenamųjų namų efektyvumas derinant jų gyvavimo proceso dalyvių interesus. Daktaro disertacija. Vilnius, 2000, p.150.
- [100]. Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programos įgyvendinimas. Prieiga per internetą: <http://www.ukmin.lt/lt/strategija/planas-07/4-2.doc>, [žiūrėta 2007 11 05].
- [101]. Bendrojo lavinimo ir profesinių mokyklų rekonstravimo ir aprūpinimo mokymo priemonėmis 2006–2008 metų programą. Prieiga per internetą: http://www.smm.lt/teisine_baze/docs/nutarimai/2005-11-16-1230.htm, [žiūrėta 2007 11 05].
- [102]. Specialioji programa – Energijos taupymo projektų įgyvendinimas. Prieiga per internetą: <http://www.ukmin.lt/lt/strategija/planas-07/88-2.doc>, [žiūrėta 2007 11 05].
- [103]. Projektas BRITA in PuBs, Communication Guide, Deliverable No. 6. Prieiga per internetą: <http://www.brita-in-pubs.com/>, [žiūrėta 2008 01 05].
- [104]. Skyrius, R.; Mikalauskienė, A.; Zalieckaitė, L. Informacijos ir komunikacijos technologijos. Vadovėlis, Vilniaus: Universiteto I-kla, 2005, 282 p.
- [105]. Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Banaitienė, N. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė. Monografija. Vilnius: Technika, 2001, 380 p.

- [106]. Zavadskas, E. K.; Simanauskas, L.; Kaklauskas, A. Sprendimų paramos sistemos statyboje. Monografija. Vilnius: Technika, 1999, 236 p.
- [107]. A decision-making Tool for Office Building Upgrading Solutions. Projekto internetinis puslapis: <http://tobus.cstb.fr/>, [žiūrėta 2007 09 30].
- [108]. Bossink Bart, A.G. The interorganizational innovation processes of sustainable building: A Dutch case of joint building innovation in sustainability. *Building and Environment*, Vol. 42, Issue 12, 2007, p. 406–419.
- [109]. Liming, H.; Haque, E.; Barg S. Public policy discourse, planning and measures toward sustainable energy in Canada. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 12, Issue 1, 2008, p. 91–115.
- [110]. Information Centre of Sustainable Renovation. Recommendations for sustainable renovation. Prieiga per internetą: <http://www.renoveeri.net/inde.php?lang=eng&content=content03>, [žiūrėta 2005 03 02].
- [111]. Canada Mortgage and Housing corporation. A better way to renovate. Prieiga per internetą: http://www.cmhcschl.gc.ca/en/burem/a/repi/bewarehi/bewarehi_006.cfmrenderforprint=1, [žiūrėta 2005 03 05].
- [112]. Liming, H.; Haque, E.; Barg S. Public policy discourse, planning and measures toward sustainable energy strategies in Canada. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 12, Issue 1, 2008, p. 91–115.
- [113]. Bossink Bart, A.G. The interorganizational innovation processes of sustainable building: A Dutch case of joint building innovation in sustainability. *Building and Environment*, Vol. 42, Issue 12, 2007, p. 408–409.
- [114]. Wedding, C. G.; Crawford-Brown D. Measuring site-level success in brownfield redevelopments: A focus on sustainability and green building. *Journal of Environmental Management*, Vol. 85, Issue 2, 2007, p. 483–495.

- [115]. Erhorn-Kluttig, H.; Erhorn, H. The guideline: innovative insulation. The project BRITA in PuBs – Bringing retrofit innovation to application in public buildings, 2007. Prieiga per internetą: <http://edit.brita-in-pubs.eu/fundanemt/files/DesignGuiInsulation.pdf>, [žiūrėta 2008 03 05].
- [116]. Englund, K. The guideline: advanced energy efficient windows. The project BRITA in PuBs – Bringing retrofit innovation to application in public buildings, 2007. Prieiga per internetą: <http://edit.brita-in-pubs.eu/fundanemt/files/DesignGuideline-05-AdvancedWindows.pdf>, [žiūrėta 2008 03 05].
- [117]. Athanassakos, E. The guideline: daylighting. The project BRITA in PuBs – Bringing retrofit innovation to application in public buildings, 2007. Prieiga per internetą: <http://edit.brita-in-pubs.eu/fundanemt/files/DesignGuidelines/DesignGuideline-06-daylighting.pdf>, [žiūrėta 2008 03 05].
- [118]. Buvik, K.; Hestnes, A. G. The guideline: passive solar heating. The project BRITA in PuBs – Bringing retrofit innovation to application in public buildings, 2007. Prieiga per internetą: <http://edit.brita-in-pubs.eu/fundanemt/files/DesignGuidelines/DesignGuideline-07.pdf>, [žiūrėta 2008 03 05].
- [119]. Ferrari, S.; Adhikari, R. The guideline: solar thermal systems. The project BRITA in PuBs – Bringing retrofit innovation to application in public buildings, 2007. Prieiga per internetą: <http://edit.brita-in-pubs.eu/fundanemt/files/DesignGuidelines/DesignGuideline-08.pdf>, [žiūrėta 2008 03 05].
- [120]. Jicha, M.; Charvat, P. The guideline: hybrid ventilation. The project BRITA in PuBs – Bringing retrofit innovation to application in public buildings. Prieiga per internetą: <http://edit.brita-in-pubs.eu/fundanemt/files/DesignGuideline-08-HybridVent.pdf>, [žiūrėta 2008 03 05].
- [121]. Kaklauskas, A.; Bagdonavičius, A. Linkolno instituto (JAV) finansuojamas projektas „Internetinės nekilnojamojo turto masinio vertinimo rinkos duomenimis pagrįstos sistemos kūrimas apmokestinimo tikslu“ (David C. Lincoln Fellowship „Development of market-based land mass appraisal on-line system for land taxation“). Ataskaita, 2006.

- [122]. Kaklauskas, A.; Bagdonavičius A. Linkolno instituto (JAV) finansuojamas projektas „Further development and practical application of market-based land mass appraisal on-line system for land taxation“. David C. Lincoln Fellowship. Ataskaita, 2007.
- [123]. James, P. A. B.; Bahaj, A. S. Smart glazing solutions to glare and solar gain: a „sick building“ case study. *Energy and Buildings*, Vol. 37, 2005, p. 1058–1067.
- [124]. Voss, K. Solar energy in buildings renovation – results and experience of international demonstration buildings. *Energy and Buildings*, Vol. 32, 2005, p. 291–302.
- [125]. Arnstein, S. A ladder of Citizen Participation. *Journal of The American Institute of Planners*, Vol. 35, 1969, p. 216–224.
- [126]. Weidemann, I.; Femers, S. Public participation in waste management decision making: analysis and management of conflicts. *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 33, 1993, p. 355–368.
- [127]. Europos Parlamento rezoliucija dėl 2004–2010 m. Europos veiksmų plano, skirto aplinkos apsaugai ir sveikatai, 2004. Prieiga per internetą: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2005-0045+0+DOC+XML+V0//LT>, [žiūrėta 2008 03 12].
- [128]. Valstybinis aplinkos sveikatos centras. Oro užterštumo poveikis žmonių sveikatai, 2007. Prieiga per internetą: http://vasc.sam.lt/oro_uzterstumas.pdf, [žiūrėta 2008 03 12].
- [129]. Aplinkos ministerija. Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas, 2006. Prieiga per internetą: <http://aaa.am.lt/VI/files/0.334220001163418589.pdf>, [žiūrėta 2008 03 12].
- [130]. Aplinkos ministerija. Oro užterštumo poveikis žmonių sveikatai, 2007. Prieiga per internetą: <http://aaa.am.lt/VI/files/0.453666001182409933.ppt#1>, [žiūrėta 2008 03 12].
- [131]. Čyras, P.; Šukys, R.; Girnius, V.; Nainys, V. Žmonių sauga. Elektroninis leidinys, Vilnius, 2005, 68 p.

- [132]. US Environmental Protection Agency. Guideline for reporting of daily air quality – air quality index, 2006.
- [133]. Projekto Brita in Pubs metu Kaklauskas, A.; Kalibato, D.; ir Paškevičienės, A. išmatuoti ir sudaryti oro užterštumo žemėlapiai. Preiga per internetą: http://dss.vgtu.lt/renovacija/rit_educational.asp, [žiūrėta 2008 03 21].
- [134]. Projekto Brita in Pubs metu Kaklauskas, A.; Kalibato, D.; Krutinis, M.; Viteikienė, M. išmatuoti ir sudaryti mikroklimato grafikai. Preiga per internetą: http://dss.vgtu.lt/renovacija/index_educational.asp, [žiūrėta 2008 03 21].
- [135]. KMU, aplinkos ir darbo medicinos katedra ir KTU, distancinio mokymo centras. Patalpų mikroklimatas, 2000. Preiga per internetą: <http://distance.ktu.lt/kursai/buitis/autoriai.htm>, [žiūrėta 2008 03 08].
- [136]. Kalibatas, D.; Krutinis, M.; Viteikienė M. Patalpų mikroklimato daugiatis vertinimas. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*. Vilnius, 2007, T. 13, Nr. 1, p. 24–31.
- [137]. Lietuvos higienos norma HN 42:2004 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas“. Vilnius, 2004.
- [138]. Ustinovičius, L.; Zavadskas E. K. Statybos investicijų efektyvumo sistemotechninis įvertinimas. Vilnius: Technika, 2004, p. 63–70.
- [139]. Brauers, W. K. M.; Zavadskas, E. K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, Vol. 35, Issue 2, 2006, p. 445–471.
- [140]. Project BRITA in PuB. Socio-economic Analysis on Barriers and Needs, Deliverable no. 5, 2006. Preiga per internetą: <http://www.brita-in-pubs.com/>, [žiūrėta 2007 05 06].
- [141]. Kaklauskas, A.; Ditkevičius, R.; Gargasaitė, L. Intelligent tutoring system for real estate management. *International journal of strategic property management*, Vol. 10, Issue 2, 2006, p. 113–130.
- [142]. Kaklauskas, A.; Ditkevičius, R.; Gargasaitė, L. Intelektualios testavimo sistemos. Mokslinė konferencija „Nuotolinių studijų plėtra Europos edukacinių dimensijų kontekste“, 2004, Šiauliai, p. 15–26.

- [143]. Kaklauskas, A.; Ditkevičius, R.; Gargasaitė L. Intelligent testing systems in Lithuania. Proceedings of the international conference “Knowledge society challenges for e-learning”. May 2005, Kaunas, p. 138–144.
- [144]. Kaklauskas, A.; Ditkevičius, R.; Gargasaitė, L. Intelligent testing systems. Proceedings of the 6th international scientific conference “Public Relations: Quality, Benefits and Risks”, 2005, Riga, p. 93–98.
- [145]. Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A. Efficiency increase in research and studies while applying up-to-date information technologies. *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 8, Issue 6, 2000, p. 397–414.

Autorės publikacijų sąrašas disertacijos tema

Recenzuojamuose periodiniuose mokslo leidiniuose

- [1A]. Mickaitytė, A.; Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Tupėnaitė, L. 2008. The concept model of sustainable buildings refurbishment, *International Journal of Strategic Property Management* 12(1): 53–68.
- [2A]. Mickaitytė, A.; Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A. 2007. Žinių teikimas pagal poreikius visuomeninių pastatų atnaujinimo sektoriaus dalyviams, *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas* 13(1): 47–55.
- [3A]. Mickaitytė, A. 2004. Subalansuotos miestų plėtros internetinės paramos galimybės, *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas* 10(1): 3–6.

Kituose mokslo leidiniuose

- [4A]. Kaklauskas, A.; Mickaitytė, A.; Seniut, M. 2008. Learning module for brita in pubs project, in *2nd EU FP6 Ecobuilding Symposium*, Stuttgart, April, 97–104.
- [5A]. Mickaitytė, A. 2007. Pastato energetinis pasas kaip priemonė pastatų kokybei užtikrinti, iš *Statyba. 10-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ pranešimų rinkinys*. Vilnius, 33–39.
- [6A]. Mickaitytė, A. Kliūtys ir poreikiai renkantis inovatyvias energijos taupymo priemones, iš *Statyba. 9-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ pranešimų rinkinys*. Vilnius, 356–361.
- [7A]. Kaklauskas, A.; Raslanas, S.; Mickaitytė, A. 2005. The refurbishment of multistorey apartment buildings and increment of market value, in *EU FP 6 International Ecobuildings Symposium*, Berlin, November, 72–84.
- [8A]. Mickaitytė, A. 2005. Subalansuota renovacija ir internetinės sprendimų paramos sistemos, iš *Statyba. 8-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“ pranešimų medžiaga*. Vilnius, 307–312.

- [9A]. Mickaitytė, A. 2004. Visuomenės dalyvavimas miestų plėtros procese ir internetinė parama, iš *Statyba. 7-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“ pranešimų medžiaga*. Vilnius, 26–31.

PRIEDAI

Priedai pateikiami kompaktiniame diske.

A priedas. Tiriamųjų kabinetų vieta pastato planuose.

Ketvirto aukšto planas.

Penkto aukšto planas.

B priedas. Kabinetų mikroklimatą apibūdinantys grafikai.

C priedas. Apklausos organizavimas.

Apklausų rezultatai.

Klausimynas.

Respondentų aktyvumas.

