



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

Ignas Zabarauskas

BŪSTO MODERNIZAVIMO PRIEMONIŲ ATSIPIRKIMO ANALIZĖ

HOUSING MODERNIZATION PAYBACK ANALYSIS

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos ekonomikos ir verslo specializacija

Statybos technologijų studijų kryptis

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas



(Parašas)

Artūras Kaklauskas

(Vardas, pavardė)

2014 05 26

(data)

Ignas Zabarauskas

BŪSTO MODERNIZAVIMO PRIEMONIŲ ATSIPIRKIMO ANALIZĖ

HOUSING MODERNIZATION PAYBACK ANALYSIS

Baigiamasis magistro darbas

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis kodas 621J80003

Statybos ekonomikos ir verslo specializacija

Statybos technologijų studijų kryptis

Vadovas dr. Laura Tupėnaitė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, pavardė)

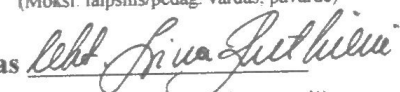


(Parašas)

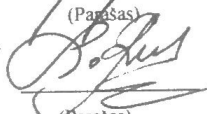
2014-05-20

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas



(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, pavardė)



(Parašas)

2014-05-20

(Data)

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
STATYBOS EKONOMIKOS IR NEKILNOJAMOJO TURTO VADYBOS KATEDRA

Technologijos mokslų sritis
Statybos technologijos mokslo kryptis
Statybos technologijos studijų kryptis
Statybos technologijų ir valdymo studijų programa, valstybinis
kodas 621J80003
Statybos ekonomikas ir verslo specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas



Artūras Kaklauskas
(Vardas, pavardė)

2014 05 26
(data)

BAIGIAMOJO MAGISTRIO DARBO

UŽDUOTIS

2012 spalio 1 d. Nr.

Vilnius

Studentui Ignui Zabarauskui
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Būsto modernizavimo priemonių atsipirkimo analizė, patvirtinta 2013 m. lapkričio 7 d. dekanato įsakymu Nr. 571 st.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2014 m. gegužės mėn. 25 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

1. Remiantis Lietuvos ir užsienio mokslininkų publikacijomis nustatyti pagrindinius energinio atnaujinimo efektyvumo vertinimo metodus ir rodiklius;
2. Aptarti ir įsigilinti į vykdomą atnaujinimo procesą Lietuvoje ir užsienio šalyse, nustatyti galimas atnaujinimo tendencijas Lietuvoje;
3. Taikant daugiakriterius vertinimo metodus SAW, TOPSIS ir COPRAS nustatyti racionaliausias būsto atnaujinimo priemones;
4. Išanalizuoti 10 atrinktų būsto atnaujinimo projektų rezultatus ir nustatyti Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) sukurtos namų modernizacijos kainos ir efektyvumo parametru skaičiuoklės rezultatų patikimumą;
5. Nustatyti energetiškai efektyvias ir neefektyvias atnaujinimo priemones, išskirti efektyviausius atnaujinimo priemonių derinius;
6. Apibendrinti tyrimų metu gautus rezultatus ir pateikti pasiūlymus atnaujinimui tobulinti.

Vadovas dr. Laura Tupėnaitė
(Parašas) (Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau


(Parašas)

Ignas Zabarauskas
(Vardas, pavardė)

2012 spalio 1 d.
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Statybos fakultetas
Statybos ekonomikos ir nekilnojamo turto vadybos katedra

ISBN
Egz. sk.
Data-.....-..... ISSN

Antrosios pakopos studijų **Statybos technologijų ir valdymo** programos magistro baigiamasis darbas

Pavadinimas **Būsto modernizavimo priemonių atsipirkimo analizė**

Autorius **Ignas Zabarauskas**

Vadovas **dr. Laura Tupėnaitė**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Pastarąjį dešimtmetį daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) efektyvumas tampa vis aktualesne problema. Apie efektyvumą dažnai kalbama neobjektyviai, atsižvelgiant tik į sumažėjusias šildymo sąskaitas. Taigi visuomenės požiūriu natūraliai kyla klausimas, ar visi atnaujinimo projektai yra ekonomiškai efektyvūs. Šio darbo tikslas – išsamiai susipažinti su daugiabučių namų atnaujinimo procesu Lietuvoje ir, išnagrinėjus jau įgyvendintų atnaujinimo projektų stebėsenos analizių duomenis, nustatyti efektyviausias atnaujinimo priemones ir priemonių derinius.

Baigiamąjį darbą sudaro įvadas, trys skyriai ir išvados bei pasiūlymai. Pirmame, literatūros analizės, skyriuje aptariamas Lietuvos ir užsienio šalių daugiabučių namų atnaujinimo aktualumas, atnaujinimo ir jo efektyvumo vertinimo galimybės bei metodai. Antrame skyriuje apžvelgiama būsto atnaujinimo situacija Lietuvoje, šiuo metu vykstantis atnaujinimo procesas ir jo plėtros kryptys. Trečiame skyriuje atliekami empiriniai būsto atnaujinimo efektyvumo tyrimai. Pirmoje tyrimų dalyje, taikant daugiakriterius SAW, COPRAS ir TOPSIS metodus, nustatoma racionaliausia atnaujinimo priemonė. Antroje dalyje atliekamas analitinis būsto atnaujinimo priemonių efektyvumo tyrimas, naudojantis modernizuotų pastatų stebėsenos rezultatais 2009–2010m. laikotarpiu. Nagrinėjant sistemingai parinktų 10 projektų duomenis, nustatomos efektyviausios atnaujinimo priemonės, efektyviausi atnaujinimo priemonių deriniai, sėkmingiausi modernizacijos projektai.

Darbas parengtas remiantis Lietuvos ir užsienio šalių mokslinėmis ir kitomis publikacijomis, ES šalyse įgyvendintų atnaujinimo projektų patirtimi, Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) parengtomis atnaujintų pastatų stebėsenos ataskaitomis. Taikyti ekspertų apklausos, daugiakriterės analizės, statistinių duomenų analizės, lyginamosios analizės mokslinio tyrimo metodai. Darbo apimtis – 88 puslapiai be priedų, 6 priedai, 30 paveikslai ir 49 lentelės.

Prasminiai žodžiai: Daugiabučių namų atnaujinimas (modernizavimas), atnaujinimo (modernizacijos) efektyvumas, būsto atnaujinimo priemonių analizė, efektyviausias atnaujinimo priemonių derinys.

Vilnius Gediminas Technical University Faculty of Civil Engineering Department of Construction Economics and Property Management	ISBN ISSN Copies No. Date-.....-.....
Master Degree Studies Construction Technologies and Management study programme Master Graduation Thesis Title Housing Modernization Payback Analysis Author Ignas Zabarauskas Academic supervisor Dr Laura Tupėnaitė	
Thesis language: Lithuanian	
Annotation Over the last decade, multi-apartment renovation (modernization) is becoming a significant problem. The efficiency is mostly discussed as a reduced heating bills. Naturally the question for the society arises whether all renewal projects are cost – effective. The aim of this work is to discuss economic evaluation indicators, to determine the most effective methods of renewal and method combinations. This work consists of an introduction, three chapters and the conclusions with recommendations. The first section – literature analysis, which analyzes the Lithuanian and foreign counties renovation process and its relevance. The second chapter provides an overview of the renovation situation in Lithuania and its future development. In the third chapter the empirical housing renovation efficiency research is conducted. In first part of research using multicriteria SAW, and TOPSIS COPRAS methods, the most rational way of renewal is determined. In the second part using housing renovation monitoring results of 2009 and 2010 period, the analytical housing renewal study is performed to identify the most effective way of renewal. Analysis of 10 projects data helps to determine the most effective methods of renewal and method combinations. The work is based on the Lithuanian and foreign scientific publications, the experience of EU countries renewal process, housing and urban development agency (now – home energy conservation agency) developed monitoring reports. Expert interviews, multicriteria methods, statistical data analysis, benchmarking research methods was applied. Work volume – 88 pages, 6 appendices, 30 figures and 49 tables.	
Keywords: Housing renovation (modernization), renovation (modernization) effectiveness, housing renewal measures analysis, the most effective combination of renewal measures.	

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų
sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo
organizavimo tvarkos aprašo 2010–2011 m. m.
6 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Ignas Zabarauskas, 20073868

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos fakultetas

(Fakultetas)

Statybos technologijų ir valdymo studijų programa,

SEVfm - 12

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

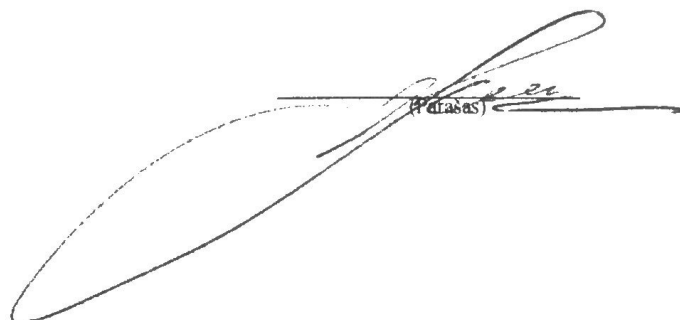
2014 m. Gegužės mėn. 26 d.

(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema Būsto modernizavimo priemonių atsipirkimo analizė, patvirtintas 2013 m. lapkričio 7 d. dekanų įsakymu Nr. 571., yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe (projekte) pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo (projekto) vadovas: dr. Laura Tupėnaitė

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą (projektą) nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.



Ignas Zabarauskas

(Vardas ir pavardė)

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	11
ĮVADAS	12
1. BŪSTO MODERNIZAVIMO EFEKTYVUMO VERTINIMAS: MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ	14
1.1. Būsto atnaujinimo (modernizavimo) aktualumas	14
1.2. Būsto atnaujinimo atsiperkamumo vertinimas	15
1.3. Būsto atnaujinimo efektyvumo vertinimas, atsižvelgiant į ekonominę naudą	19
2. BŪSTO MODERNIZAVIMO LIETUVOJE ANALIZĖ	23
2.1. Situacijos apžvalga	23
2.2. Taikomos atnaujinimo priemonės	24
2.3. Būsto atnaujinimo apimčių didinimo problemos Lietuvoje	26
3. Būsto atnaujinimo priemonių efektyvumo tyrimas	29
3.1. Tyrimo formulavimas ir tikslų nustatymas	29
3.2. Būsto atnaujinimo priemonių vertinimas daugiakriteriu metodu	30
3.2.1. Rodiklių parinkimas	30
3.2.2. Rodiklių reikšmingumų nustatymas	31
3.2.3. Atnaujinimo alternatyvos	32
3.2.4. Uždavinio sprendimas SAW metodu	33
3.2.5. Uždavinio sprendimas TOPSIS metodu	36
3.2.6. Uždavinio sprendimas COPRAS metodu	39
3.2.7. Rezultatų apibendrinimas	42
3.3. Būsto atnaujinimo priemonių vertinimas analitiniu metodu	42
3.3.1. Tyrimo tikslai ir etapai	42
3.3.2. 2009-2010 metais atliktų atnaujinimo projektų apžvalga	43
3.3.3. Daugiabučių pastatų atranka detaliai analizei atlikti	50
3.3.4. Daugiabučio gyvenamojo namo Nočios g. 4, Vilniuje, analizė	52
3.3.5. Daugiabučio gyvenamojo namo Architektų g. 25, Vilniuje, analizė	56
3.3.6. Daugiabučio gyvenamojo namo Beržų g. 35, Panevėžyje, analizė	61
3.3.7. Daugiabučio gyvenamojo namo Šeimyniškių g. 30, Vilniuje, analizė	67

3.3.8. Daugiabučio gyvenamojo namo Kovo 11-osios g. 114, Kaune, analizė.....	74
3.3.9. Taikomų atnaujinimo priemonių efektyvumo nustatymas	80
3.3.10. Taikomų atnaujinimo priemonių efektyviausių derinių nustatymas	81
IŠVADOS IR SIŪLYMAI	84
LITERATŪRA	86
PRIEDAI	89

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.3.1 lentelė	Stiprybių, silpnybių, grėsmių ir galimybių analizės lentelė.....	29
3.2.1 lentelė	Konsistencijos skaičiavimas.....	32
3.2.2 lentelė	Alternatyvų apibūdinimo matrica.....	34
3.2.3 lentelė	Normalizuota matrica.....	35
3.2.4 lentelė	Normalizuota ir pasverta matrica.....	36
3.2.5 lentelė	Sprendimų matrica.....	38
3.2.3 lentelė	Svertinė normalizuota matrica.....	38
3.2.7 lentelė	Idealiausi variantai.....	38
3.2.8 lentelė	Atstumai tarp lyginamųjų ir idealiai geriausių/blogiausių alternatyvų.....	39
3.2.9 lentelė	Atstumo tarp lyginamojo ir idealaus bei santykinio atstumų variantams nustatymas.....	39
3.2.10 lentelė	Sprendimų matricos sudarymas.....	41
3.2.11 lentelė	Normalizuota ir pasverta matrica.....	41
3.2.12 lentelė	Maksimizuojančių ir minimizuojančių normalizuotų rodiklių sumos.....	42
3.2.13 lentelė	Alternatyvų santykinis reikšmingumas.....	42
3.2.14 lentelė	Alternatyvų santykinis reikšmingumas ir naudingumo laipsnis.....	42
3.3.2.1 lentelė	Pagrindiniai 2009 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų techniniai rodikliai.....	44
3.3.2.2 lentelė	Pagrindiniai 2009 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų ekonominiai rodikliai.....	45
3.3.2.3 lentelė	2009 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštingumą.....	46
3.3.2.4 lentelė	Dažniausiai įgyvendinamos daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimo priemonės.....	47
3.3.2.5 lentelė	Pagrindiniai 2010 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų techniniai rodikliai.....	48
3.3.2.6 lentelė	Pagrindiniai 2010 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų ekonominiai rodikliai.....	49
3.3.2.7 lentelė	2010 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštingumą.....	50
3.3.2.8 lentelė	Dažniausiai įgyvendinamos daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimo priemonės.....	50
3.3.3.1 lentelė	Detaliai analizei atrinktų pastatų pasiskirstymas pagal aukštingumo grupes ir regionus.....	52
3.3.4.1 lentelė	Pagrindiniai Nočios g.4, Vilniuje, pastato duomenys.....	53
3.3.4.2 lentelė	Energijos taupymo priemonių kainos Nočios g. 4, Vilniuje.....	54
3.3.4.3 lentelė	Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Nočios g. 4, Vilniuje.....	55
3.3.4.4 lentelė	Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį.....	55
3.3.4.5 lentelė	Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai.....	57
3.3.5.1 lentelė	Pagrindiniai Architektų g. 25, Vilniuje pastato duomenys.....	58
3.3.5.2 lentelė	Energijos taupymo priemonių kainos Architektų g. 25, Vilniuje.....	59
3.3.5.3 lentelė	Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Architektų g. 25, Vilniuje.....	60
3.3.5.4 lentelė	Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį.....	61
3.3.5.5 lentelė	Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai.....	62
3.3.6.1 lentelė	Pagrindiniai Beržų g. 35, Panevėžys pastato duomenys.....	63
3.3.6.2 lentelė	Energijos taupymo priemonių kainos Beržų g. 35, Panevėžys.....	65
3.3.6.3 lentelė	Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Beržų g. 35, Panevėžys.....	66

3.3.6.4 lentelė	Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį.....	66
3.3.6.5 lentelė	Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai.....	68
3.3.7.1 lentelė	Pagrindiniai Šeimyniškių g. 30, Vilniuje pastato duomenys.....	69
3.3.7.2 lentelė	Energijos taupymo priemonių kainos Šeimyniškių g. 30, Vilnius.....	71
3.3.7.3 lentelė	Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Šeimyniškių g. 30, Vilnius.....	72
3.3.7.4 lentelė	Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį.....	73
3.3.7.5 lentelė	Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai.....	74
3.3.8.1 lentelė	Pagrindiniai Kovo 11-osios g. 114, Kaune pastato duomenys.....	75
3.3.8.2 lentelė	Energijos taupymo priemonių kainos Kovo 11-osios g. 114, Kaunas.....	77
3.3.8.3 lentelė	Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Kovo 11-osios g. 114, Kaunas.....	79
3.3.8.4 lentelė	Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį.....	79
3.3.8.5 lentelė	Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai.....	81
3.3.10.1 lentelė	Derinių efektyvumo rodiklio nustatymas.....	84

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.2.1 pav.	Atnaujinimo priemonių efektyvumo tyrimo modelis.....	19
1.3.1 pav.	Pastato modernizavimo „trejopos naudos“ įvertinimo metodo schema...	23
2.1.1 pav.	Atnaujintų daugiabučių pasiskirstymas pagal statinių amžių.....	24
2.1.2 pav.	Atnaujintų daugiabučių namų pasiskirstymas pagal statinių konstrukcijas.....	25
2.1.3 pav.	Atnaujintų daugiabučių namų pasiskirstymas pagal aukštų skaičių.....	25
3.1.1 pav.	Sprendimų dėl nepakankamo būsto atnaujinimo efektyvumo priėmimo paramos modelis.....	30
3.3.2.1 pav.	Modernizuotų daugiabučių gyvenamųjų namų pasiskirstymas pagal apskritis 2009 metais.....	46
3.3.2.2 pav.	2009 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštingumą.....	47
3.3.2.3 pav.	Modernizuotų daugiabučių gyvenamųjų namų pasiskirstymas pagal apskritis 2010 metais.....	50
3.3.2.4 pav.	2010 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštingumą.....	51
3.3.4.1 pav.	Daugiabutis namas Nočios g. 4, Vilnius.....	54
3.3.4.2 pav.	Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Nočios g. 4, Vilniuje.....	54
3.3.4.3 pav.	Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Nočios g. 4, Vilniuje.....	55
3.3.4.4 pav.	Šilumos sąnaudos namui MWh/metus.....	57
3.3.5.1 pav.	Daugiabutis namas Architektų g. 25, Vilniuje.....	59
3.3.5.2 pav.	Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Architektų g. 25, Vilniuje.....	59
3.3.5.3 pav.	Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Architektų g. 25, Vilniuje.....	61
3.3.5.4 pav.	Šilumos sąnaudos namui MWh/metus.....	62
3.3.6.1 pav.	Daugiabutis namas Beržų g. 35, Panevėžys.....	64
3.3.6.2 pav.	Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Beržų g. 35, Panevėžys.....	65
3.3.6.3 pav.	Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Beržų g. 35, Panevėžys.....	66
3.3.6.4 pav.	Šilumos sąnaudos namui MWh/metus.....	68
3.3.7.1 pav.	Daugiabutis namas Šeimyniškių g. 30, Vilnius.....	70
3.3.7.2 pav.	Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Šeimyniškių g. 30, Vilnius.....	71
3.3.7.3 pav.	Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Šeimyniškių g. 30, Vilnius.....	72
3.3.7.4 pav.	Šilumos sąnaudos namui MWh/metus.....	74
3.3.8.1 pav.	Daugiabutis namas Kovo 11-osios g. 114, Kaunas.....	77
3.3.8.2 pav.	Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Kovo 11-osios g. 114, Kaunas.....	77
3.3.8.3 pav.	Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Kovo 11-osios g. 114, Kaunas.....	79
3.3.8.4 pav.	Šilumos sąnaudos namui MWh/metus.....	81

IVADAS

Pastarąjį dešimtmetį daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) efektyvumas tampa vis aktualesne problema. Kohleris ir kt. (Kohler *et al.* 2009) teigia, kad senų pastatų atnaujinimui turėtų būti teikiami prioritetai, jis nuolat skatinamas, kadangi atlikus atnaujinimą seni pastatai gali tapti energetiškai taupūs ir draugiški aplinkai. Modernizacijos nauda ir galimybė pasinaudoti parama turėtų būti aktuali daugiau nei pusei šalies gyventojų – net 59 % Lietuvos gyventojų gyvena daugiabučiuose namuose, o 96 % (34 246) iš jų yra pastatyti iki 1993 m. ir atitinka daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos reikalavimus.

Sarjas ir Vesikaris (Sarja, Vesikari 2006) teigia, kad būstas turi atitikti visus žmogaus poreikius (žmogiškuosius, kultūrinius, ekonominius ir ekologinius). Europos Sąjungoje buvo sukurtas metodas, kaip apjungti šiuos pagrindinius žmogaus poreikius pastatui. ES statybos produktų direktyva 89/10/CE reikalauja, kad nauja statyba atitiktų 6 pagrindinius reikalavimus, tarp kurių yra ir šiai dienai taip svarbus energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas. Deja, tenka pripažinti, kad energijos naudojimo efektyvumas yra vienas iš rodiklių, pagal kurį Lietuva stipriai atsilieka nuo ES šalių.

Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas galutiniam vartotojui pirmiausiai siejasi su mažesnėmis šildymo sąskaitomis ir sutaupytais lėšomis, kadangi daugiabučių pastatų savininkai linkę būsto modernizavimo projektus vertinti kaip investiciją ir skaičiuoti finansinius projekto rodiklius, t. y. lyginti investicijas su, dėl sumažėjusio energijos vartojimo gaunamais, taupymais. Atlikti gyventojų nuomonės tyrimai rodo, kad modernizacijos naudą gyventojai suvokia ir yra pasirengę šiam procesui, tačiau neigiami atnaujinimo pavyzdžiai, prieštaringa žiniasklaidos nuomonė ir žmonių baimė kelia vis daugiau klausimų susijusių su modernizacijos efektyvumu ir nauda. Taigi visuomenėje natūraliai kyla klausimas, ar visi atnaujinimo projektai yra efektyvūs ir ar gauta nauda atitiks prognozes. Zavadskas ir kt. (2008) savo straipsnyje teigia, jog norint pasiekti efektyvios atnaujinimo strategijos tikslus, labai svarbu, kad bet kokia kapitalo investicija būtų nukreipta į ekonomiškai efektyvių taupymo priemonių įgyvendinimą. Todėl šiame baigiamajame darbe išsamiai nagrinėjamas atnaujinimo (modernizavimo) priemonių ekonominis atsiperkamumas.

Darbo tikslas – išsamiai išnagrinėti daugiabučių namų atnaujinimo procesą Lietuvoje ir, išnagrinėjus jau įgyvendintų atnaujinimo projektų stebėsenos analizių duomenis, nustatyti efektyviausias atnaujinimo priemones ir priemonių derinius. Šiam tikslui pasiekti yra formuluojami **uždaviniai**:

1. Remiantis Lietuvos ir užsienio mokslininkų publikacijomis nustatyti pagrindinius energinio atnaujinimo efektyvumo vertinimo metodus ir rodiklius;

2. Aptarti ir įsigilinti į vykdomą atnaujinimo procesą Lietuvoje ir užsienio šalyse, bet aptarti galimas atnaujinimo tendencijas Lietuvoje;
3. Taikant daugiakriterius vertinimo metodus SAW, TOPSIS ir COPRAS nustatyti racionaliausias būsto atnaujinimo priemones;
4. Išanalizuoti 10 atrinktų būsto atnaujinimo projektų rezultatus ir nustatyti Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) sukurtos namų modernizacijos kainos ir efektyvumo parametrų skaičiuoklės rezultatų patikimumą;
5. Nustatyti energetiškai efektyvias ir neefektyvias atnaujinimo priemones, išskirti efektyviausius atnaujinimo priemonių derinius;
6. Apibendrinti tyrimų metu gautus rezultatus ir pateikti pasiūlymus atnaujinimui tobulinti.

Baigiamąjį darbą sudaro įvadas, trys skyriai ir išvados bei pasiūlymai.

Pirmame skyriuje atliekama mokslinės literatūros analizė, aptariamas Lietuvos ir užsienio šalių daugiabučių namų atnaujinimo aktualumas, atnaujinimo proceso ir jo efektyvumo vertinimo galimybės bei metodai.

Antrame skyriuje apžvelgiama būsto atnaujinimo situacija Lietuvoje, šiuo metu vykstantis atnaujinimo procesas ir jo plėtros kryptys.

Trečiame skyriuje atliekami empiriniai būsto atnaujinimo efektyvumo tyrimai. Pirmoje tyrimų dalyje, taikant daugiakriterius SAW, COPRAS ir TOPSIS metodus nustatoma racionaliausia atnaujinimo priemonė. Antroje dalyje atliekamas analitinis būsto atnaujinimo priemonių efektyvumo tyrimas naudojantis modernizuotų pastatų stebėsenos rezultatais 2009–2010 laikotarpiu. Nagrinėjant sistemingai parinktų 10 projektų duomenis, nustatomos efektyviausios atnaujinimo priemonės, efektyviausi atnaujinimo priemonių deriniai, sėkmingiausi modernizacijos projektai.

Darbo pabaigoje pateikiamos apibendrintos išvados ir pasiūlymai.

Darbas parengtas remiantis Lietuvos ir užsienio šalių mokslinėmis ir kitomis publikacijomis, ES šalyse įgyvendintų atnaujinimo projektų patirtimi, Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) parengtomis atnaujintų pastatų stebėsenos ataskaitomis. Taikyti ekspertų apklausos, daugiakriterės analizės, statistinių duomenų analizės, lyginamosios analizės mokslinio tyrimo metodai. Duomenų matematiniais – statistiniams skaičiavimams ir rezultatams apdoroti naudota MS Excel programa.

Darbo apimtis – 88 puslapiai be priedų, 6 priedai, 30 paveikslai ir 49 lentelės.

1. BŪSTO MODERNIZAVIMO EFEKTYVUMO VERTINIMAS: MOKSLINĖS LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1. Būsto atnaujinimo (modernizavimo) aktualumas

Energijos naudojimo efektyvumas yra vienas iš ekonominių ir energinių rodiklių, pagal kurį Lietuva atsilieka nuo ES šalių. Tokia situacija yra buvusios ekonominės struktūros ir ilgą laiką vyrausios pigiai importuojamos energijos pasekmė. Dabar, kai pasaulinės tendencijos energijos kainas ypač padidino, energijos efektyvumo vartojimo didinimas yra kaip niekad svarbus. Negana to, kad stipriai išaugo energijos kaina, išaugo ir jos suvartojimas, ypač senos statybos daugiabučiuose pastatuose. Posovietinis palikimas – stambiaplokščiai, monolitiniai, mūriniai daugiabučiai pastatai laikui bėgant ėmė senti: skilinėja sienos, atsiranda nesandarumų languose, sensta ir skilinėja stogo izoliacija, ir visa tai skatina energijos suvartojimą. Kitos valstybės taip pat susiduria su šia problema. Pavyzdžiui, Kinijos statistikos spauda (China Statistical Press 2010) teigia, jog Kinijoje, Hangzhou mieste, šiluminės energijos suvartojimas gyvenamosiose miesto teritorijose išaugo 67 %, o populiacijos prieaugis tesiekia vos 9 %, ir visa tai reiškia, jog daugiabučiai pastatai tampa „kiauri“ energijos suvartojimo prasme.

Buitinių vartotojų prisitaikymo prie pasikeitusios situacijos sparta dažniausiai atsilieka nuo verslo ar pramonės sektorių. Ši situacija nulemia tai, kad gyventojai išleidžia mažesnę dalį savo pajamų išlaidoms energijai nei įmonės. Galiausiai, net jei gyventojai ir išleidžia nemažą dalį savo pajamų energijai ar jos produktams, prisitaikymo galimybės dažnai yra santykinai sudėtingesnės, o jų atsipirkimo laikas – ilgesnis. Nereikia pamiršti, kad dažnai energija buitiniams vartotojams yra subsidijuojama kitų vartotojų sąskaita, o tai irgi mažina reagavimo greitį. Be abejo, kaip ir kiekvienoje situacijoje, čia yra išimčių, tačiau išlieka bendra tendencija, kad net ir labai padidėjus energijos kainoms, gyventojų sprendimas investuoti į energiją taupančias priemones dažnai atsilieka nuo verslo reagavimo spartos. Be to, šalia visų jau įprastų trukdžių investuoti į energijos taupymo priemones, daugiabučių namų gyventojai susiduria su bendro turto valdymo sunkumais ir kolektyvinio sprendimo priėmimo problematika, kurią dar labiau apsunkina valstybės politika. Papadopoulosas ir kt. (Papadopoulos *et al.* 2011) padarė išvadą, jog energinės modernizacijos klausimas Graikijoje buvo sudėtingas ir ilgai svarstytas tarp buitinių vartotojų, tačiau po atnaujinimo gautas energinis potencialas buvo akivaizdus ir reikšmingas vartotojų energijos naudojimo efektyvumo atžvilgiu.

Energijos vartojimo efektyvumo didinimas Lietuvoje yra ypač svarbus. Daugiabučiuose namuose gyvena apie pusę Lietuvos gyventojų, todėl ir energijos taupymo efektyvumas yra plataus masto problema. Kohleris ir kt. (Kohler *et al.* 2009) teigia, kad senų pastatų atnaujinimui turėtų būti suteiktas prioritetas, šis procesas turėtų būti nuolat skatinamas, kadangi dėl atnaujinimo seni

pastatai gali tapti energiška taupūs ir nekenksmingi aplinkai. Taip pat pabrėžtina tai, jog atnaujinimo kaina yra žymiai mažesnė už nugriovimo ar rekonstrukcijos alternatyvas.

Energinis efektyvumas ES statybos produktų direktyvoje

Kaip teigia Sarjas ir Vesikaris (Sarja ir Vesikari 2006), būstas turi atitikti visus žmogaus poreikius:

- Žmogiškuosius poreikius (funkcionalumą, saugų naudojimą, sveikatą, komfortą ir pan.);
- Ekonominius poreikius (investicijų naudą, išlaikymą ir pan.);
- Kultūrinius poreikius (gyvenimo būdą, statybos tradicijas, verslo kultūrą, architektūrą ir pan.);
- Ekologinius poreikius (medžiagų gavybą, energijos suvartojimą, aplinkosaugą, biodiversiją).

Europos Sąjungoje buvo sukurtas metodas, kaip sujungti šiuos pagrindinius žmogaus poreikius. ES statybos produktų direktyva 89/10/CE reikalauja, jog nauja statyba atitiktų šiuos 6 pagrindinius punktus:

1. Mechaninį stiprumą ir stabilumą;
2. Saugą gaisro metu;
3. Higieną, sveikatą ir aplinkosaugą;
4. Naudojimo saugą;
5. Garso izoliaciją;
6. **Energijos taupymą ir šilumos išsaugojimą;**

Į visus šiuos aspektus turi būti atsižvelgta tiek statant naujus, tiek rekonstruojant ar modernizuojant esamus pastatus.

1.2. Būsto atnaujinimo atsiperkamumo vertinimas

Martinaitis ir kt. (2007) savo straipsnyje teigia, jog šiuo metu populiariausi atnaujinimo priemonių (modernizacijos) įvertinimo rodikliai yra šie:

1. Paprastasis atsiperkamumo laikas;
2. Grynoji dabartinė vertė (GDV);
3. Vidinė gražos norma (VGN);
4. Sutaupytos energijos vertė (SEV).

Paprastasis atsiperkamumas – tai dažniausiai naudojamas būsto atnaujinimo įvertinimo rodiklis. Tačiau šis rodiklis dažniausiai naudojamas primityviam, apytiksliam įvertinimui, kadangi:

- Nėra įvertinta priemonės gyvavimo trukmė.

Pavyzdžiui, jei turime kelias atnaujinimo priemones, kurių paprastasis atsiperkamumo laikotarpis yra visiškai vienodas, tai nereiškia, jog abi šios priemonės yra visiškai

lygiavertės. Tarkime, jei pirmosios priemonės gyvavimo trukmė yra ilgesnė nei atsiperkamumo laikotarpis, o antrosios – trumpesnė nei atsiperkamumo laikotarpis, tuomet antroji priemonė nustos gyvuoti dar neatsipirkusi. Taigi tokia priemonė bus ekonomiškai neefektyvi, o diegėjas patirs didelių išlaidų.

- Nėra įvertintos paskolų palūkanos.

Jeigu atnaujinimo priemonės įgyvendinimo finansavimas yra sudėtingas, šis rodiklis negali būti naudojamas.

- Nenuspėjamos ateities energetikos kainos.

Paprastasis atsiperkamumo laikas yra glaudžiai susijęs su energinių išteklių ateities kainomis, kurias yra ypač sunku nuspėti.

Grynoji dabartinė vertė (GDV) ir **vidutinė gražos norma (VGN)** – tai kiek sudėtingesni vertinimo rodikliai. Šie rodikliai puikiai įvertina investicijų naudą per tam tikrą laikotarpį. Įvairių priemonių gyvavimo trukmė gali skirtis, todėl svarbu parinkti tą pačią gyvavimo trukmę norint objektyviai palyginti ekonominę naudą. Gyvavimo trukmės skirtumas gali atspindėti investicijų vertės likutyje per pasirinktą laikotarpį. Skolinimosi išlaidos įvertinamos taikant diskontuotą grynujų pinigų srautą. Palūkanų norma paprastai yra tapatinama su rinkos interesų norma. Nepaisant šių privalumų, GDV ir VGN kaip ir paprastasis atsiperkamumo laikotarpis yra priklausomi nuo ateities energinių išteklių kainų.

Sutaupytos energijos vertė (SEV) – tai vienas iš naudingesnių rodiklių, kuriuo galima įvertinti sutaupytos energijos ekonominę naudą. Kaip ir GDV bei VGN, SEV įvertina skolinimosi kainą:

$$SEV = I \frac{KAT}{dE}; \quad (1.1)$$

čia

I – investicijų kaina pinigine išraiška (Lt, EUR ir pan.);

KAT – kapitalo atkūrimo faktorius;

dE – metinis sutaupymas fizikiniais vienetais (kWh ar pan.).

Kapitalo atkūrimo faktorius – tai koeficientas, kuris įvertina skolinimosi išlaidas. Jis gali būti apskaičiuojamas taip:

$$KAT = \frac{d}{(1-(1+d)^{-n})}; \quad (1.2)$$

čia

n – priemonės gyvavimo trukmė (metai);

d – vartotojo metinė palūkanų norma (%).

Gieseleris ir kt. (Gieseler *et al.* 2004) savo straipsnyje pristatė **investicijų naudos rodiklį**, kuris gali būti apskaičiuojamas pagal šią tokią formulę:

$$\varepsilon' = \frac{C_e}{C_{inv}} - 1; \quad (1.3)$$

čia

C_e – energijos vieno energinio vieneto kaina (Lt/kWh);

C_{inv} – investicijų kaina vienam energiniam vienetui.

Pastaba: Jei $\varepsilon' > 0$, investicija laikoma naudinga, jei $\varepsilon' < 0$, investicija – nenaudinga. Investicijų naudos rodiklis yra aiškiai suprantamas ir lengvai taikomas rodiklis, tačiau jis neįvertina kitų atnaujinimo teikiamų privalumų būstui, tik energijos ar kuro taupymą.

Zavadskas ir kt. (2008) savo straipsnyje teigia, jog norint pasiekti efektyvios atnaujinimo strategijos tikslus, labai svarbu, kad bet kokia kapitalo investicija būtų nukreipta į ekonomiškai efektyvių taupymo priemonių įgyvendinimą. Tai galima padaryti reitinguojant atnaujinimo priemones pagal **SIR – sutaupymo iš investicijos rodiklį** (*angl. Savings to investment ratio, SIR*) rodiklį mažėjimo tvarka. SIR rodiklis skaičiuojamas taip:

$$SIR = \frac{\text{Energijos sutaupymų vertė per visą priemonės gyvavimo laikotarpį}}{\text{Investicijų suma}}. \quad (1.4)$$

SIR išreiškiamas vieneto dalimis. Jei $SIR > 1$, tai planuojami sutaupymai per visą priemonės gyvavimo laikotarpį viršija investicijų sumą ir priemonių derinį galima vadinti efektyviu. Kuo didesnis SIR rodiklis, tuo didesnė investicijų grąža. Kaip matyti iš (1.4) formulės, norint apskaičiuoti SIR rodiklį, reikia nustatyti energijos sutaupymų sumą per visą laikotarpį. Ji gali būti apskaičiuota taip:

$$PV_c = C \left[\frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} \right]; \quad (1.5)$$

čia

PV_c – bendra energijos sutaupymų vertė;

C – metinių energijos sutaupymų vertė;

n – priemonės gyvavimo laikotarpis;

r – palūkanų normos dydis.

Galima pastebėti, kad SIR rodikliui skaičiuoti naudojami duomenys sutampa su anksčiau aptarto SEV rodiklio nustatymui reikiamais duomenis. Iš esmės abiejų šių rodiklių skaičiavimo metodika ir gaunamas rezultatas labai panašūs, vienintelis skirtumas tas, jog SIR rodiklis neturi matavimo vienetų ir yra išreiškiamas vieneto dalimis, o tai padeda patogiai reitinguoti priemones ir paprastai nustatyti, kuri iš jų yra ekonomiškai efektyvi. SEV rodiklis turi matavimo vienetus (Lt/MWh), kurie parodo, kiek kainuoja sutaupyti vieną MWh. Matavimo vienetų naudojimas

patogus tuo, jog atnaujinimo priemonės SEV galima palyginti su šiuo metu galiojančios šiluminės energijos tarifo kaina.

Taip pat vienas iš atnaujinimo tikslų ir atnaujinimo efektyvumo vertinimo rodiklių yra būsto vertės pokytis po modernizavimo. Zavadskas ir kt. (2008) savo straipsnyje trumpai apžvelgė ir būsto vertės pokyčio po renovacijos rodiklio skaičiavimą. Šiam tikslui yra naudojamas RVR – rinkos vertės rodiklis (*angl. Market value ratio, MVR*):

$$RVR = \frac{M_{VA} - M_{VB}}{C_r}; \quad (1.6)$$

čia

M_{VA} – rinkos vertė po atnaujinimo;

M_{VB} – rinkos vertė prieš atnaujinimą;

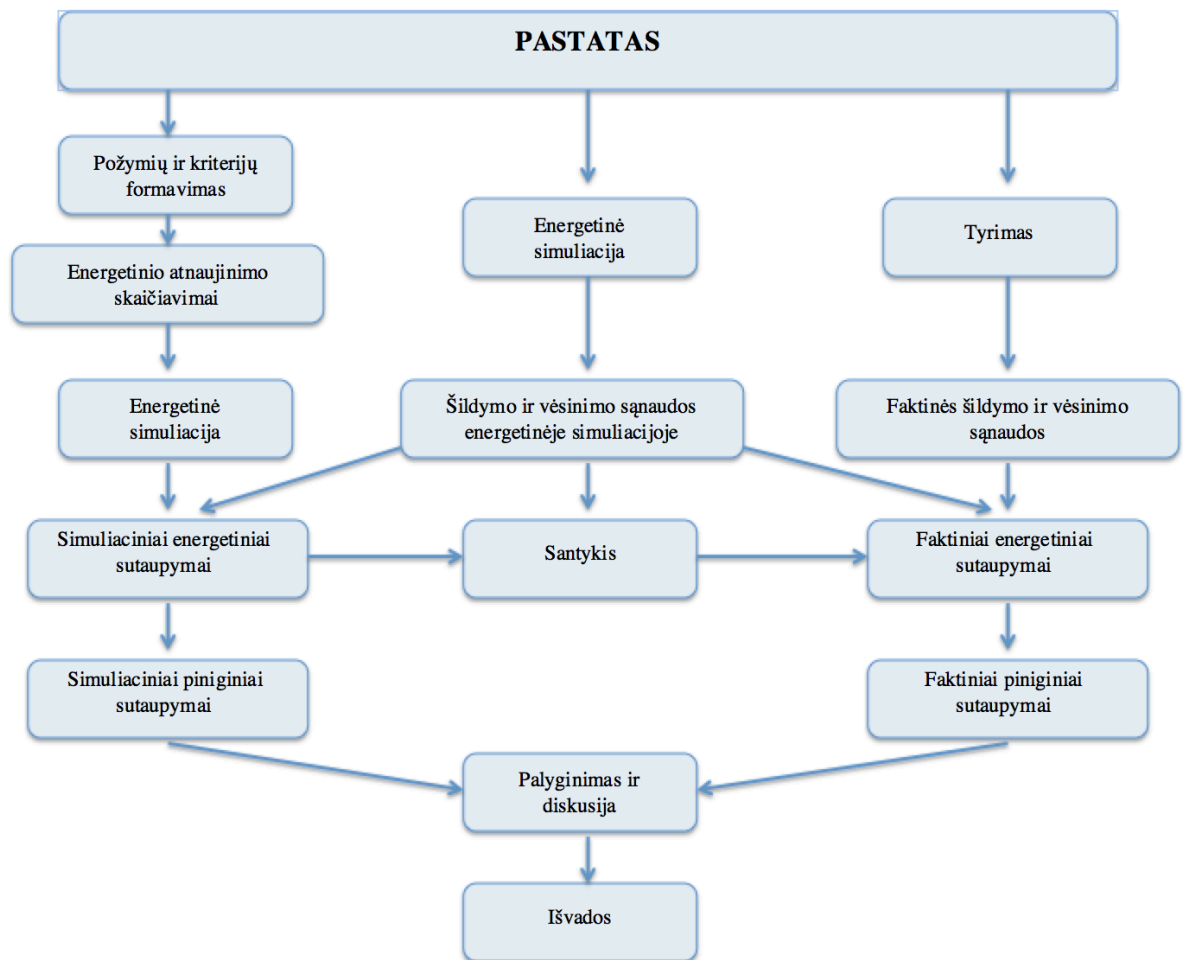
C_r – atnaujinimo išlaidos.

Jei $RVR > 1$, atnaujinimas ir įgyvendintos atnaujinimo priemonės yra efektyvūs.

Matoma, kad nėra vieno vertinimo rodiklio, kuris apibrėžtų visus atnaujinimo teikiamus privalumus ir įvertintų visus išorinius veiksnius. Dalis ekspertų siūlo naudoti keletą rodiklių, siekiant tiksliau apibrėžti modernizacijos naudą. Goodacre'as *et al.* (Goodacre *et al* 2002) apibrėžė 5 pagrindinius veiksnius, kurie geriausiai įvertina Anglijoje vykdomas daugiabučių pastatų atnaujinimo privalumus:

- Metinis šildymui ir karšto vandens ruošimui suvartotos energijos išlaidų sumažinimas (39 %);
- Pasiekta šiluminio komforto vertė būste (17 %);
- CO₂ taršos mokesčio išvengimas (3 %);
- Nematerialusis sutaupymas sveikatos gerovei: sumažėja ligų, peršalimų tikimybė (34 %);
- Skatinamas žmonių darbingumas ir užimtumas (7 %).

Jinlongo Ouyango ir kt. (Jinlong Ouyang *et al.* 2010) schema (1.2.1 pav.) apibūdina vykdyto tyrimo seką. Tiriamajam pastatui pirmiausia yra pritaikomas energinio atnaujinimo modelis, prieš tai atlikus įvairias analizes nustatomi pagrindiniai kriterijai. Tada, atlikus energinį modeliavimą, nustatomas energijos sutaupymas, dar vėliau ši energinė grąža yra paverčiama pinigine išraiška. Šis skaičiavimas modeliuojamas gyvenamo pastato 40 metų gyvavimo ciklui. Lygiagrečiai buvo atlikti realaus modernizuoto pastato 1 metų energiniai skaičiavimai (2007–2008 metai), kurie taip pat padeda nustatyti piniginę energijos sutaupymo išraišką. Galiausiai gauti empiriniai ir faktiniai skaičiavimai palyginami ir daromos išvados. Jinlongas Ouyangas ir kt. (Jinlong Ouyang *et al.* 2008) tikisi, jog jų atliktas tyrimas padės skatinti atnaujinimą ir energinio taupymo programos įgyvendinimą visos Kinijos gyvenamųjų namų sektoriuje.



1.2.1 pav. Atnaujinimo priemonių efektyvumo tyrimo modelis (Jinlong Ouyang *et al.* 2010)

1.3. Būsto atnaujinimo efektyvumo vertinimas, atsižvelgiant į ekonominę naudą

Zavadskas ir kt. (2008) teigia, jog būsto atnaujinimo efektyvumas gali būti vertinamas daugeliu faktorių, tarp kurių yra atnaujinimo kaina, metiniai sutaupymai po modernizavimo, modernizacijos laikas, preliminarus atsipirkimo laikas, padaryta žala žmogui ir aplinkai, estetika, priežiūra, funkcionalumas, komfortas, garso izoliacija, ilgaamžiškumas ir t. t. Tačiau visoje Europoje yra keliami šie pagrindiniai būsto atnaujinimo politikos tikslai:

1. Sumažinti šilumos energijos sąnaudas 50 %;
2. Padidinti būsto vertę rinkoje;
3. Pagerinti pastatų būklę ir pailginti jų eksploatavimo laiką (apie 30–40 metų);
4. Padidinti komforto lygį butuose;
5. Sumažinti pastato priežiūros išlaidas ir netolimoje ateityje numatomas išlaidas, susijusias su pastato remontu;
6. Pagerinti pastato architektūrinį vaizdą ir jį darniai suderinti su aplinka;
7. Pritraukti daugiau vidutinio socialinio sluoksnio gyventojų į atnaujintus pastatus.

Daugiabučių pastatų savininkai linkę būsto modernizavimo projektus vertinti kaip investiciją ir skaičiuoti finansinius projekto rodiklius, t. y. lyginti investicijas su dėl sumažėjusio energijos vartojimo gaunamais sutaupymais. Šis modernizavimo investicijų efektyvumo vertinimo modelis vyrauja ir pristatant modernizacijos projektų naudą, taip pat atliekant modernizavimo programos monitoringą. Jis remiasi faktiškai patiriamomis išlaidomis už šildymą prieš atnaujinimą ir išlaidomis po atnaujinimo. Teigiama, kad įgyvendinus modernizacijos projektą pastatas sunaudos mažiau energijos, o sumažėjusios sąskaitos už šildymą kompensuos prisiimtus finansinius įsipareigojimus (paskolos ir palūkanų mokėjimus). Taip pat yra tikinama, kad modernizavus pastatą savininkai mokės tiek pat, tačiau turės geresnes patalpų mikroklimato sąlygas, padidės nekilnojamojo turto vertė ir t. t. Tačiau toks vertinimas turi du problemiškus aspektus, kurie virsta modernizavimo programą stabdančiais veiksniais:

- energijos vartojimo pasikeitimo prognozavimas;
- pastato modernizavimo naudos daugialypiškumas, net jei vertinama tik pastato savininkų ir gyventojų atžvilgiu.

Kadangi energijos taupymas yra tik dalis atnaujinimo rezultatų, tai ir visų investicijų priskyrimas tik šiam daliniam efektui iškreipia projektų patrauklumo vertinimą. Kaip teigia Amsaldenas *et al.* (Amsalden *et al.* 2007), šią problemą galima spręsti lyginant energijos efektyvumą didinančių paketų alternatyvas su standartiniu atnaujinimu. Tačiau šis metodas neleidžia atskirti ir įvertinti priemonių, kurios iš karto sukuria keleriopą naudą.

Lietuvos mokslininkai pasiūlė du metodus, kurie leidžia atskirti investicijas, reikalingas pastato elementų būklei atstatyti, ir investicijas, didinančias energijos vartojimo efektyvumą (Martinaitis *et al.* 2007; Rapcevičienė 2010). Į vieną iš šių metodų įtraukiamas pastato atitvarų būklės atstatymo koeficientas (Rapcevičienė 2010), į kitą, irgi atsižvelgiant į pastato elementų nusidėvėjimą, investicijos, išskaidomos į keletą dedamųjų (Martinaitis *et al.* 2007). Šis metodas yra pasiūlytas, siekiant atskirti pastato fizinei būklei atstatyti skiriamas investicijas nuo energijos efektyvumo didinimo investicijų ir yra pavadintas „dvejopos naudos“ metodu (Martinaitis *et al.* 2007).

Atnaujinimo projektas paprastai yra sudaromas iš šių priemonių: sienų šiltinimo, langų keitimo, nuotekų sistemos atnaujinimo ir pan. Investicijos yra atskirai numatomos kiekvienai priemonei, todėl reikia nustatyti, kuriam iš paminėtos naudos tipų priskiriama kiekviena iš įgyvendintų priemonių. Kai kurios priemonės, tokios kaip šildymo sistemos derinimas ar šilumos punkto automatizavimas, aiškiai priskirtinos prie energijos efektyvumo priemonių. Kitos priemonės, pavyzdžiui, nuotekų sistemos tvarkymas, balkonų, stogelių tvirtinimas, priskirtinos prie pastato elementų ir sistemų būklės atkurti. Investicijos, priskiriamos minėtoms priemonių grupėms, „dvejopos naudos“ metodo atveju žymimos atitinkamai L_E ir L_C . Tačiau langų keitimas, sienų

šiltinimas ir pan., svarbūs tiek pastato fizinės būklei atkurti, tiek energijos efektyvumui didinti. Investicijos, priskiriamos šiai grupei, žymimos L_T . Modernizuojant pastatus daugiausiai investicijų patenka būtent į šią grupę.

Dedamąsias L_E ir L_C įvertinti nesudėtinga, nes šios pastatų modernizavimo priemonės nesunkiai atskiriamos. Tačiau dedamąją L_T įvertinti kur kas sudėtingiau, nes dažnai nėra aišku, kuri kiekvienos iš šių priemonių investicijų dalis turi būti priskirta energijos efektyvumui didinti (L_{TE}), o kuri pastato fizinei būklei atkurti (L_{TC}). „Dvejopos naudos“ metodo autoriai pasiūlė šias investicijas atskirti įvertinant pastato elementų nusidėvėjimą:

$$\sum_{i=1}^n L_{TC} = \sum_{i=1}^n (k_{C_i} L_{T_i}); \quad (1.7)$$

čia

k_{C_i} – i -ojo pastato elemento nusidėvėjimo koeficientas;

L_{T_i} – i -ojo pastato elementui pakeisti reikalingos investicijos.

Tada likusioji investicijų dalis L_{TE} priskiriama energijos efektyvumui didinti:

$$\sum_{i=1}^n L_{TE} = \sum_{i=1}^n L_{T_i} - \sum_{i=1}^n L_{TC_i}. \quad (1.8)$$

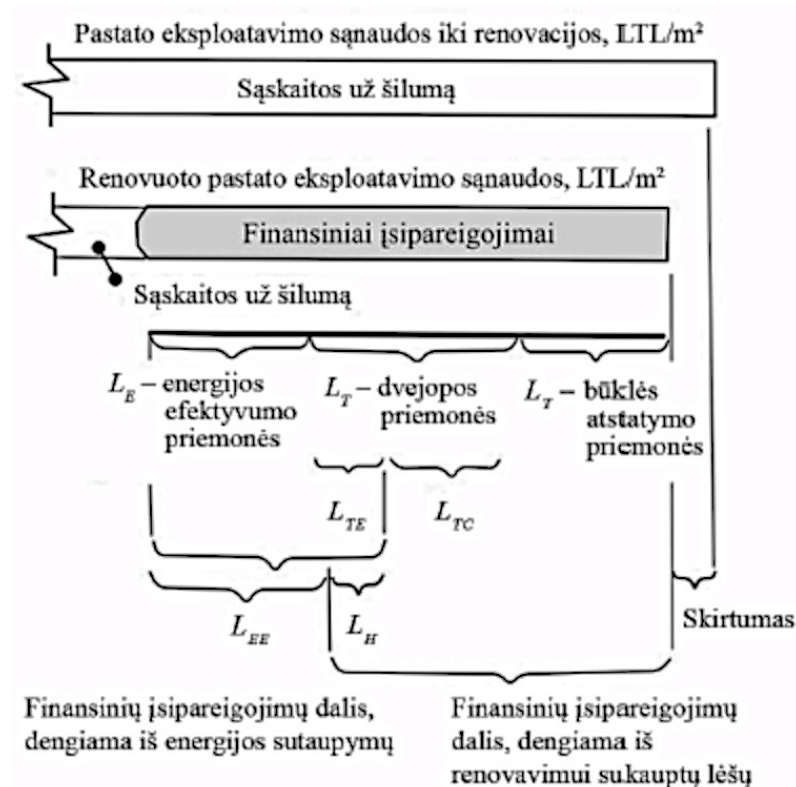
Čia išryškėja finansinio modernizacijos patrauklumo vertinimo, atsižvelgiant tik į energijos taupymą, trūkumai. Suprantama, kad kuo labiau nusidėvėjęs pastatas, tuo daugiau investicijų reikia jo būklei atkurti. Be to, daugelyje kompleksiskai nemodernizuotų daugiabučių namų finansiškai efektyviausios energijos taupymo priemonės (langų keitimas, balkonų stiklinimas) jau yra įdiegtos. Todėl, vertinant įprastiniu metodu, investicijų paprastasis atsipirkimo laikas yra per ilgas – jau atliktiems investiciniams projektams jis siekia nuo 15 iki 25 metų (Rogoža *et al.* 2008; Kompetencijų centras 2009). Akivaizdu, kad taip vertinant pastato modernizacijos projektą ir gretinant su kitomis galimomis investavimo galimybėmis, jo patrauklumas yra menkas. Maža to, taip vertinant, kuo labiau nusidėvėjęs pastatas, tuo mažiau patrauklus jo atnaujinimas: didesnės investicijos, kurių reikia jo būklei atkurti, nepadengiamos taupant energiją.

Tačiau „dvejopos naudos“ metodas leidžia įvertinti pastato modernizavimą, kaip tarpusavyje susijusių pastato fizinės būklės ir energijos efektyvumo priemonių diegimo procesą, ir atitinkamai atskirti investicijas. Šis investicijų atskyrimas leidžia tobulinti modernizavimo procesą organizaciniu aspektu. Reikėtų numatyti investicijų dalies, reikalingos periodiškai atkurti pastato fizinei būklei, kaupimą specialiaame fonde. Tačiau atsipirkimo laiką reikėtų skaičiuoti tik tai investicijų daliai, kuri skirta energijos efektyvumui didinti. Visgi dėl prastos daugiabučių pastatų priežiūros modernizavimo programa Lietuvoje susiduria su dar viena problema – butuose iki modernizacijos nėra užtikrinti higienos normų numatyti šiluminio komforto ir oro kokybės

parametrai (toliau – higienos sąlygos). Higienos sąlygų užtikrinimas po atnaujinimo lemia mažesnę energijos sutaupymą, jei skaičiuojant neįvertinta iki modernizacijos buvusi per žema patalpų oro temperatūra ir per maža oro kaita. Todėl „dvejopos naudos“ metodą siūloma papildyti įtraukiant investicijas higienos sąlygoms gerinti (L_H vertinimas) (Užšilaitytė 2010), taip gaunant „trejopos naudos“ metodą. Tada L_{EE} žymi investicijų dalį, tenkančią energijos efektyvumo priemonėms diegti:

$$\sum_{i=1}^n L_{EE} = \sum_{i=1}^n L_{E_i} - \sum_{i=1}^n L_{H_i}.$$

„Trejopos naudos“ vertinimas schematiškai pavaizduotas 1.3.1 paveiksle.



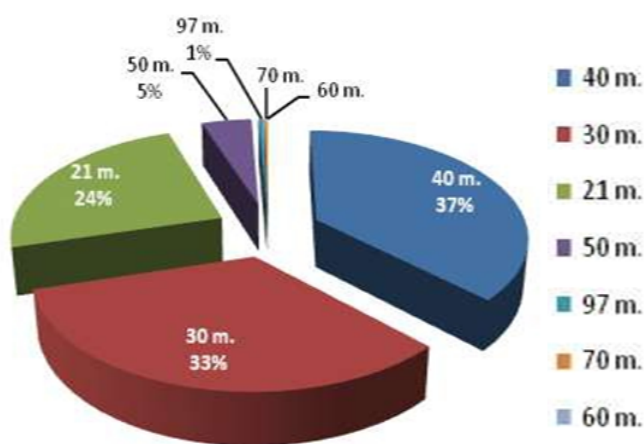
1.3.1 pav. Pastato modernizavimo „trejopos naudos“ įvertinimo metodo schema (Užšilaitytė 2010)

Investicijas atskiriant „trejopos naudos“ metodu, reikia analizuoti, kaip tai turėtų būti sprendžiama ir tobulinant modernizacijos programą, ir stebint jos įgyvendinimą. Būtina atsižvelgti į tai, kad periodiškasis pastato modernizavimas yra būtina pastato gyvavimo ciklo dalis, siekiant atkurti nusidėvėjusių pastato elementų ir sistemų būklę, tokiu būdu mažinant avarijų riziką ir išlaikant pastate tinkamas gyvenimo sąlygas. Tik taip daugiabučių pastatų gyventojai, t. y. modernizavimo projektų iniciatoriai, bus suinteresuoti būsto atnaujinimu.

2. BŪSTO MODERNIZAVIMO LIETUVOJE ANALIZĖ

2.1. Situacijos apžvalga

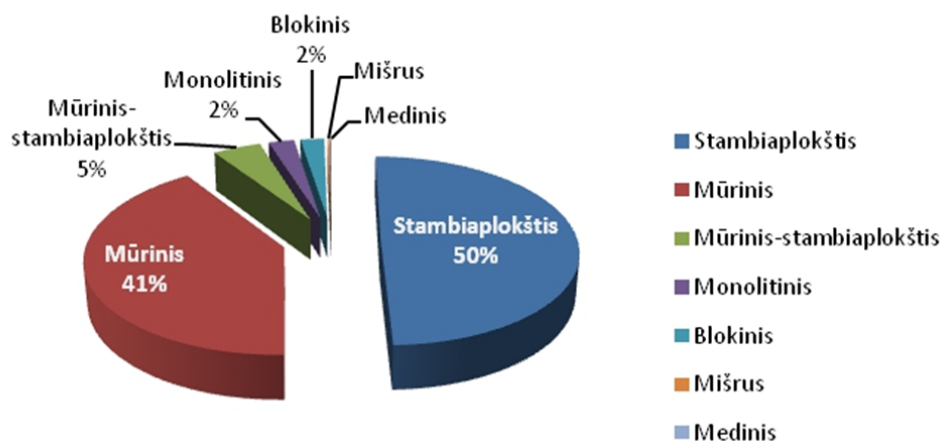
Remiantis 2009 m. pristatyta *Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos monitoringo ataskaita*, dauguma visoje Lietuvoje atnaujintų daugiabučių yra 40–21 metų amžiaus. Metų suskirstymas pateikiamas 1.2.1 pav. lentelėje. Detaliau pažvelgus į šį paveikslą matoma, kad daugiausiai atnaujinami yra 40 metų daugiabučiai (37 %), šiek tiek mažiau 30 metų sulaukę daugiabučiai (33 %), 21 metų – 24 %. 50 metų ir senesni daugiabučiai buvo atnaujinami labai retai (detaliau žr. 2.1.1 pav.).



Nuo	Amžius	Iki	Plotas, m ²	Svoris, %
45 > 1964	40	> 35 1973	200 349	37,4 %
35 > 1974	30	> 25 1983	117 741	33,2 %
25 > 1984	21	> 16 1992	129 844	24,2 %
55 > 1954	50	> 45 1963	24 119	4,5 %
119 > 1890	97	> 75 1933	2 728	0,5 %
75 > 1934	70	> 65 1943	1 297	0,2 %
65 > 1944	60	> 55 1953	–	–
Iš viso:			536 079	100,0 %

2.1.1 pav. Atnaujintų daugiabučių pasiskirstymas pagal statinių amžių (Miesto renovacija 2010)

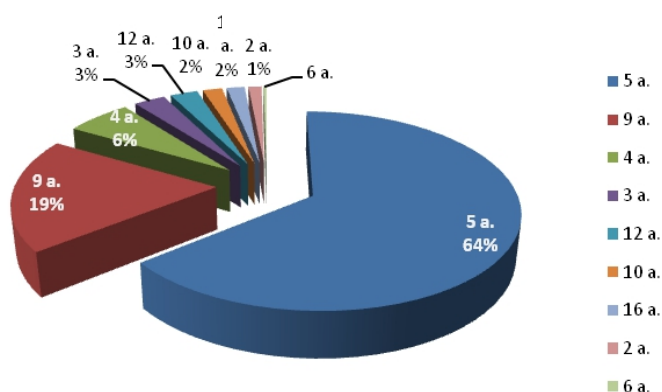
Minėtoje ataskaitoje yra apibendrinti 201 investicinių projektų, įgyvendintų 2006–2008 m. duomenys gauti iš Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) darbuotojų, Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos, daugiabučių namų bendrijų pirmininkų ir gyventojų. Ataskaitoje taip pat pateikiamas atnaujintų namų pasiskirstymas pagal statinių konstrukcijas (2.1.2 pav.). Remiantis šiuo statinių pasiskirstymu (pagal konstrukcijas), matoma, kad didžiausią dalį atnaujinto butų ploto sudaro stambiaplokščiai (50 %) ir mūriniai namai (41 %). Visų kitų konstrukcijų atnaujinti namai sudaro mažesnę nei 5 % dalį.



2.1.2 pav. Atnaujintų daugiabučių namų pasiskirstymas pagal statinių konstrukcijas (Miesto renovacija 2010)

Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos monitoringo ataskaitoje (2009) pateikiama, jog dauguma atnaujintų namų buvo 5 aukštų daugiabučiai (64 %), šiek tiek mažiau – 9 aukštų (19 %) ir 4 aukštų (6 %) daugiabučiai, visi kiti atnaujinti namai yra 3 aukštų ir žemesni daugiabučiai. Informacija apie atnaujintų daugiabučių aukštingumą pateikiama 2.1.3 paveiksle. Sustambintai grupuojant projektus pagal aukštingumą gaunamas toks pasiskirstymas:

- mažaaukščiai (1–3 aukštai) – 4,2 %;
- daugiaaukščiai (4–6 aukštai) – 70,7 %;
- aukštybiniai (9–16 aukštų) – 25,1 %.



2.1.3 pav. Atnaujintų daugiabučių namų pasiskirstymas pagal aukštų skaičių (Miesto renovacija 2010)

2.2. Taikomos atnaujinimo priemonės

Atnaujinant daugiabučius namus pašalinamos eksploatacijos metu atsiradusios problemos, defektai ir pažeidimai. Taip pat atnaujinant pastatus pastebimai pagerinamas ir pastatų energijos suvartojimo efektyvumas. To pasiekti leidžia šios dažniausiai naudojamos atnaujinimo priemonės (Miesto renovacija 2011):

- *Langų keitimas.* Būsimos rekonstrukcijos poreikį sumažinanti priemonė. Tikėtinas kokybiškai pagamintų ir įrengtų langų naudojimo laikas siekia apie 30 metų, todėl tokiam laikotarpiui šios priemonės, tikėtina, nereikės rekonstruoti.
- *Sienų šiltinimas.* Sienų šiltinimas atskirais atvejais gali ne tik nesumažinti būsimų darbų poreikio, netgi atvirkščiai, tokių poreikį padidinti. Iš vienos pusės, sienų apšiltinimas apsaugo pastato konstrukcijas, iš kitos pusės, pastate atsiranda papildomi elementai, tokie kaip šiltinimo medžiaga, tvirtinimo elementai, išorinė danga, kurie gali būti pažeisti ir paveikti korozijos, todėl jų būklės palaikymui teks atlikti vienokius ar kitokius darbus.
- *Stogo šiltinimas.* Šiuo atveju galioja tokie patys pastebėjimai, kaip ir sienų atveju, ypač jei yra įrengiamas šlaitinis stogas. Pastate atsiranda konstrukciniai stogo elementai, nauja danga ir t. t.
- *Lauko durų keitimas.* Būsimos rekonstrukcijos poreikį sumažinanti priemonė.
- *Balkonų įstiklinimas.* Ši priemonė iš esmės jokių rekonstrukcijos darbų poreikio nesumažina, tik padidina tokių darbų poreikį ateityje, nes naują konstrukcinį elementą reikės prižiūrėti ir tvarkyti.
- *Šildymo sistemos rekonstrukcija.* Iš esmės būsimų rekonstrukcijų poreikį sumažinanti priemonė, nes kokybiški šildymo sistemos elementai gali būti tinkami gana ilgai, tačiau įrengus sudėtingesnę sistemą padidėja ir priežiūros darbų poreikis, padidėja sugedusių sistemos elementų remonto kaina.

Kyla klausimas, kurias atnaujinimo priemones pasirinkti, turint ribotą biudžetą, tačiau siekiant maksimalios naudos. Visa tai yra būsto atnaujinimo priemonių ekonominė analizė, kuri padeda nustatyti atnaujinimo priemonių efektyvumą. Lietuvos finansiniai ištekliai, skirti modernizacijai, valstybės biudžete kiekvienais metais yra riboti, o gyvenamųjų daugiabučių namų gyventojai, energetikos kompanijos, komerciniai bankai, draudėjai, konsultantai energetikos klausimais, nekilnojamojo turto plėtotojai ir pardavėjai turi savo nuomones ir dažniausiai net labai skirtingas, kaip efektyviai panaudoti šiuos pinigus (Martinaitis *et al.* 2007).

Verbeeckas and Hensas (Verbeeck and Hens 2005) įrodė, jog pastato stogo bei sienų apšiltinimas Belgijoje yra pati efektyviausia priemonė, įgyvendinama patiriant mažiausias finansines išlaidas. Tai ypač aktualu norintiems modernizuoti savo būstą su ribotu biudžetu.

Arslanas and Kose'as (Arslan and Kose 2011) įrodė, jog Turkijoje didžiausia ekonominė nauda bei mažiausias taršos lygis pasiekiamas optimaliai parenkant pastato apšiltinimo sluoksnį modernizuojamam pastatui.

Tommerupas and Svendsenas (Tommerup and Svendsen 2012) nurodė, kad Danija per 45 daugiabučių gyvenamųjų pastatų modernizavimo patirties metus, parinkusi optimalų modernizacijos modelį ir taikydama jį, pasiekė iki 80 % energijos sutaupymus.

2.3. Būsto atnaujinimo apimčių didinimo problemos Lietuvoje

Tai, kad būsto atnaujinimas gali būti sėkmingas, rodo artimi tarptautiniai pavyzdžiai (Estija). Procesui prasidėjus anksčiau ir naudojant panašias priemones bei modelį, daugiabučių namų atnaujinimo programa buvo priimta teigiamai ir šiuo metu yra aktyviai įgyvendinama. Pastebėtina, sėkmę lėmė ir aktyvus daugiabučių namų savininkų bendrijų dalyvavimas bei įtraukimas į procesą, o Lietuvoje tik 17 % daugiabučių namų įsteigę bendrijas, likusi dalis administruojama jungtinės veiklos sutarties pagrindu ar savivaldybės paskirto administratoriaus (Europos socialinis fondas...2010).

Probleminė senos statybos daugiabučių namų situacija diskutuojama seniai, ypač diskusija suaktyvėjo nuo pirmųjų modernizavimo žingsnių. Atlikti gyventojų nuomonės tyrimai rodo, kad pačios modernizacijos naudą gyventojai suvokia ir daugiau mažiau yra linkę ar net subrendę šiam procesui. Jos neišvengiamumas ir nauda, galimybė pasinaudoti parama turėtų būti aktuali daugiau nei pusei šalies gyventojų – net 59 % Lietuvos gyventojų gyvena daugiabučiuose namuose, o 96 % (34 246) iš jų yra pastatyti iki 1993 m. ir atitinka Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos reikalavimus. Juose gyvena 83 % visų daugiabučiuose gyvenančių šalies gyventojų.

Pirmieji naujosios daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos viešinimo darbai, kurie orientuoti į pirminio, palankaus projektui, įspūdžio sudarymo fazę žmonių sprendimų priėmimo procese, jau pradėti vykdyti – modelis pristatytas visuomenei ir interesų grupėms, vykdomos diskusijos su interesų grupėmis ir jų informavimas, gyventojai skatinami ir motyvuojami tiek informacine, tiek reklamos medžiaga (Europos socialinis fondas...2010).

Lietuvos žiniasklaidos priemonėse pasirodanti informacija daugiabučių namų atnaujinimo tema yra gana kontraversiška. Galima išskirti keletą žiniasklaidoje vyraujančių informacijos bruožų (Europos socialinis fondas...2010):

1. Komunikacijoje, susijusioje su būsto atnaujinimo programa, pastebimas bendro aiškumo nebuvimas ir skirtingos būsto atnaujinimą įgyvendinančių ar kontroliuojančių institucijų pozicijos bei situacijos aiškinimas:
 - žiniasklaidoje neretai skelbiama nesuderinta Vyriausybės atstovų ir būsto atnaujinimo kūrėjų, taip pat projekto įgyvendinimu suinteresuotų grupių informacija ir pozicijos.
 - komunikacijoje trūksta aiškumo (pvz. valstybės finansuojamos dalies dydis, mechanizmai, kaip vyks būsto atnaujinimo programos įgyvendinimas).
2. Atnaujinta Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programa dažnai siejama su žiniomis ir sunkumais, kuriuos patiria „senosios“ programos. Tai lemia, kad atsiranda panašių abejonių ir dėl „naujosios“ programos veiksmingumo;
3. Keliami klausimai dėl kompensavimo mechanizmo pokyčio (parama sumažinta nuo 50 iki 15 %), kuris, nesant išaiškinimo, dažnai vertinamas neigiamai;

4. Vyksta diskusijos dėl naujosios būsto atnaujinimo programos kompensavimo ir lengvatų modelio, raginimai praplėsti lengvatų spektrą;
5. Stringant modernizacijos programos įgyvendinimo procesams keliami klausimai dėl teikiamų pažadų ir realių programos įgyvendinimo galimybių bei perspektyvų;
6. Žiniasklaidoje generuojamas turinys, piliečių komentarai rodo apie vienpusį temos suvokimą – neva Vyriausybė ieško būdų gelbėti bankus ir statybos magnatus paprastų piliečių sąskaita (kvestionuojamos statybos sektoriaus privilegijos kitų ūkio šakų atžvilgiu);
7. Žiniasklaidoje pasirodo gąsdinimų ir neigiamų būsto modernizacijos programos vertinimų – abejojama programos naudingumu ja pasinaudojusiems žmonėms, keliamas programos netinkamumo šiuo metu klausimas dėl ekonominio sunkmečio ir žmonių galimybių (pajėgumų skolintis) problemų, kritikuojami tiek patys programos tikslai, tiek įgyvendinimas.
8. Daugiabučių namų atnaujinimo temą aštrina ekonominė situacija ir jos analizavimas, ypač finansų rinkos kontekste, kur vyrauja plačios diskusijos paskolų palūkanų kitimo, gyventojų įsiskolinimo, kreditavimo temomis, taip pat bendras neigiamų žinių, susijusių su blogėjančia valstybės ir gyventojų padėtimi, srautas, kuriantis baimės atmosferą ir atgrasantis gyventojus nuo didesnių investicijų.

Remiantis išvardintomis problemomis, išskiriamos pagrindinės su Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programa ir jos viešinimu susijusios silpnybės, grėsmės, stiprybės ir galimybės (Europos socialinis fondas...2010) (žr. 2.3.1 lentelę).

2.3.1 lentelė. Stiprybių, silpnybių, grėsmių ir galimybių analizės lentelė (Europos socialinis fondas...2010)

STIPRYBĖS	SILPNYBĖS
• Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) neišvengiamumo ir naudos suvokimas ir pripažinimas bei gyventojų noras dalyvauti būsto atnaujinimo programoje • Palankus ir patikimas finansavimo mechanizmas • Stabili ir ilgalaikė, nebesikeisiančios paramos sąlygos • Aiškus valstybinis prioritetas ir palaikymas Programos įgyvendinimo srityje • ES parama ir patikimumas, garantijos	• Žemas daugiabučių namų gyventojų motyvacijos ir ketinimo dalyvauti modernizacijos programoje lygis • Nepalanki ekonominė situacija, paskolų ir išipareigojimų bankams baimė • Mažas daugiabučių namų savininkų bendrijų skaičius ir aktyvumas • Žemas gyventojų informuotumas • Ankstesni daugiabučių namų atnaujinimo planai ir jų nesėkmės • Nenuosekli komunikacija ir kompensavimo modelių kaita • Sudėtingas ir nesuprantamas, silpnai išaiškintas mechanizmas • Nepakankamas įgyvendinančių institucijų (BETA) žinomumas ir įvaizdis • Prieštaringi susijusių grupių interesai • Komplikuota modernizacijos programų valdymo komandos (subjektų) sistema • Bendras nepasitikėjimas Lietuvos valdžios institucijomis ir sprendimais
GRĖSMĖS	GALIMYBĖS
• Stringantys ir vėluojantys modernizavimo programų įgyvendinimo procesai • Nepatenkinti grupių interesai ir konfliktai • Interesų grupių (energetikos monopolijų, komunalinio ūkio bendrovių, statybų ir NT verslo) spaudimas • Būsto atnaujinimo programų kritika • Politinė situacija ir jos pokyčiai • Nepalankios bankų pozicijos modernizacijos programų atžvilgiu • Nepakankamai išaiškinta būsto modernizacijos programa ir mechanizmas • Lūkesčių ir realiųjų neatitinkantys pažadai • Nekoordinuota ir prieštaringa modernizacijos programos valdymo grupės komunikacija	• Išnaudoti pakankamai gerą visuomenės nuomonę ir modernizacijos „neišvengiamumo“ suvokimą • Išnaudoti kaimyninius ir vietinius sėkmės atvejus • Į komunikaciją įtraukti susijusias interesų grupes (centrinė ir vietos valdžia, gyventojus vienijančios ir atstovaujančios organizacijos, kt.).

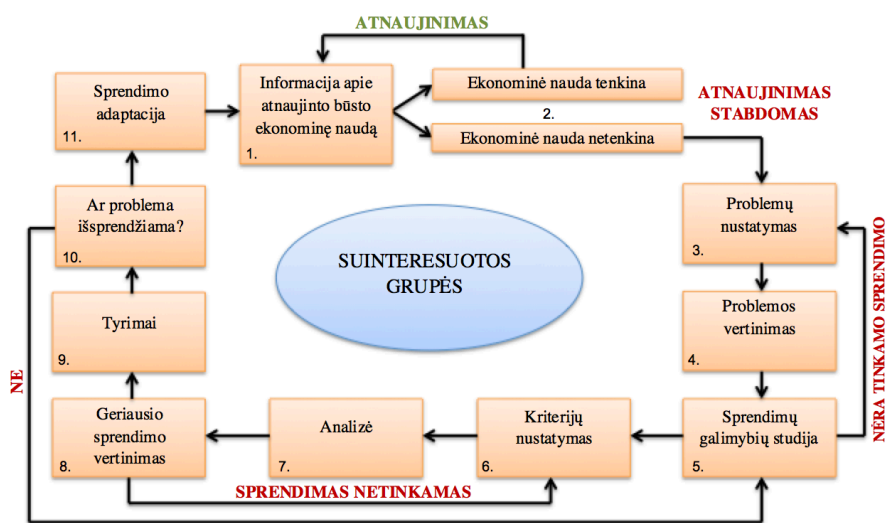
3. BŪSTO ATNAUJINIMO PRIEMONIŲ EFEKTYVUMO TYRIMAS

3.1. Tyrimo formulavimas ir tikslų nustatymas

Praktikoje dažnai susiduriama su nepakankamu būsto atnaujinimo ekonominiu efektyvumu, kuris yra viena iš pagrindinių problemų stabdančių atnaujinimo procesą Lietuvoje. 3.1.1 paveiksle vaizduojamas būsto atnaujinimo sprendimų paramos modelis. Remiantis modeliu šiame skyriuje atliekama būsto atnaujinimo priemonių analizė, nustatomas jų efektyvumas. 3 skyrius susideda iš dviejų dalių: 3.2 – atnaujinimo priemonių vertinimas daugiakriteriais metodais; 3.3. – atnaujinimo priemonių vertinimas analitiniu metodu.

3.2. poskyryje aptariamas statybos sektoriuje vis plačiau taikomas daugiakriteris pasirinkimo projektavimas (variantinis projektavimas). Tai toks pasirinkimo projektavimas, kai iš kelių ar net keliolikos galimų sprendimų reikia pasirinkti racionaliausią sprendimą. Variantai lyginami pagal kelis ar keliolika rodiklių (kriterijų), kurie yra polidimensiniai dydžiai ir savo fizikine prasme dažnai prieštaringi. Tyrimo tikslas – iš 5 parinktų būsto atnaujinimo priemonių, kurios galėtų sumažinti pastato energinius nuostolius, bei pagerinti pastato estetinį vaizdą, sudaryti prioritetinę eilutę, kurioje variantai būtų išdėstyti nuo geriausio iki blogiausio. Šiam tikslui pasiekti taikomi SAW, TOPSIS ir COPRAS metodai.

3.3. poskyryje remiantis Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) 2009 ir 2010 metais atliktų daugiabučių namų modernizavimo monitoringo rezultatais atliekamas analitinis tyrimas. Tyrimo tikslas – išanalizuoti 2009 ir 2010 metais atliktų atnaujinimo projektų duomenis, parinkti 10 projektų detaliai analizei su 5 skirtingais atnaujinimo deriniais, atlikti skaičiavimus ir parinkti efektyviausias atnaujinimo priemones ir efektyviausią priemonių derinį. Plačiau tyrimas aprašomas 3.3.1 poskyryje.



3.1.1. pav. Būsto atnaujinimo sprendimų paramos modelis

3.2. Būsto atnaujinimo priemonių vertinimas daugiakriteriais metodais

3.2.1. Rodiklių parinkimas

Siekiant objektyviai įvertinti parenkamas alternatyvas, būtina susikurti vertinimo sistemą. Vertinimo sistemą darbe sudaro 7 rodiklių (kriterijų) rinkinys:

- 1) **Įrengimo kaina (x_1)** – kiekybinis rodiklis, matuojamas pasirinkta valiuta, šiuo atveju tūkst. Lt. Dydis nustatomas remiantis sąmatomis, sąmatų skaičiavimo programomis („Sistela“, „ProSama“, „SES“), rekomendacijomis.
- 2) **Metinis sutaupomos energijos kiekis (x_2)** – kiekybinis rodiklis, išreikšiamas megavatvalandėmis (MWh). Šis rodiklis gaunamas iš jau atnaujintų pastatų monitoringų analizių. Matuojama suvartota šiluma prieš įrengiant vienokią ar kitokią priemonę ir po jos įrengimo. Šių matavimų skirtumas, išreikštas MWh ir parodo sutaupomos energijos kiekį.
- 3) **Atsiperkamumo laikotarpis (x_3)** – kiekybinis rodiklis, išreiškiamas metais. Gaunamas taip pat iš jau atnaujintų pastatų monitoringų analizių. Žinant metinį sutaupomos energijos kiekį, įdiegus vieną ar kitą priemonę ir priemonės įrengimo kainą, galima apskaičiuoti atsiperkamumo laikotarpį.
- 4) **Priemonės ilgaamžiškumas (x_4)** – kiekybinis rodiklis, išreiškiamas metais, kuris parodo kiek metų gali tarnauti viena ar kita atnaujinimo priemonė.
- 5) **Įrengimo laikas (x_5)** – kiekybinis rodiklis, išreiškiamas savaitėmis. Parodo per kiek laiko gali būti įrengta viena ar kita atnaujinimo priemonė.
- 6) **Patirti nepatogumai įrengimo metu (x_6)** – kokybinis rodiklis išreiškiamas dešimtbalėje sistemoje:
 - 10 Patirti labai dideli nepatogumai, būste buvo neįmanoma gyventi;
 - 9 Patirti labai dideli nepatogumai, tačiau gyventi buvo galima;
 - 8 Patirti labai dideli nepatogumai, tačiau gyvenimo kokybė nukentėjo nedaug;
 - 7 Patirti dideli nepatogumai, tačiau gyvenimo kokybei tai įtakos neturėjo;
 - 6 Patirti nepatogumai, bet gyvenimo kokybė nenukentėjo;
 - 5 Nepatogumų buvo nemažai;
 - 4 Nepatogumai buvo pakenčiami;
 - 3 Nepatogumų buvo nedaug;
 - 2 Nepatogumai beveik nesijautė;
 - 1 Nepatogumų patirta nebuvo.
- 7) **Estetinio vaizdo pagerėjimas (x_7)** – kokybinis rodiklis išreiškiamas dešimtbalėje sistemoje:

- 10 Estetinis vaizdas labai pagerėjo, tai pakeitė viso pastato išvaizdą;
- 9 Estetinis vaizdas labai pagerėjo, pastatas tapo šiek tiek gražesnis;
- 8 Estetinis vaizdas labai pagerėjo;
- 7 Estetinis vaizdas tapo geresnis;
- 6 Estetinis vaizdas pagerėjo vidutiniškai;
- 5 Estetinis vaizdas iš dalies pagerėjo;
- 4 Estetinis pagerėjimas buvo šiek tiek jaučiamas;
- 3 Estetinis vaizdas pagerėjo labai nedaug;
- 2 Estetinio vaizdo pagerėjimo pastebėti beveik neįmanoma;
- 1 Estetinis vaizdas visiškai nepagerėjo.

3.2.2. Rodiklių reikšmingumų nustatymas

Prieš pradedant spręsti daugiakriterio vertinimo uždavinį būtina nustatyti rodiklių reikšmingumus ir jų kryptis. Šiam tikslui yra taikomas porinio lyginimo metodas, kuris remiasi ekspertų vertinimo rezultatų analize. Šiai analizei atlikti buvo vykdytos 5 ekspertų apklausos, kuriose pagal T. Saaty (1980) vertinimo skalę, ekspertai įvertino kiekvieno kriterijaus reikšmingumą. Jei pagal tolimesnius skaičiavimus paaiškės, kad ekspertų nuomonės yra suderintos, bus nustatyti rodiklių reikšmingumai, kurie ir bus naudojami tolesniuose daugiakriterio vertinimo skaičiavimuose.

Ekspertų vertinimai pateikiami A priede.

Ekspertų nuomonių suderinamumo skaičiavimas atliekamas taikant šias formules:

$$w_i^n = \prod_{j=1}^n a_{ij}; \quad (3.1)$$

$$w_i' = \sqrt[n]{w_i^n}; \quad (3.2)$$

$$w_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}; \quad (3.3)$$

$$\lambda'_{\max,i} = \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij} w_j}{w_i}; \quad (3.4)$$

$$\lambda_{\max,i} = \sum_{j=1}^n \frac{\lambda'_{\max,i}}{5}; \quad (3.5)$$

$$S_i = \frac{S}{S_A}. \quad (3.6)$$

Siekiant supaprastinti skaičiavimus, buvo pritaikyta *Excel* programa. Rezultatai pateikiami 3.2.1 lentelėje.

3.2.1 lentelė. Ekspertų nuomonių suderinamumo skaičiavimas

w_i''	w_i'	w_i	Kontrolė	$P \times w$	$\lambda'_{\max,i}$	$\lambda_{\max,i}$	S_i
238,0224	2,19	0,20	1,00	1,52	7,61	7,70	0,089
15524,9530	3,97	0,36		2,81	7,73		
793,4400	2,60	0,24		1,74	7,31		
1,8029	1,09	0,10		0,79	7,95		
0,0004	0,33	0,03		0,22	7,23		
0,0001	0,25	0,02		0,18	7,89		
0,0069	0,49	0,05		0,37	8,19		

Apskaičiuota konsistencija S_i yra 0,089, ji tenkina sąlygą $S_i = 0.089 < 0,1$, todėl ekspertų nuomonės yra vertinamos kaip **suderintos**.

Iš 3.2.1 lentelės w_i stulpelio gauname rodiklių reikšmingumus:

$w_i(x_1) = 0,20$;
 $w_i(x_2) = 0,36$;
 $w_i(x_3) = 0,24$;
 $w_i(x_4) = 0,10$;
 $w_i(x_5) = 0,03$;
 $w_i(x_6) = 0,02$;
 $w_i(x_7) = 0,05$.

3.2.3. Atnaujinimo alternatyvos

Šiais laikais modernizuojant būstą yra taikoma daugybė įvairių atnaujinimo priemonių, šiai analizei pasirinktos 5 populiariausios daugiabučių atnaujinimo priemonės, šiuo metu taikomos Lietuvoje:

1 Alternatyva: Fasadinių sienų apšiltinimas (A_1):

Įrengimo kaina (Lt)	208.000,00 Lt
Metinė sutaupyta šiluma (MWh)	73
Atsiperkamumo laikas (metai)	11
Priemonės ilgaamžiškumas (metai)	60
Įrengimo laikas (savaitės)	8
Patirti nepatogumai įrengimo metu (dešimtbalė sistema)	3
Estetinio vaizdo pagerėjimas (dešimtbalė sistema)	8

2 Alternatyva: Stogo rekonstrukcija jį apšiltinant (A_2):

Įrengimo kaina (Lt)	76.000,00 Lt
Metinė sutaupyta šiluma (MWh)	17
Atsiperkamumo laikas (metai)	16
Priemonės ilgaamžiškumas (metai)	30
Įrengimo laikas (savaitės)	4
Patirti nepatogumai įrengimo metu (dešimtbalė sistema)	1
Estetinio vaizdo pagerėjimas (dešimtbalė sistema)	1

3 Alternatyva: Langų keitimas (A_3):

Įrengimo kaina (Lt)	57.000,00 Lt
Metinė sutaupyta šiluma (MWh)	17
Atsiperkamumo laikas (metai)	13
Priemonės ilgaamžiškumas (metai)	50
Įrengimo laikas (savaitės)	5
Patirti nepatogumai įrengimo metu (Dešimtbalė sistema)	7
Estetinio vaizdo pagerėjimas (dešimtbalė sistema)	6

4 Alternatyva: Balkonų įstiklinimas (A_4):

Įrengimo kaina (Lt)	50.000,00 Lt
Metinė sutaupyta šiluma (MWh)	19
Atsiperkamumo laikas (metai)	10
Priemonės ilgaamžiškumas (metai)	50
Įrengimo laikas (savaitės)	3
Patirti nepatogumai įrengimo metu (Dešimtbalė sistema)	5
Estetinio vaizdo pagerėjimas (dešimtbalė sistema)	5

5 Alternatyva: Šildymo ir karšto vandens ruošimo sistemų pertvarkymas (A_5):

Įrengimo kaina (Lt)	87.000,00 Lt
Metinė sutaupyta šiluma (MWh)	1,6
Atsiperkamumo laikas (metai)	196
Priemonės ilgaamžiškumas (metai)	50
Įrengimo laikas (savaitės)	14
Patirti nepatogumai įrengimo metu (Dešimtbalė sistema)	10
Estetinio vaizdo pagerėjimas (dešimtbalė sistema)	1

3.2.4. Uždavinio sprendimas SAW metodu

SAW metodas – tai geriausiai žinomas, vienas iš paprastesnių ir plačiausiai naudojamas daugiatakslės selektonovacijos metodas (Stankevičienė, Bernatavičienė 2012). Išėities duomenys, taikant šį metodą, yra sprendimų matrica P (sprendimų matrica negali turėti neskaitinių reikšmių) ir kiekvieno efektyvumo rodiklio reikšmingumai $q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$. Sprendžiant šiuo metodu, visų reikšmingumų suma turi būti lygi vienetui:

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1 - \text{būtina sąlyga}; \quad (3.7)$$

Metodo taikymo algoritmas:

1. Pirmiausiai yra sudaroma alternatyvas apibūdinanti matrica, kurioje kiekviena alternatyva yra vertinama tam tikra skaitine reikšme pagal visus apibrėžtus kriterijus. Taip apibūdinamos visos alternatyvos ir gaunama alternatyvų apibūdinimo matrica.
2. Toliau alternatyvas apibūdinanti matrica yra normalizuojama. Matricos normalizavimas – tai matricos perdirbimas, siekiant suvienodinti (panaikinti) rodiklių dimensijas arba kitaip pakeisti jų reikšmes, nekeičiant santykio tarp atskirų rodiklių. Sprendimų priėmimo matricos visi nariai normalizuojami pagal formules:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}}, \text{ jei norima minimizuoti; } \quad (3.8)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ij}^{\max}}, \text{ jei matricos nariai yra maksimizuojami; } \quad (3.9)$$

3. Normalizuotos matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais taip pat gautais alternatyvos (eilutės) nariais. Gauta suma dalijama iš svorių (reikšmingumų) sumos. Pateikiama matematinė variantų racionalumo išraiška:

$$A = \left\{ A_i / \max \sum_{j=1}^n q_j \bar{x}_{ij} / \sum_{j=1}^n q_j \right\} \quad (3.10)$$

4. Prioritetinės eilutės sudarymas.

Metodo taikymas:

1. Sprendimų matricos sudarymas:

Iš turimų alternatyvų (A_1 – A_5) bei parinktų kriterijų (x_1 – x_7) (žr. 3.2.1 poskyrį) sudaroma sprendimų matrica (3.2.2 lentelė).

3.2.2 lentelė. Alternatyvų apibūdinimo matrica

Duomenys		Kriterijai						
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Alternatyvos	A_1	208	73	11	60	8	3	8
	A_2	76	17	16	30	4	1	1
	A_3	57	17	13	50	5	7	6
	A_4	50	19	10	50	3	5	5
	A_5	87	2	196	50	14	10	1
Kryptis		min	max	min	max	min	min	max
Reikšmingumas		0,200	0,360	0,240	0,100	0,030	0,020	0,050

2. Normalizuotos matricos sudarymas:

- Pavyzdžiui, pirmasis matricos rodiklis (t. y. kaina – tūkst. lt) yra minimizuojamas. Tuomet, normalizuojant matricą, mažiausias stulpelio narys dalinamas iš kiekvieno stulpelio nario:

čia

$$50/208=0,24;$$

$$50/76=0,66;$$

$$50/57=0,88;$$

$$50/50=1,00;$$

$$50/87=0,57.$$

- Jei rodiklis maksimizuojamas, normalizuojant matricą, kiekvienas stulpelio narys dalijamas iš didžiausio stulpelio nario. Pvz., antrasis rodiklis (sutaupyta energijos kiekis MWh):

čia

$$73/73=1,00;$$

$$17/73=0,23;$$

$$17/73=0,23;$$

$$19/73=0,26;$$

$$2/73=0,02.$$

Rezultatai pateikiami 3.2.3 lentelėje.

3.2.3 lentelė. Normalizuota matrica

Duomenys		Kriterijai						
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Alternatyvos	A_1	0,24	1,00000	0,91	1,00	0,38	0,33	1,00
	A_2	0,66	0,23288	0,63	0,50	0,75	1,00	0,13
	A_3	0,88	0,23288	0,77	0,83	0,60	0,14	0,75
	A_4	1,00	0,26027	1,00	0,83	1,00	0,20	0,63
	A_5	0,57	0,02192	0,05	0,83	0,21	0,10	0,13
Kryptis		min	max	min	max	min	min	max
Reikšmingumas		0,200	0,360	0,240	0,100	0,030	0,020	0,050

3. Normalizuotos ir pasvertos matricos sudarymas.

Turint normalizuotą matricą, lieka apskaičiuoti alternatyvas pagal 3.10 formulę. Nustatant varianto racionalumą, atitinkamai normalizuotos matricos nariai dauginami iš jų reikšmingumų ir sumuojami:

$$\begin{aligned}
A_1 &= 0,24 \cdot 0,2 + 1,00 \cdot 0,36 + 0,91 \cdot 0,24 + 1,00 \cdot 0,1 + 0,38 \cdot 0,03 + 0,33 \cdot 0,02 + 1,00 \cdot 0,05 = \mathbf{0,794}; \\
A_2 &= 0,66 \cdot 0,2 + 0,23 \cdot 0,36 + 0,63 \cdot 0,24 + 0,50 \cdot 0,1 + 0,75 \cdot 0,03 + 1,00 \cdot 0,02 + 0,13 \cdot 0,05 = \mathbf{0,464}; \\
A_3 &= 0,88 \cdot 0,2 + 0,23 \cdot 0,36 + 0,77 \cdot 0,24 + 0,83 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 0,03 + 0,14 \cdot 0,02 + 0,75 \cdot 0,05 = \mathbf{0,586}; \\
A_4 &= 1,00 \cdot 0,2 + 0,26 \cdot 0,36 + 1,00 \cdot 0,24 + 0,83 \cdot 0,1 + 1,00 \cdot 0,03 + 0,20 \cdot 0,02 + 0,63 \cdot 0,05 = \mathbf{0,682}; \\
A_5 &= 0,57 \cdot 0,2 + 0,02 \cdot 0,36 + 0,05 \cdot 0,24 + 0,83 \cdot 0,1 + 0,21 \cdot 0,03 + 0,1 \cdot 0,02 + 0,13 \cdot 0,05 = \mathbf{0,233}.
\end{aligned}$$

Palengvinimui kiekvienas narys skaičiuojamas atskirose matricos celėse ir taip gaunama normalizuota ir pasverta matrica (3.2.4 lentelė).

3.2.4 lentelė. Normalizuota ir pasverta matrica

Duomenys		Kriterijai							Σ
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	
Alternatyvos	A_1	0,05	0,36	0,22	0,10	0,01	0,01	0,05	0,794
	A_2	0,13	0,08	0,15	0,05	0,02	0,02	0,01	0,464
	A_3	0,18	0,08	0,18	0,08	0,02	0,00	0,04	0,586
	A_4	0,20	0,09	0,24	0,08	0,03	0,00	0,03	0,682
	A_5	0,11	0,01	0,01	0,08	0,01	0,00	0,01	0,233

4. Prioritetinės eilutės sudarymas:

$$A_1 \succ A_4 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_5.$$

Racionaliausia alternatyva remiantis SAW metodu – A_1 alternatyva (Fasadų apšiltinimas).

3.2.5. Uždavinio sprendimas TOPSIS metodu

TOPSIS yra vienas iš daugiakriterių uždavinių sprendimo metodų, sukurtas 1981 m. mokslininkų iš Japonijos Hwango ir Yoon (Hwang, Yoon 1981). Metodus grindžiamas idėja, kad parinkta alternatyva turėtų turėti trumpiausią geometrinį atstumą nuo teigiamo idealaus sprendimo ir ilgiausią geometrinį atstumą nuo neigiamo idealaus sprendimo.

Metodo taikymo algoritmas:

1. Sukuriama sprendimų matrica P :

$$P = [x_{ij}] = \begin{matrix} a_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_m & x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}; \quad (3.12)$$

2. Sprendimų matrica normalizuojama pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}; \quad (3.13)$$

3. Gaunama normalizuota matrica:

$$P = [x_{ij}] = \begin{matrix} a_1 & \begin{bmatrix} \overline{x_{ij}} & \dots & \overline{x_{1n}} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_m & \overline{x_{m1}} & \dots & \overline{x_{mn}} \end{bmatrix} \end{matrix}; \quad (3.14)$$

Sudaroma svertinė normalizuotoji matrica:

$$\bar{P}' = [\bar{P}][\bar{q}]; \quad (3.15)$$

4. Nustatomas idealiausiai geriausias variantas:

$$a^+ = \{[(\min_i \overline{x_{ij}} | j \in J), (\max_i \overline{x_{ij}} | j \in J')]/i = \overline{1, m}\} = \{a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+\}; \quad (3.16)$$

5. Nustatomas neigiamai idealiausias variantas:

$$a^- = \{[(\min_i \overline{x_{ij}} | j \in J), (\max_i \overline{x_{ij}} | j \in J')]/i = \overline{1, m}\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-\}; \quad (3.17)$$

6. Nustatomas atstumas tarp lyginamojo i-tojo ir idealiai geriausio varianto:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\overline{x_{ij}} - a_j^+)^2}, i = \overline{1, m}; \quad (3.18)$$

Nustatomas atstumas tarp lyginamojo i-tojo ir idealiai neigiamiausio varianto:

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\overline{x_{ij}} - a_j^-)^2}, i = \overline{1, m}; \quad (3.19)$$

7. Nustatomas kiekvieno i-ojo varianto santykinis atstumas iki idealaus.:

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, i = \overline{1, m}, \text{ kai } K_i \in [0, 1]. \quad (3.20)$$

Metodo taikymas:

1. Sprendimų matricos sudarymas:

Iš turimų alternatyvų (A_1 – A_5) bei parinktų kriterijų (x_1 – x_7) (žr. 3.2.1 poskyrį) sudaroma sprendimų matrica (3.2.5 lentelė):

3.2.5 lentelė. Sprendimų matrica

Duomenys		Kriterijai						
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Alternatyvos	A_1	208,00	73,00	11,00	60,00	8,00	3,00	8,00
	A_2	76,00	17,00	16,00	30,00	4,00	1,00	1,00
	A_3	57,00	17,00	13,00	50,00	5,00	7,00	6,00
	A_4	50,00	19,00	10,00	50,00	3,00	5,00	5,00
	A_5	87,00	1,60	196,00	50,00	14,00	10,00	1,00
Svoriai		0,2	0,36	0,24	0,1	0,03	0,02	0,05
Sum _{x_i}		478,00	127,60	246,00	240,00	34,00	26,00	21,00
Kvadratinė šaknis		249,72	79,19	197,64	109,54	17,61	13,56	11,27

2. Svertinės normalizuotos matricos sudarymas:

Normalizuojama pagal algoritme pateiktas formules (3.13 ir 3.14). Rezultatai pateikiami 3.2.6 lentelėje.

3.2.6 lentelė. Svertinė normalizuota matrica

Duomenys		Kriterijai						
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Alternatyvos	A_1	0,167	0,058	0,009	0,048	0,006	0,002	0,006
	A_2	0,061	0,014	0,013	0,024	0,003	0,001	0,001
	A_3	0,046	0,014	0,010	0,040	0,004	0,006	0,005
	A_4	0,040	0,015	0,008	0,040	0,002	0,004	0,004
	A_5	0,058	0,001	0,157	0,040	0,011	0,008	0,001
Kryptis*		min	max	min	max	min	min	max

*čia: *min* – reiškia minimizuojamą rodiklį; *max* – maksimizuojamą rodiklį.

3. Idealiai geriausios ir blogiausios alternatyvos nustatymas. Pagal algoritme nurodytas formules 3.16 ir 3.17 atliekamas geriausios ir blogiausios alternatyvos parinkimas. Rezultatai pateikiami 3.2.7 lentelėje.

3.2.7 lentelė. Idealiausi variantai

	Kriterijai						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
A_+	0,040	0,058	0,008	0,048	0,002	0,001	0,006
A_-	0,167	0,001	0,157	0,024	0,011	0,008	0,001

4. Atstumų tarp lyginamųjų ir idealiai geriausių/blogiausių alternatyvų nustatymas:

Pagal algoritme nurodytas formules 3.18 ir 3.19 randamas atstumas tarp lyginamųjų ir idealiai geriausių/blogiausių alternatyvų. Rezultatai pateikiami 3.2.8 lentelėje.

3.2.8 lentelė. Atstumai tarp lyginamųjų ir idealiai geriausių/blogiausių alternatyvų

	Idealiai geriausias atstumas			Neigiamai idealus atstumas	
	L_{+i}			L_{-i}	
A_1	L_{+1}	0,127		L_{-1}	0,161
A_2	L_{+2}	0,055		L_{-2}	0,180
A_3	L_{+3}	0,046		L_{-3}	0,191
A_4	L_{+4}	0,044		L_{-4}	0,197
A_5	L_{+5}	0,161		L_{-5}	0,110

5. Alternatyvos santykinio atstumo iki idealaus nustatymas:

Pagal algoritme nurodytą formulę 3.20 variantams randamas santykinis atstumas tarp lyginamojo ir idealaus varianto. Rezultatai pateikiami 3.2.9 lentelėje.

3.2.9 lentelė. Atstumo tarp lyginamojo ir idealaus bei santykinio atstumų variantams nustatymas

	Idealiai geriausias atstumas			Neigiamai idealus atstumas			K_i	
A_1	L_{+1}	0,127		L_{-1}	0,161		K_1	0,560
A_2	L_{+2}	0,055		L_{-2}	0,180		K_2	0,764
A_3	L_{+3}	0,046		L_{-3}	0,191		K_3	0,805
A_4	L_{+4}	0,044		L_{-4}	0,197		K_4	0,817
A_5	L_{+5}	0,161		L_{-5}	0,110		K_5	0,405

6. Prioritetinės eilutės sudarymas:

Prioritetų eilutė: $A_4 > A_3 > A_2 > A_1 > A_5$.

Racionaliausia alternatyva remiantis TOPSIS metodu – A_4 alternatyva (Balkonų stiklinimas).

3.2.6. Uždavinio sprendimas COPRAS metodu

Dar vienas iš daugiakriterių uždavinių sprendimo metodų – COPRAS metodas. Tai kompleksinio proporcingumo įvertinimo metodas, kurį 1996 metais sukūrė Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslininkai Zavadskas ir Kaklauskas (Zavadskas, Kaklauskas 1996). *COPRAS (Complex Proportional Assessment)* metodas taikomas daugiakriterio vertinimo procese, metodą plačiai taiko autoriai, jų mokiniai ir sudėtingų procesų kiekybinių daugiakriterių vertinimų specialistai. *COPRAS* metode atskirai vertinama maksimizuojamųjų ir minimizuojamųjų kriterijų (rodiklių) įtaka vertinimo rezultatui.

Metodo taikymo algoritmas:

1. Sukuriama sprendimų matrica:

$$a^- = \{[(\min_i \bar{x}_{ij} | j \in J), (\max_i \bar{x}_{ij} | j \in J')]/i = \overline{1, m}\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-\}; \quad (3.21)$$

2. Sudaroma svertinė ir normalizuota sprendimų priėmimo matrica:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} q_j^*}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}; \quad (3.22)$$

3. Apskaičiuojamos variantą apibūdinančių minimizuojančių ir maksimizuojančių įvertintų normalizuotų rodiklių sumos:

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n d_{+ij}, \quad S_{-i} = \sum_{j=1}^n d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}; \quad (3.23)$$

4. Nustatomas lyginamų variantų santykinis reikšmingumas:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}}, \quad i = \overline{1, m}; \quad (3.24)$$

5. Apskaičiuojamas varianto naudingumo laipsnis:

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \cdot 100. \quad (3.25)$$

Metodo taikymas:

1. Sprendimų matricos sudarymas:

Iš turimų alternatyvų (A_1-A_5) bei parinktų kriterijų (x_1-x_7) (žr. 3.1 poskyrį) sudaroma sprendimų matrica (3.2.10 lentelė).

3.2.10 lentelė. Sprendimų matricos sudarymas

Duomenys		Kriterijai						
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Alternatyvos	A_1	208,00	73,00	11,00	60,00	8,00	3,00	8,00
	A_2	76,00	17,00	16,00	30,00	4,00	1,00	1,00
	A_3	57,00	17,00	13,00	50,00	5,00	7,00	6,00
	A_4	50,00	19,00	10,00	50,00	3,00	5,00	5,00
	A_5	87,00	1,60	196,00	50,00	14,00	10,00	1,00
Svoriai		0,2	0,36	0,24	0,1	0,03	0,02	0,05
Sum _{x_i}		478,00	127,60	246,00	240,00	34,00	26,00	21,00

2. Svertinės normalizuotos matricos sudarymas:

Matrica normalizuojama ir sudaroma svertinė matrica pagal algoritme pateiktą formulę 3.22. Rezultatai pateikiami 3.2.11 lentelėje.

3.2.11 lentelė. Normalizuota ir pasverta matrica

Duomenys		Kriterijai						
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
Alternatyvos	A_1	0,087	0,206	0,011	0,025	0,007	0,002	0,019
	A_2	0,032	0,048	0,016	0,013	0,004	0,001	0,002
	A_3	0,024	0,048	0,013	0,021	0,004	0,005	0,014
	A_4	0,021	0,054	0,010	0,021	0,003	0,004	0,012
	A_5	0,036	0,005	0,191	0,021	0,012	0,008	0,002
Kryptis*		min	max	min	max	min	min	max

*čia: *min* – reiškia minimizuojamą rodiklį; *max* – maksimizuojamą rodiklį.

3. Alternatyvas apibūdinančių maksimizuojančių ir minimizuojančių normalizuotų rodiklių sumų nustatymas atliekamas pagal algoritme pateiktą formulę 3.23. Rezultatai pateikiami 3.2.12 lentelėje.

3.2.12 lentelė. Maksimizuojančių ir minimizuojančių normalizuotų rodiklių sumos

	Maksimizuojančių rodiklių suma			Minimizuojančių rodiklių suma	
A_1	S_{+1}	0,250		S_{-1}	0,107
A_2	S_{+2}	0,063		S_{-2}	0,052
A_3	S_{+3}	0,083		S_{-3}	0,046
A_4	S_{+4}	0,086		S_{-4}	0,037
A_5	S_{+5}	0,028		S_{-5}	0,248

4. Alternatyvų santykinio reikšmingumo nustatymas atliekamas pagal algoritme pateiktą formulę 3.24. Rezultatai pateikiami 3.2.13 lentelėje.

3.2.13 lentelė. Alternatyvų santykinis reikšmingumas

	Maksimizuojančių rodiklių suma			Minimizuojančių rodiklių suma					Santykinis reikšmingumas	
A_1	S_{+1}	0,250		S_{-1}	0,107		$1/S_{-1}$	9,33	Q_1	0,306333
A_2	S_{+2}	0,063		S_{-2}	0,052		$1/S_{-2}$	19,34	Q_2	0,179547
A_3	S_{+3}	0,083		S_{-3}	0,046		$1/S_{-3}$	21,58	Q_3	0,213335
A_4	S_{+4}	0,086		S_{-4}	0,037		$1/S_{-4}$	26,90	Q_4	0,248691
A_5	S_{+5}	0,028		S_{-5}	0,248		$1/S_{-5}$	4,04	Q_5	0,052094
									$Q_{\max}$	0,306333

5. Alternatyvų naudingumo laipsnio nustatymas atliekamas pagal algoritme pateiktą formulę 3.25. Rezultatai pateikiami 3.2.14 lentelėje.

3.2.14 lentelė. Alternatyvų santykinis reikšmingumas ir naudingumo laipsnis

	Maksimizuojančių rodiklių suma			Minimizuojančių rodiklių suma				Santykinis reikšmingumas		Rodiklio naudingumo laipsnis	
A_1	S_{+1}	0,250		S_{-1}	0,107	$1/S_{-1}$	9,33	Q_1	0,306333	N_1	100,0%
A_2	S_{+2}	0,063		S_{-2}	0,052	$1/S_{-2}$	19,34	Q_2	0,179547	N_2	58,6%
A_3	S_{+3}	0,083		S_{-3}	0,046	$1/S_{-3}$	21,58	Q_3	0,213335	N_3	69,6%
A_4	S_{+4}	0,086		S_{-4}	0,037	$1/S_{-4}$	26,90	Q_4	0,248691	N_4	81,2%
A_5	S_{+5}	0,028		S_{-5}	0,248	$1/S_{-5}$	4,04	Q_5	0,052094	N_5	17,0%
									$Q_{\max}$	0,306333	

6. Prioritetinės eilutės sudarymas:

Prioritetų eilutė: $A_1 \succ A_4 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_5$.

Racionaliausia alternatyva remiantis COPRAS metodu – A_1 alternatyva (Fasadų šiltinimas).

3.2.7. Rezultatų apibendrinimas

Atlikus daugiakriterį 5 alternatyvų (A_1 – A_5) palyginimą SAW, TOPSIS, COPRAS metodais gautos šios išvados:

SAW: $A_1 \succ A_4 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_5$;

Racionaliausia alternatyva remiantis SAW metodu – 1 alternatyva (Fasadų šiltinimas).

TOPSIS: $A_4 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_5$;

Racionaliausia alternatyva remiantis TOPSIS metodu – 4 alternatyva (Balkonų stiklinimas).

COPRAS: $A_1 \succ A_4 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_5$.

Racionaliausia alternatyva remiantis COPRAS metodu – 1 alternatyva (Fasadų šiltinimas).

SAW ir COPRAS metodais gautas rezultatas visiškai sutampa ir rodo, jog geriausia alternatyva yra fasadų šiltinimas. Ši priemonė geriausiai atitinka kriterijais apibrėžtus reikalavimus. TOPSIS metodu gauti rezultatai šiek tiek skiriasi – anksčiau aptarta geriausia alternatyva – fasadų šiltinimas yra 4-oje prioritutinės eilutės vietoje, o geriausia alternatyva TOPSIS metodo atveju yra balkonų stiklinimas.

Vis dėlto, jei vertinti kompleksiskai, geriausia alternatyva būtų fasadų šiltinimas.

3.3. Būsto atnaujinimo priemonių vertinimas analitiniu metodu

3.3.1. Tyrimo tikslai ir etapai

Tiriamosios dalies tikslai:

1. Nustatyti Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) sukurtos namų modernizacijos kainos ir efektyvumo parametrų skaičiuoklės rezultatų patikimumą;
2. Nustatyti enegretiškai efektyvias ir neefektyvias atnaujinimo priemones;
3. Nustatyti efektyviausius atnaujinimo priemonių derinius;
4. Nustatyti ir aptarti rezultatų nesutapimo priežastis.

Tyrimo etapai:

1. Išanalizuoti ir sugrupuoti 2009 ir 2010 metais atliktų daugiabučių namų modernizavimo projektus į 5 skirtingas grupes, pagal įgyvendintų atnaujinimo priemonių derinius.
2. Kiekvienam deriniui atrinkti po 2 skirtingus projektus. Viso analizei atrinkta 10 skirtingų projektų.
3. Kiekvienam įgyvendintam projektui atlikti:
 - Remiantis Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros sukurta namų modernizavimo kainos ir efektyvumo parametrų skaičiuokle, nustatyti prognozuojamas atnaujinimo priemonių įgyvendinimo kainas (Lt) ir palyginti jas su faktinėmis kainomis, po modernizacijos.

- Remiantis Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros sukurta namų modernizacijos kainos ir efektyvumo parametrų skaičiuokle, nustatyti prognozuojamus kiekvienos atnaujinimo priemonės šilumos energijos sutaupymus (MWh/metus) ir palyginti juos su faktiniais sutaupymais po modernizacijos.
 - Remiantis Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros sukurta namų modernizacijos kainos ir efektyvumo parametrų skaičiuokle, nustatyti galutinius viso pastato šilumos energijos sutaupymus (MWh/metus) ir palyginti juos su faktiniais sutaupymais po modernizacijos.
 - Apskaičiuoti pagrindinius energijos taupymo efektyvumą atspindinčius parametrus.
4. Remiantis aukščiau atliktais skaičiavimais, nustatyti kiekvieno įgyvendinto projekto sutaupyto energijos kainą (Lt/MWh).
 5. Apskaičiuoti kiekvieno derinio sutaupyto energijos kainos vidurkį (Lt/MWh).
 6. Remiantis skaičiavimų rezultatais nustatyti derinių efektyvumo seką.
 7. Pateikti išvadas ir rekomendacijas.

3.3.2. 2009–2010 metais atliktų atnaujinimo projektų apžvalga

2009 metų apžvalga

2009 metais buvo paskelbti 186 konkursai rangos darbų pirkimui, buvo pasirašytos 78 rangos darbų sutartys, buvo įvykdyti 37 daugiabučių gyvenamųjų namų atnaujinimo (modernizavimo) projektai.

3.3.2.1 lentelėje pateikti 2009 metais atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių namų pagrindiniai techniniai rodikliai.

3.3.2.1 lentelė. Pagrindiniai 2009 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų techniniai rodikliai (Miesto renovacija 2010)

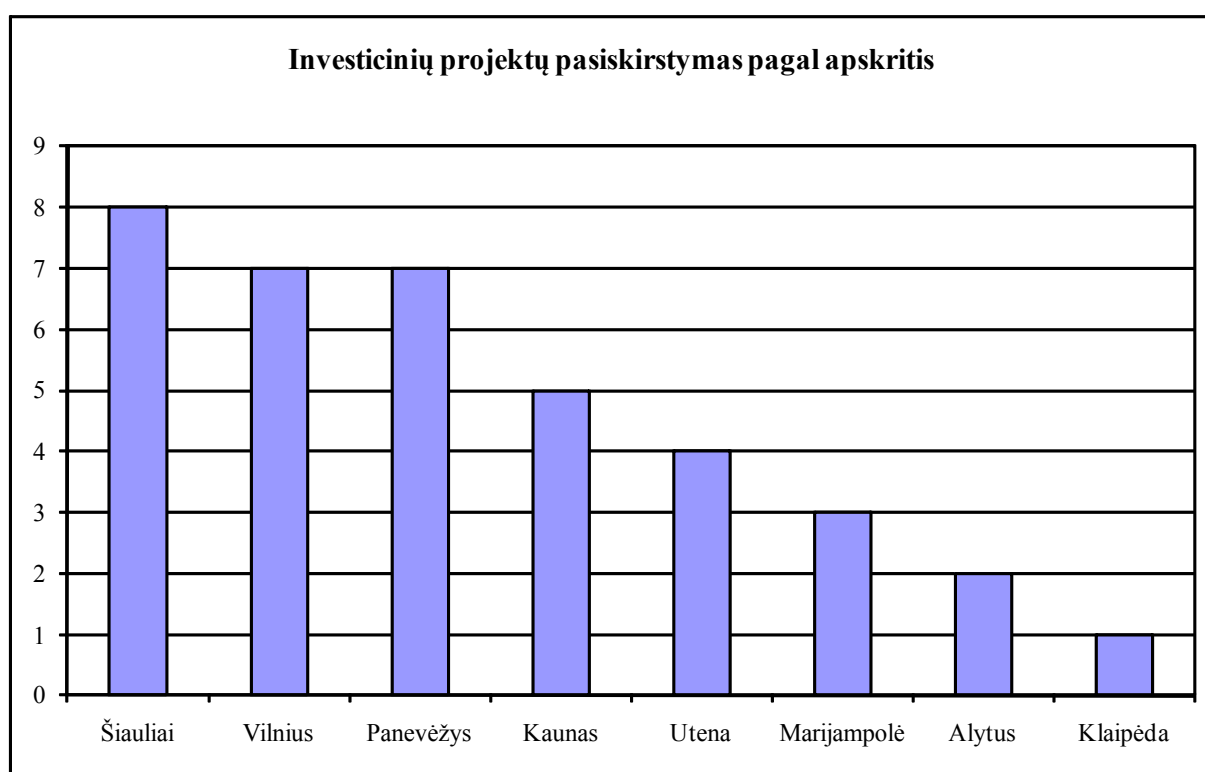
Atnaujintų (modernizuotų) pastatų skaičius	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų bendras šildomas plotas, m ²	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų aukštingumas	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų pastatymo metai
37	92239	Nuo 2 iki 12 aukštų	Nuo 1920 iki 1992 metų

3.3.2.2. lentelėje pateikti 2009 metais modernizuotų daugiabučių namų investicinių projektų pagrindiniai ekonominiai rodikliai. 2009 metais daugiabučių modernizavimo įgyvendinimui išleista iš viso 36.682.492,72 Lt, į šią sumą įeina ir 16.632.090,18 Lt bendra Valstybės suteikta paramos dalis, kuri sudaro 45,34 % bendros investicijų sumos. Vidutinė investicijų suma vienam modernizuoto daugiabučio namo kvadratiniam metrui yra 397,7 Lt/m².

3.3.2.2. lentelė. Pagrindiniai 2009 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų ekonominiai rodikliai (Miesto renovacija 2010)

Atnaujintų (modernizuotų) pastatų skaičius	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų bendras šildomas plotas, m ²	Bendra investicijų suma litais (Lt su PVM)	Bendra valstybės suteiktos finansinės paramos suma litais (Lt su PVM)	Valstybės paramos dalis, %	Vidutinė investicijų suma litais/m ²
37	92239	36.682.492,72	16.632.090,18	45,34	397,7

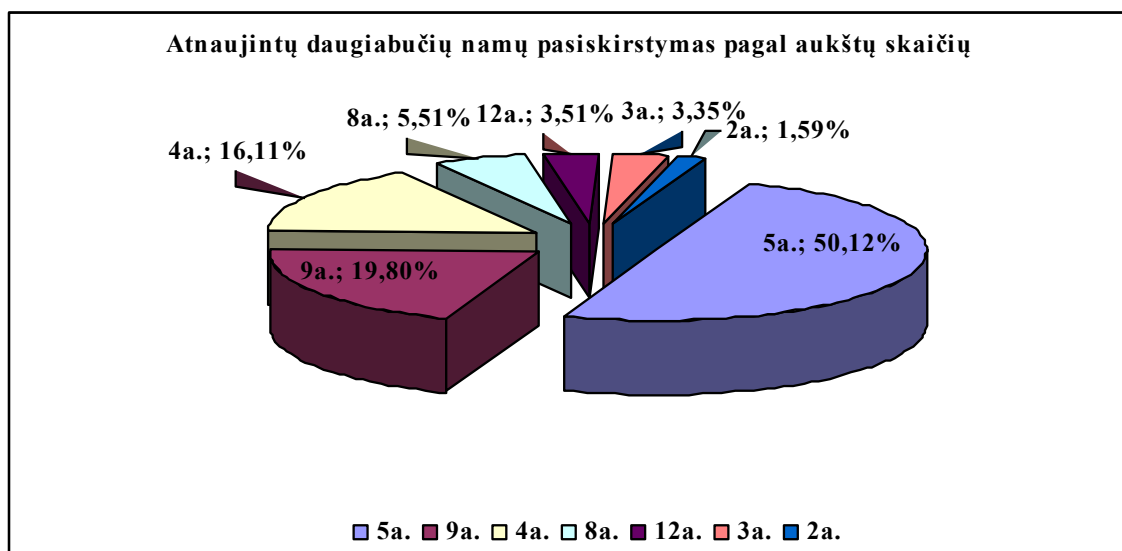
Programos įgyvendinimas apskrityse vyko skirtingai. Aktyviausiai daugiabučių atnaujinimo (modernizavimo) programoje 2009 metais dalyvavo Šiaulių apskritis (3.3.2.1 pav.), joje 2009 metais buvo įgyvendinti 8 projektai (iš jų – 2 daugiabučiai gyvenamieji namai, esantys Akmenėje ir Radviliškyje). Vilniaus bei Panevėžio apskrityse modernizuota po 7 daugiabučius gyvenamuosius namus, Kauno apskrityje modernizuoti 5 daugiabučiai gyvenamieji, Utenos apskrityje – 4 daugiabučiai gyvenamieji namai, Marijampolės apskrityje – 3 daugiabučiai, Alytaus apskrityje – 2 daugiabučiai ir Klaipėdos apskrityje modernizuotas tik vienas daugiabutis gyvenamasis namas.



3.3.2.1 pav. Modernizuotų daugiabučių gyvenamųjų namų pasiskirstymas pagal apskritis 2009 metais (Miesto renovacija 2010)

Atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių gyvenamųjų namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštumą pateiktas 3.3.2.2 paveiksle ir 3.3.2.3 lentelėje. Daugiausiai bendro suminio ploto modernizuota 5 aukštų daugiabučiuose, kurių suminis plotas sudarė apie 50 % (18 daugiabučių – 46233,94 m²) nuo bendro suminio modernizuotų daugiabučių ploto (92238,88 m²), apie 20 % nuo bendro suminio ploto sudarė 9 aukštų pastatai (4 daugiabučiai –

18264,21 m²), apie 16 % nuo bendro suminio ploto sudarė 4 aukštų pastatai (7 daugiabučiai – 14860,99 m²).



3.3.2.2 pav. 2009 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštingumą (Miesto renovacija 2010)

3.3.2.3 lentelė. 2009 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštingumą (Miesto renovacija 2010)

Aukštai	Pastatų skaičius	Bendras plotas, m ²	Procentas nuo bendro suminio ploto, %
5	18	46233,94	50,12 %
9	4	18264,21	19,80 %
4	7	14860,99	16,11 %
8	1	5081	5,51 %
12	1	3240,97	3,51 %
3	2	3087,02	3,35 %
2	4	1470,75	1,59 %
Viso:	37	92238,88	100 %

Gyventojai, apsisprendę savo gyvenamojo būsto atnaujinimui (modernizacijai), paprastai siekia tokių tikslų:

- sumažinti daugiabučio gyvenamojo namo (tuo pačiu – ir kiekvieno buto atskirai) eksploataavimo išlaidas;
- padidinti būsto pranašumą nekilnojamo turto rinkoje;
- pagerinti pastato estetinį vaizdą.

Todėl, atliekant daugiabučių namų atnaujinimą (modernizaciją), įgyvendinamos įvairios priemonės – tiek energiją taupančios, tiek energiją netaupančios. Siekiant išsiaiškinti, kurios modernizavimo priemonės buvo dažniausiai įgyvendinamos, buvo analizuojami Agentūros pateikti trisdešimt septyni daugiabučių gyvenamųjų namų investiciniai projektai. Dažniausiai naudotos (tiek energiją taupančios, tiek energiją netaupančios) priemonės pateiktos 3.3.2.4 lentelėje.

3.3.2.4 lentelė. Dažniausiai įgyvendinamos daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimo priemonės (Miesto renovacija 2010)

Igyvendintos priemonės	Igyvendinti projektai (37)
Energiją taupančios priemonės	
Langų ir/arba balkono durų keitimas butuose	100 % (37)
Langų keitimas laiptinėse	100 % (37)
Sienų šiltinimas	89 % (33)
Rūsio langų keitimas	84 % (31)
Balkonų stiklinimas	76 % (28)
Stogo šiltinimas	59 % (22)
Šildymo sistemos rekonstrukcija	57 % (21)
Durų keitimas (lauko)	54 % (20)
Cokolio šiltinimas	46 % (17)
Šilumos punkto atnaujinimas (modernizavimas)	16 % (6)
Rūsio perdangos šiltinimas	5 % (2)
Energijos netaupančios priemonės	
Laiptinės remontas	54 % (20)
Šalto ir karšto vandens vamzdinių remontas	41 % (15)
Kanalizacijos nuvedimo sistemos remontas	41 % (15)
Balkonų remontas	38 % (14)
Lietaus kanalizacijos remontas	27 % (10)
Elektros instaliacijos remontas	14 % (5)
Kitos*	46 % (17)

* Kitos priemonės – Stogo remontas (7); Laiptų remontas (4); Išorės sienų remontas (3); Cokolio remontas (2); Perdangos remontas (1).

Iš 3.3.2.4 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad visuose 37 modernizuotuose daugiabučiuose gyvenamuosiuose namuose buvo pakeisti langai ir/arba balkono durys ir laiptinės langai. Šios atnaujinimo priemonės turi akivaizdžią naudą, nes jas taikant sumažinamas oro kaitos kartotinumai (lemiantis lauko oro infiltraciją) ne tik butuose, bet ir laiptinėse (skersvėjai). Kadangi šios priemonės turi gana aukštą energijos taupymo potencialą, šių priemonių efektas iš karto pastebimas. Be to, šios priemonės santykinai nėra brangios. Būtent dėl tokių priežasčių šias atnaujinimo priemones pasirenko visų daugiabučių gyvenamųjų namų gyventojai (100 %).

Rūsio langus pasikeitė į plastikinius 31 daugiabutis gyvenamas namas (84 %), taip sumažindami oro kaitą (skersvėjus) rūsiuose.

Dvidešimt (54 %) modernizuotų daugiabučių gyvenamųjų namų pasikeitė lauko duris (laiptinių duris), taip sumažindami oro kaitą laiptinėse.

Balkonų stiklinimą pasirinko 28 daugiabučiai (5 iš 28 stiklinosi lodžijas), ir tai sudaro apie 76 % nuo visų modernizuotų daugiabučių gyvenamųjų namų. Būtina įvertinti tai, kad ne visuose daugiabučiuose namuose yra balkonai bei ne visuose namuose jie gali būti įstiklinti, taigi šią modernizavimo priemonę pasirinko didžioji dauguma daugiabučių gyventojų.

Išorės sienų šiltinimas energijos vartojimo efektyvumo požiūriu yra labai svarbus, tačiau tai yra taip pat viena brangiausių modernizavimo priemonių. Esant 50 % valstybės paramai, 2009 metais šią priemonę pasirinko 33 daugiabučiai iš 37, o tai sudaro 89 % modernizuotų namų (du daugiabučiai iš 33 šiltino tik galines pastato sienas).

Stogo atnaujinimas (modernizavimas) ne visada yra susijęs su jo šiltinimu ir dažniausiai pagrindinė atnaujinimo priežastis yra jo dangos bloga būklė. Stogo šiltinimas buvo atliktas 22 (59

%) modernizuotuose daugiabučiuose, dar 7 daugiabučiai atliko tik stogo dangos keitimą, taigi, įskaitant stogo šiltinimą ir dangos keitimą, iš viso stogą atnaujino (modernizavo) 29 (78 %) daugiabučiai.

Šildymo sistemos rekonstrukcija buvo atlikta 21 daugiabutyje (57 %). Daugiabučiams gyvenamiesiems namas dažniausiai buvo keičiami atskiri šildymo sistemos elementai (šildymo prietaisai, vamzdynai, balansiniai ir termostatiniai ventiliai) arba buvo atlikta visos sistemos rekonstrukcija. Atskirų elementų įrengimas pakankamai pigus ir efektyvus energijos taupymo bei komforto sąlygų gerinimo būdas, jei šildymo sistema yra išbalansuota. Visos šildymo sistemos rekonstrukcijai ryžtasi nedaugelis butų savininkų, kadangi tai ne tik brangi, bet ir susijusi su vidaus patalpų remontu modernizavimo priemonė (keičiami magistraliniai vamzdžiai, bei radiatoriai).

Šešiuose (16 %) daugiabučiuose buvo atliktas šilumos punkto atnaujinimas (modernizavimas). Toks mažas modernizuotų šilumos punktų skaičius gali reikšti tai, kad ši priemonė daugelyje daugiabučių gyvenamųjų namų jau buvo įdiegta anksčiau iš kitų lėšų.

Pamatai buvo apšiltinti 17 daugiabučių gyvenamųjų namų (46 %).

Rūsio perdangą apšiltino tik 2 daugiabučiai gyvenamieji namai (5 %). Tai galėjo lemti kelios priežastys – ši priemonė aktuali ir tiesiogiai kelia rūpestį tik daliai daugiabučio namo gyventojų, gyvenančių pirmame namo aukšte; šiai priemonei nebuvo skirtas joks energinio efektyvumo rodiklis; ši priemonė reikalauja gana didelių investicijų.

Kitos priemonės nėra priskirtos prie energiją taupančių priemonių – laiptinės remontas (54 %), šalto ir karšto vandens vamzdynų remontas (41 %), nuotekų nuvedimo sistemos remontas (41 %), balkonų remontas (38 %), lietaus nuotekų sistemos remontas (27 %), elektros instaliacijos remontas (14 %).

2010 metų apžvalga

2010 metais buvo įvykdyti 76 daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimo projektai. 3.3.2.5 lentelėje pateikti 2010 metais atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių namų pagrindiniai techniniai rodikliai.

3.3.2.5 lentelė. Pagrindiniai 2010 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų techniniai rodikliai (Miesto renovacija 2011)

Atnaujintų (modernizuotų) pastatų skaičius	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų bendras šildomas plotas, m ²	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų aukštingumas	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų pastatymo metai
76	211679	Nuo 2 iki 13 aukštų	Nuo 1880 iki 1993 metų

3.3.2.6 lentelėje pateikti 2010 metais modernizuotų daugiabučių namų investicinių projektų pagrindiniai ekonominiai rodikliai. 2010 metais daugiabučių modernizavimo įgyvendinimui išleista iš viso 70.698.570,90 Lt, į šią sumą įeina ir 31.414.417,25 Lt bendra Valstybės suteikta paramos

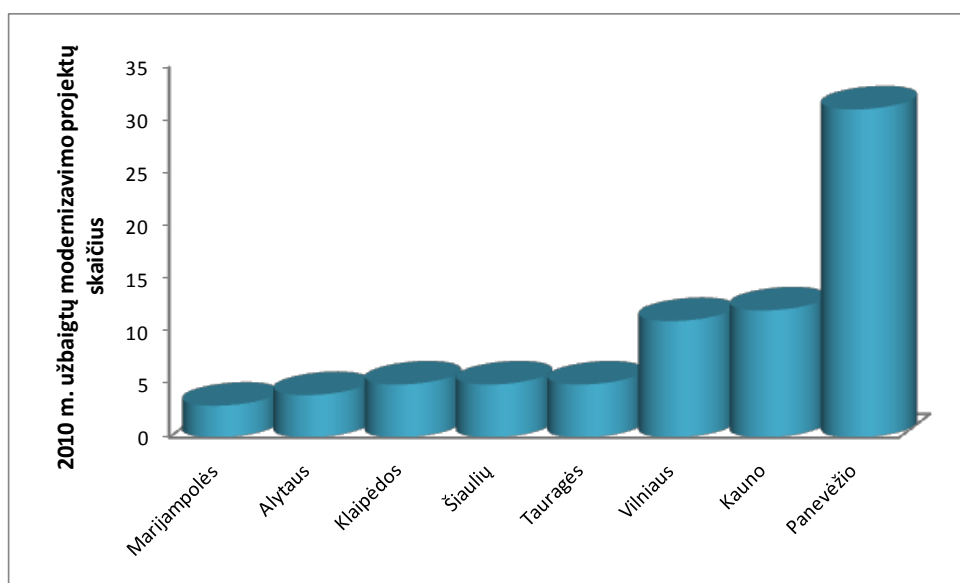
dalį, kuri sudaro 44,43 % bendros investicijų sumos. Vidutinė investicijų suma vienam modernizuoto daugiabučio namo kvadratiniam metrui yra 334,00 Lt/m².

3.3.2.6 lentelė. Pagrindiniai 2010 metų atnaujintų (modernizuotų) pastatų ekonominiai rodikliai (Miesto renovacija 2011)

Atnaujintų (modernizuotų) pastatų skaičius	Atnaujintų (modernizuotų) pastatų bendras šildomas plotas, m ²	Bendra investicijų suma litais (Lt su PVM)	Bendra valstybės suteiktos finansinės paramos suma litais (Lt su PVM)	Valstybės paramos dalis, %	Vidutinė investicijų suma litais/m ²
76	211679	70.698.570,90	31.414.417,25	44,43	334,0

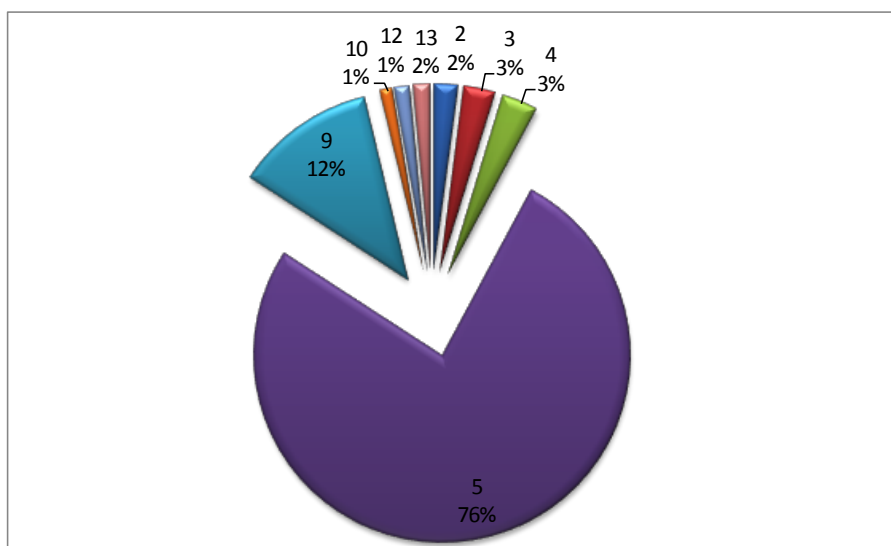
Analizuojant pateikiamus 2010 metais modernizuotų daugiabučių namų pagrindinius energinius rodiklius galima pastebėti, kad prieš atnaujinimą (modernizaciją) norminiais metais bendras vidutinis šilumos suvartojimas šildymui buvo 145,7 kWh/m² per metus, bendri planuojami vidutiniai sutaupymai po modernizavimo – 62,75 kWh/m² per metus, o tai sudarė apie 43 % vidutinio bendro šilumos suvartojimo.

Programos įgyvendinimas apskrityse vyko skirtingai. Aktyviausiai daugiabučių atnaujinimo (modernizavimo) programoje 2010 metais dalyvavo Panevėžio regionas (3.3.2.3 pav.), jame 2010 metais buvo įgyvendintas 31 projektas. Kauno regione modernizuota 12 daugiabučių gyvenamųjų namų, Vilniaus regione – 11. Kituose regionuose modernizavimo tempai buvo žymiai mažesni.



3.3.2.3 pav. Modernizuotų daugiabučių gyvenamųjų namų pasiskirstymas pagal apskritis 2010 metais (Miesto renovacija 2011)

Atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių gyvenamųjų namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštingumą pateiktas 3.3.2.4 paveiksle ir 3.3.2.7 lentelėje. Daugiausiai bendro suminio ploto modernizuota 5 aukštų daugiabučiuose, kurių suminis plotas sudarė apie 76 % (48 daugiabučiai – 160909 m²) nuo bendro suminio modernizuotų daugiabučių ploto (211679 m²), apie 12 % nuo bendro suminio ploto sudarė 9 aukštų pastatai (6 daugiabučiai – 23436 m²).



3.3.2.4 pav. 2010 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštumą (Miesto renovacija 2011)

3.3.2.7 lentelė. 2010 metais modernizuotų daugiabučių namų bendro suminio ploto pasiskirstymas pagal pastatų aukštumą (Miesto renovacija 2011)

Aukštai	Pastatų skaičius	Bendras plotas, m ²	Procentas nuo bendro suminio ploto, %
5	48	160909	76,38
9	6	25436	12,07
4	5	6565	3,12
3	4	5726	2,72
2	10	4169	1,98
13	1	2940	1,40
21	1	2628	1,25
10	1	2303	1,09
Viso:	76	210676	100

Atliekant daugiabučių namų atnaujinimą (modernizaciją), įgyvendinamos įvairios priemonės – tiek energiją taupančios, tiek energiją netaupančios. Siekiant išsiaiškinti, kurios modernizavimo priemonės buvo dažniausiai įgyvendinamos, buvo analizuojami Agentūros pateikti 37 daugiabučių gyvenamųjų namų investiciniai projektai. Dažniausiai naudotos (tiek energiją taupančios, tiek energiją netaupančios) priemonės pateiktos 3.3.2.8 lentelėje.

3.3.2.8 lentelė. Dažniausiai įgyvendinamos daugiabučių gyvenamųjų namų modernizavimo priemonės (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendintos priemonės	Įgyvendinti projektai (76)
Energiją taupančios priemonės	
Langų ir/arba balkono durų keitimas butuose	100 % (76)
Langų keitimas laiptinėse	100 % (76)
Sienų šiltinimas	92 % (69)
Rūsio langų keitimas	79 % (60)
Balkonų stiklinimas	77 % (59)
Stogo šiltinimas	64 % (49)
Šildymo sistemos rekonstrukcija	60 % (46)
Durų keitimas (lauko)	56 % (43)
Cokolio šiltinimas	41 % (31)
Šilumos punkto atnaujinimas (modernizavimas)	21 % (16)
Rūsio perdangos šiltinimas	4 % (3)

3.3.3. Daugiabučių pastatų atranka detaliai analizei atlikti

Iš 113 daugiabučių namų projektų, įvykdytų per 2009 ir 2010 metus, detaliai analizei buvo atrinkta 20 pastatų. Siekiant kuo efektyvesnio duomenų palyginimo rezultato, atranka buvo vykdoma pagal keletą kriterijų:

1. **Pagal įgyvendintų taupymo priemonių rūšis.** Rodiklis apibūdina kaip modernizacijos efektyvumas priklauso nuo parinkto taupymo priemonių derinio.
2. **Pagal pastato aukštingumą.** Šis rodiklis didžiąja dalimi siejasi ir su kita labai svarbia pastato charakteristika – šildomu plotu. Rodiklio tikslas – atnaujinimo efektyvumo palyginimas priklausomai nuo aukštingumo ir ploto.
3. **Regionas.** Šiuo rodikliu siekiama įvertinti, ar atnaujinimo efektyvumas priklauso nuo regiono.
4. **Atnaujinimo (modernizavimo) laikotarpį.** Šiuo rodikliu siekiama įvertinti projektų įgyvendinimo efektyvumo priklausomybę nuo laikotarpio.

Pagal antrąjį kriterijų – pastato aukštingumą analizuoti pastatai buvo sugrupuoti į tris grupes:

1 grupė – pastatai, kurių aukštų skaičius yra nuo 2 iki 4 imtinai. Detaliai analizei buvo atrinktas vienas namas: *Nočios g. 4, Vilnius* (4 aukštai).

2 grupė – pastatai, kurių aukštų skaičius yra nuo 5 iki 8 imtinai. Reikia pastebėti, kad ši daugiabučių gyvenamųjų namų grupė yra gausiausia. Detaliai analizei buvo atrinkti šeši namai: *Architektų g. 25, Vilnius* (5 aukštai); *Beržų g. 35, Panevėžys* (5 aukštai); *Birutės g. 7, Jonava* (5 aukštai); *Šeimyniškių g. 30, Vilnius* (5 aukštai); *Molainių g. 28, Panevėžys* (5 aukštai); *Kovo 11 g. 114, Kaunas* (5 aukštai).

3 grupė – pastatai, kurių aukštų skaičius yra nuo 8 imtinai ir daugiau. Šiai pastatų grupei detaliai analizei buvo atrinkti trys namai: *Šiaurės pr. 87, Kaunas* (9 aukštai); *Architektų g. 132, Vilnius* (9 aukštai); *Didlaukio g. 44, Vilnius* (9 aukštai).

Siekiant rezultatų patikimumo kiekvienam deriniui buvo stengiamasi parinkti skirtingo aukštingumo pastatus.

Pagal trečiąjį kriterijų – regioną, detaliai analizuotus pastatus galima suskirstyti į 4 grupes:

1 grupė – pastatai, esantys Vilniaus regione. Iš šios grupės detaliai analizei buvo atrinkti 5 pastatai;

2 grupė – pastatai, esantys Kauno regione. Iš šios grupės detaliai analizei buvo atrinkti 2 pastatai;

3 grupė – pastatai, esantys Panevėžio regione. Iš šios grupės detaliai analizei buvo atrinkti 2 pastatai;

4 grupė – pastatai, esantys Jonavos regione. Iš šios grupės detaliai analizei buvo atrinktas 1 pastatas.

Siekiant rezultatų patikimumo kiekvienam deriniui buvo stengiamasi parinkti skirtingo regiono modernizacijos projektus.

Pagal ketvirtąją kriterijų – atnaujinimo periodą, projektai sugrupuoti į 2 grupes: 2009 ir 2010 metų. Siekiant rezultatų patikimumo kiekvienam deriniui buvo stengiamasi parinkti skirtingo laikotarpio modernizacijos projektus.

Pastatų atrankos detalai analizei pagal jų aukštingumą ir regioną rezultatai pateikti 3.3.3.1 lentelėje.

3.3.3.1 lentelė. Detalai analizei atrinktų pastatų pasiskirstymas pagal aukštingumo grupes ir regionus

Atnaujinimo (modernizavimo) metai	Pastato aukštingumas	ENERGIJOS TAUPYMO PRIEMONIŲ DERINIAI				
		1 DERINYS	2 DERINYS	3 DERINYS	4 DERINYS	5 DERINYS
		<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>
		<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>
			<i>Stogo šiltinimas</i>	<i>Stogo šiltinimas</i>		<i>Stogo šiltinimas</i>
				<i>Balkonų stiklinimas</i>	<i>Balkonų stiklinimas</i>	<i>Balkonų stiklinimas</i>
					<i>Šildymo sist. ir šilumos punkto rekonstrukcija</i>	<i>Šildymo sist. ir šilumos punkto rekonstrukcija</i>
2009	2–4 a.	Nočios g. 4, Vilnius	–	–	–	–
	5–8 a.	–	Architektų g. 25, Vilnius	Beržų g. 35, Panevėžys	Šeimyniškių g. 30, Vilnius	Kovo 11 g. 114, Kaunas
	9–16 a.	–	–	–	–	–
2010	2–4 a.	–	–	–	–	–
	5–8 a.	–	–	Birutės g. 7, Jonava	Molainių g. 28, Panevėžys	–
	9–16 a.	Šiaurės pr. 87, Kaunas	Architektų g. 132, Vilnius	–	–	Didlaukio g. 44, Vilnius

Reikia pažymėti, kad skirtinguose pastatuose įdiegtos analogiškos modernizavimo priemonės dažnai buvo šiek tiek skirtingos. Pvz. įstiklinant balkonus kai kuriais atvejais buvo naudojami stiklo paketai, kitais atvejais buvo įrengiamos tik slankiojančios sienelės, sudarytos iš vieno stiklo. Savaimė suprantama, kad tokiu atveju net analogiškai įvardintų modernizavimo priemonių energiniai rodikliai gali ženkliai skirtis.

3.3.4. Daugiabučio gyvenamojo namo Nočios g. 4, Vilniuje, analizė

Pagrindiniai daugiabučio Nočios g. 4, Vilniuje pastato (3.3.4.1 pav.) duomenys pateikti 3.3.4.1 lentelėje. Pažymėtina, kad šiuo atveju į vieną bendriją yra susijungę trys daugiabučiai namai ir jų modernizavimui buvo rengiamas vienas investicinis projektas. Pastatui šilumos energija yra tiekiamą iš Vilniaus miesto centralizuoto šilumos tiekimo tinklo (CŠT). Karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.

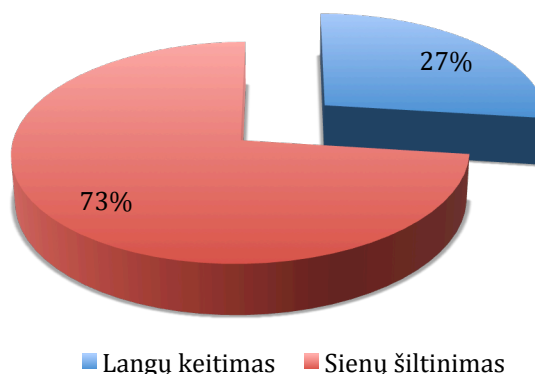
3.3.4.1 lentelė. Pagrindiniai Nočios g.4, Vilniuje, pastato duomenys (Miesto renovacija 2010)

Valdytojas	52-oji daugiabučio namo savininkų bendrija
Bendras šildomas plotas, m ²	3147,18
Butų skaičius, vnt.	32
Pastato pastatymo metai	1968
Aukštų skaičius	4



3.3.4.1 pav. Daugiabutis namas Nočios g. 4, Vilnius

Šiame pastate įgyvendintos tik dvi modernizavimo priemonės (langų keitimas ir sienų šiltinimas). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas 3.3.4.2 pav.



3.3.4.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Nočios g. 4, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 73 % arba 322.340,70 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato langams keisti – 27 % arba 119.135,00 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 265 m² langų ir apšiltinta 2250 m² sienų.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 2,32 % mažesnės nei faktinės. Tuo tarpu sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos buvo 4,70 % mažesnės nei faktinės. Bendras abiejų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių kainų nesąryšis – 4,06 %. Atsižvelgiant į tai, kad statybos kainos prognozuojamos pagal vidutines kainas, galima teigti, jog kainos prognozė yra labai tiksli ir projekto kainos nenukrypo nuo vidutinių rinkos verčių.

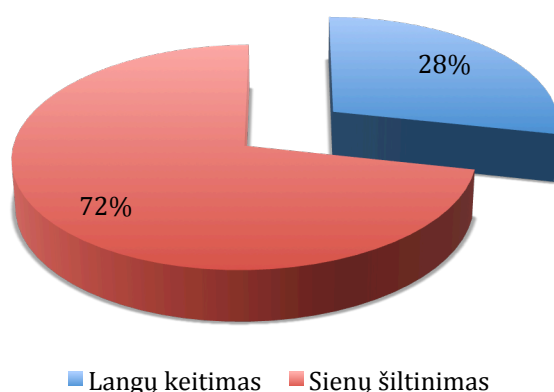
Šiam projektui buvo suteikta 36,7 % valstybės parama, kuri atnaujinimo naštą gyventojams sumažino 162.021,58 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos 3.3.4.2 lentelėje.

3.3.4.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Nočios g. 4, Vilniuje (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 36,7% (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesąryšis (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	265	121 900,00	119 135,00	43 722,55	38,73	37,85	3 809,38	3 722,97	-2,32
Sienų šiltinimas	2250	337 500,00	322 340,70	118 299,04	107,24	102,42	10 546,88	10 073,15	-4,70
Iš viso:		459 400,00	441 475,70	162 021,58	145,97	140,28	14 356,25	13 796,12	-4,06

Įgyvendinus modernizavimo procesą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. 3.3.4.3 pav.).



3.3.4.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Nočios g. 4, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė iš sienų šiltinimo – 72 % arba 127,73 MWh/metus. Mažesni sutaupymai iš langų keitimo – 27 % arba 50,57 MWh/metus.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami

sutaupymai buvo 34,92 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Tuo tarpu sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo 20,84 % didesni nei faktiniai. Bendras abiejų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 5,03 %. Nors bendras nesutapimas ir nėra didelis, tačiau verčių svyravimo amplitudė yra didelė ir rezultatai šiuo atveju neatrodo patikimi. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo vykdyta teisingai, tokių skirtumų atsirasti neturėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti 3.3.4.3 lentelėje.

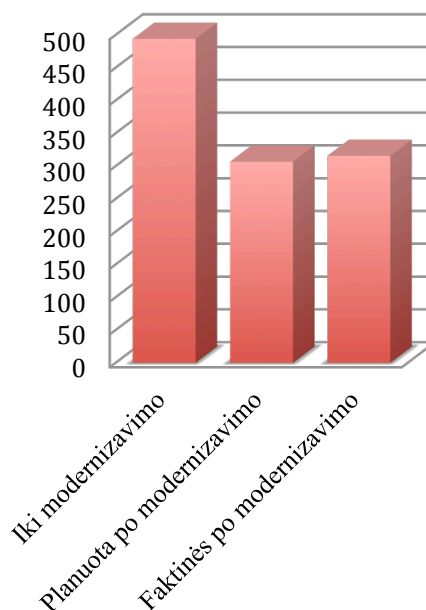
3.3.4.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Nočios g. 4, Vilniuje (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metus)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metus)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	265	32,91	50,57	34,92
Sienų šiltinimas	2250	154,35	127,73	-20,84
Iš viso:		187,26	178,30	-5,03

Toliau pateikiami duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendrą priemonių derinį, t. y. langų keitimas kartu su sienų šiltinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra pakankamai dideli ir siekia net 36,10 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau ir buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra vos 5,03 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos 3.3.4.4. lentelėje.

3.3.4.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2010)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metų	493,9	306,64	315,60	187,26	37,91	178,30	36,10	-5,03
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metų	0,157	0,097	0,100	0,06	37,91	0,057	36,10	-5,03



3.3.4.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metus

3.3.4.4 pav. vaizduojamos šilumos sąnaudas namui per metus. Kaip matyti iš grafiko faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo daugiau kaip trečdaliu. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi labai nedaug ir yra vos didesnės. Iš to galima daryti išvadą, jog modernizacijos procesas šiame projekte vyko kokybiškai ir nenukrypstant nuo planuotų rezultatų.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo nagrinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta 3.3.4.5 lentelėje. Šioje lentelėje pateikti rodikliai yra apskaičiuoti vertinant tik tiesioginę naudą (t. y. šilumos sutaupymą), atsiribojant nuo papildomos naudos (t. y. estetiškas vaizdas, padidėjusi būsto vertė, pastato remonto poreikio sumažėjimas ateityje ir pan.).

Kaip matyti 3.3.4.5 lentelėje, abi Nočios g. 4, Vilniuje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra efektyvios, nes:

1. Abiejų priemonių atsipirkimo laikas yra ženkliai trumpesnis už jų numanomą gyvavimo laiką.
2. Abiejų priemonių sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh.

Efektyvumą labiausiai nusako Sutaupytos energijos kainos (SEK) rodiklis, kuris šiuo atveju yra palankesnis sienų šiltinimui. Iš to galima teigti, jog lyginant šias dvi modernizavimo priemones, efektyvesnis yra sienų šiltinimas.

3.3.4.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė	
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	50,57	127,73
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	9,82	10,52
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	6,21	6,66
Sutaupytos energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	197,34	144,93
Sutaupytos energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	124,92	91,74
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	10,24	25,86

Detalios daugiabučio pastato Nočios g. 4, Vilniuje, modernizavimo analizės išvados:

1. Vilniaus miesto Nočios g. 4 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 5,03 %. Pagal skaičiuoklę buvo planuota sutaupyti 37,91 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 36,1 %; nedidelis nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo procesas buvo kokybiškas ir efektyvus.
2. Vertinant tik iš ekonominės pusės, abi pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip efektyvios, nes jų atsipirkimo laikai yra trumpesni už priemonių eksploatavimo laikus ir sutaupytos energijos kainos (SEK) rodikliai yra mažesni už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą.
3. Lyginat šias dvi modernizavimo priemones, galima teigti, jog efektyvesnė yra sienų šiltinimo priemonė. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) sienų šiltinimui yra mažesnis.

Analogiškas priemonių derinio analizės pavyzdys pateiktas B priede (daugiabučio namo Šiaurės g. 87, Kaune analizė).

3.3.5. Daugiabučio gyvenamojo namo Architektų g. 25, Vilniuje, analizė

Pagrindiniai daugiabučio Architektų g. 25, Vilniuje pastato (3.3.5.1 pav.) duomenys pateikti 3.3.5.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija ir karštas vanduo yra tiekiami iš Vilniaus miesto centralizuoto šilumos tiekimo tinklo (CŠT).

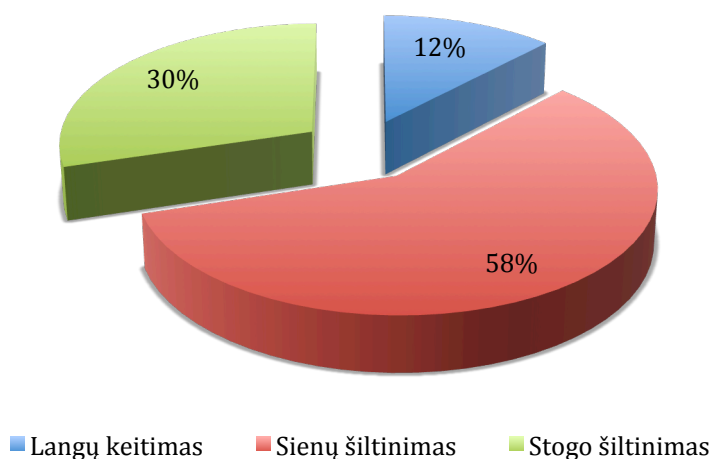
3.3.5.1 lentelė. Pagrindiniai Architektų g. 25, Vilniuje pastato duomenys (Miesto renovacija 2010)

Valdytojas	446-oji daugiabučio namo savininkų bendrija
Bendras šildomas plotas, m ²	5154,27
Butų skaičius, vnt.	90
Pastato pastatymo metai	1970
Aukštų skaičius	5



3.3.5.1 pav. Daugiabutis namas Architektų g. 25, Vilniuje

Šiame pastate įgyvendintos trys modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas ir stogo šiltinimas). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas 3.3.5.2 pav.



3.3.5.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Architektų g. 25, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 58 % arba 672.823,90 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato stogui šiltinti – 30 % arba 343.647,99 Lt. Mažiausios investicijos skirtos langams keisti – 12 % arba 140.619,53 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 213,2 m² langų, apšiltinta 2312 m² sienų ir 1400 m² stogo.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 12,06 % mažesnės nei faktinės. Tuo tarpu sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi vos 0,35 % (mažesnės), o stogo skaičiuotinės kainos buvo 2,23 % mažesnės nei faktinės. Bendras abiejų atnaujinimo priemonių

skaičiuotinių ir faktinių kainų nesutapimas – 2,33 %. Atsižvelgiant į tai, kad statybos kainos prognozuojamos pagal vidutinės kainas, galima teigti, jog tokia kainos prognozė yra labai tiksli ir projekto kainos nenukrypo nuo vidutinių rinkos verčių. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais šis nuokrypis yra labai mažas ir iš to galima spręsti, jog modernizavimas atitiko visus rinkos reikalavimus.

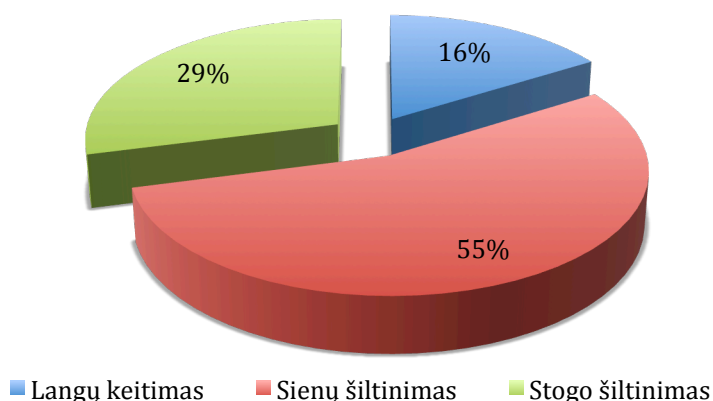
Šiam projektui buvo suteikta 43 % valstybės parama, kuri atnaujinimo našą gyventojams sumažino 497.549,31 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos 3.3.5.2 lentelėje.

3.3.5.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Architektų g. 25, Vilniuje (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 43% (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	213,2	123 656,00	140 619,53	60 466,40	23,99	27,28	1 373,96	1 562,44	12,06
Sienų šiltinimas	2312	670 480,00	672 823,90	289 314,28	130,08	130,54	7 449,78	7 475,82	0,35
Stogo šiltinimas	1400	336 000,00	343 647,99	147 768,64	65,19	66,67	3 733,33	3 818,31	2,23
Iš viso:		1 130 136,00	1 157 091,42	497 549,31	219,26	224,49	12 557,07	12 856,57	2,33

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (3.3.5.3 pav).



3.3.5.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Architektų g. 25, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė iš sienų šiltinimo – 55 % arba 184,10 MWh/met. Mažesni sutaupymai iš langų keitimo – 29 % arba 97,59 MWh/met. Mažiausi sutaupymai iš langų keitimo – 16 % arba 54,41 MWh/met.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami

sutaupymai buvo net 51,33 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo 7,03 % didesni nei faktiniai. Stogo šiltinimo planuojami sutaupymai buvo 13,65 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 6,28 %. Nors bendras nesutapimas ir nėra labai didelis, bet verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir rezultatai šiuo atveju neatrodo patikimi. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo vykdyta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalus sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti 3.2.5.3 lentelėje.

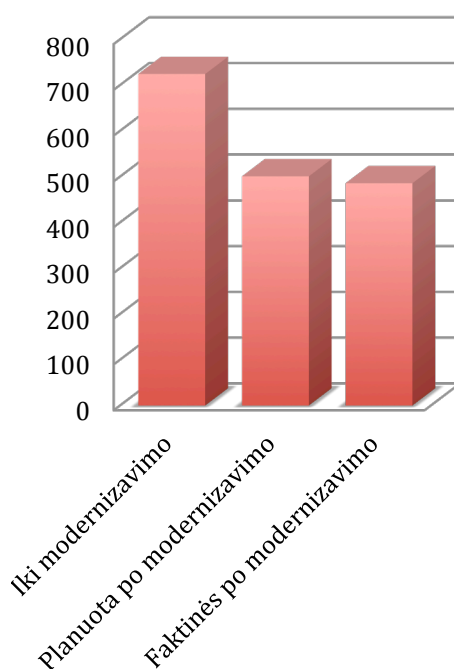
3.3.5.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Architektų g. 25, Vilniuje (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metūs)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metūs)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	213,2	26,48	54,41	51,33
Sienų šiltinimas	2312	197,05	184,10	-7,03
Stogo šiltinimas	1400	84,27	97,59	13,65
Iš viso:		223,53	238,51	6,28

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendrą priemonių derinį, t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas bei stogo šiltinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra pakankamai nemaži ir siekia 32,93 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolimesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 6,28 % mažesnė nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos 3.3.5.4. lentelėje.

3.3.5.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2010)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metūs)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metūs)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metūs	724,19	500,66	485,68	223,53	30,87	238,51	32,93	6,28
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metūs	0,141	0,097	0,094	0,04	30,87	0,046	32,93	6,28



3.3.5.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metus

3.3.5.4 pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo daugiau kaip trečdaliu. Taip pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi labai nedaug ir yra šiek tiek didesnės. Iš to galima daryti išvadą, jog modernizacijos procesas šiame projekte vyko kokybiškai, efektyviai ir net viršijant planuotus rezultatus.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo naгрinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta 3.3.5.5 lentelėje.

3.3.5.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė		
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Stogo šiltinimas
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	54,41	184,10	97,59
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	10,77	15,23	14,67
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	6,14	8,68	8,36
Sutaupytos energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	216,49	209,88	202,22
Sutaupytos energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	123,40	119,63	115,27
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	7,51	25,42	13,48

Kaip matoma 3.3.5.5 lentelėje, visos Architektų g. 25, Vilniuje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra efektyvios, nes:

1. Visų priemonių atsipirkimo laikas yra ženkliai trumpesnis už jų numanomas gyvavimo laiką.
2. Visų priemonių sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh.

Efektyvumą geriausiai parodo Sutaupytos energijos kainos (SEK) rodiklis, kuris šiuo atveju yra palankiausias stogo šiltinimui. Iš to galima teigti, jog lyginant šias modernizavimo priemones, efektyviausia yra stogo šiltinimas.

Detalios daugiabučio pastato Architektų g. 25, Vilniuje, modernizavimo analizės išvados:

1. Kauno miesto Architektų g. 25 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra didesni nei planuoti 6,28 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 30,87 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 32,93 %. Nedidelis nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo procesas buvo kokybiškas ir efektyvus.
2. Vertinant tik iš ekonominės pusės, visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip efektyvios, nes jų sutaupytos energijos kainos (SEK) rodikliai yra mažesni už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą. Vertinant suteiktą valstybės paramą (45,6 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, priemonės tampa dar efektyvesnės.
3. Lyginat tris modernizavimo priemones, galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra stogo šiltinimo priemonė. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) stogo šiltinimui yra mažiausia.

Analogiškas priemonių derinio analizės pavyzdys pateiktas C priede (daugiabučio namo Architektų g. 132, Vilniuje analizė).

3.3.6. Daugiabučio gyvenamojo namo Beržų g. 35, Panevėžyje, analizė

Pagrindiniai daugiabučio Beržų g. 35, Panevėžyje (3.3.6.1 pav.) duomenys pateikti 3.3.6.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija yra tiekama iš Panevėžio miesto šilumos tiekimo tinklo (CŠT). Karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.

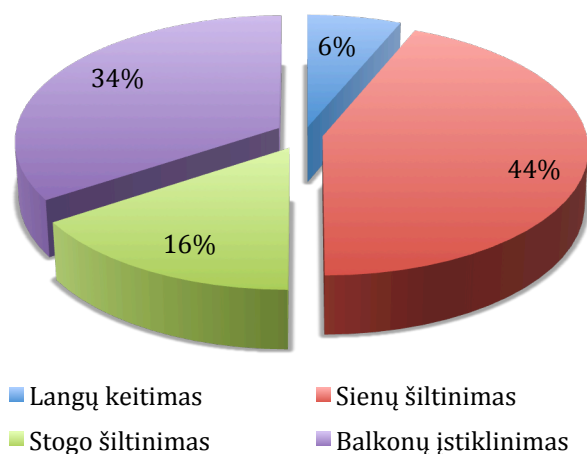
3.3.6.1 lentelė. Pagrindiniai Beržų g. 35, Panevėžys pastato duomenys (Miesto renovacija 2010)

Valdytojas	Beržų 35-oji namo savininkų bendrija
Bendras šildomas plotas, m ²	2527,75
Butų skaičius, vnt.	53
Pastato pastatymo metai	1966
Aukštų skaičius	5



3.3.6.1 pav. Daugiabutis namas Beržų g. 35, Panevėžys

Šiame pastate įgyvendintos keturios modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas, balkonų stiklinimas). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas 3.3.6.2 pav.



3.3.6.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Beržų g. 35, Panevėžyje

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 44 % arba 756.851,88 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato balkonams stiklinti – 34 % arba 594.504,68 Lt. Trečios pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato stogui šiltinti – 16 % arba 272.225,19 Lt. Mažiausios investicijos skirtos langams keisti – 6 % arba 109.877,99 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 172,8 m² langų, įstiklinti 44 balkonai apšiltinta 1852 m² sienų ir 767 m² stogo.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 8,79 % mažesnės

nei faktinės. Sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi 19,25 % (mažesnės), o stogo šiltinimo ir balkonų stiklinimo skaičiuotinės kainos buvo atitinkamai 15,47 % ir 25,99 % mažesnės nei faktinės. Bendras visų atnaujinimo priemonių kainų nesutapimas – 20,30 %, vadinasi darbai kainavo daugiau kaip 20 % brangiau nei buvo planuota. Tokio pabrangimo priežastys gali būti dvi: blogai atliktas konkursas ir parinktas „brangus“ rangovas arba modernizacijos darbų kaina buvo įgyvendinti kiti pašaliniai šilumos energiją ar estetinį vaizdą pagerinantys darbai. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais bendras nuokrypis yra didelis ir iš to galima spręsti, jog modernizacijos procese buvo padaryti sprendimai, kurie lėmė nukrypimą nuo vidutinių rinkos verčių.

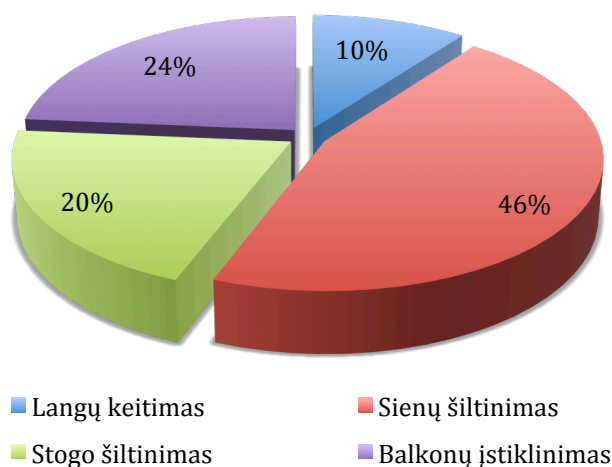
Šiam projektui buvo suteikta 50 % valstybės parama, kuri atnaujinimo naštą gyventojams sumažino net 866.729,87 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos 3.3.6.2 lentelėje.

3.3.6.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Beržų g. 35, Panevėžys (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 50% (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	172,8	100 224,00	109 877,99	54 939,00	39,65	43,47	1 891,02	2 073,17	8,79
Sienų šiltinimas	1852	611 160,00	756 851,88	378 425,94	241,78	299,42	11 531,32	14 280,22	19,25
Stogo šiltinimas	767	230 100,00	272 225,19	136 112,60	91,03	107,69	4 341,51	5 136,32	15,47
Balkonų įstiklinimas	44	440 000,00	594 504,68	297 252,34	174,07	235,19	8 301,89	11 217,07	25,99
Iš viso:		1 381 484,00	1 733 459,74	866 729,87	546,53	685,77	26 065,74	32 706,79	20,30

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. 3.3.6.3 pav).



3.3.6.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Beržų g. 35, Panevėžyje

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė iš sienų šiltinimo – 46 % arba 86,20 MWh/metų. Kiek mažesni sutaupymai iš balkonų stiklinimo – 24% arba 44,64 MWh/metų. Mažesni sutaupymai iš stogo šiltinimo – 20% arba 38,75 MWh/metų, o mažiausi sutaupymai iš langų keitimo – 10 % arba 19,41 MWh/metų.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo 10,56 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo net 47,38 % didesni nei faktiniai. Stogo šiltinimo planuojami sutaupymai buvo 19,15 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Balkonų stiklinimo planuojami sutaupymai buvo 16,94 % mažesni nei faktiniai. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 22,62 %. Vadinasi, planuotas rezultatas dėl kažkokių priežasčių nebuvo pasiektas. Pažymėtina ir tai, kad verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir beveik visų atnaujinimo priemonių į neigiamą pusę. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo atliekama teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti 3.3.6.3 lentelėje.

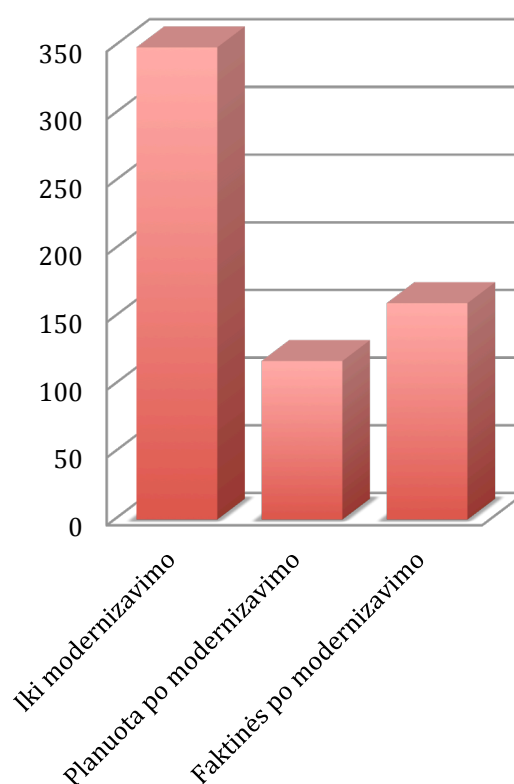
3.3.6.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Beržų g. 35, Panevėžys (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metų)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metų)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	172,8	21,46	19,41	-10,56
Sienų šiltinimas	1852	127,04	86,20	-47,38
Stogo šiltinimas	767	46,17	38,75	-19,15
Balkonų įstiklinimas	44	37,08	44,64	16,94
Iš viso:		231,75	189,00	-22,62

Toliau pateikiami duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendrą priemonių derinį – t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas ir balkonų stiklinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra labai dideli ir siekia net 54,17 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 22,62 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos 3.3.6.4. lentelėje.

3.3.6.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2010)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutaupymas (%)
				Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metų	348,9	117,15	159,90	231,75	66,42	189,00	54,17	-22,62
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metų	0,138	0,046	0,063	0,09	66,42	0,075	54,17	-22,62



3.3.6.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metų

3.3.6.4. pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo daugiau nei dvigubai. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi pakankamai daug. Pažymėtina tai, jog planuotas rezultatas sąnaudas turėjo sumažinti beveik tris kartus, tačiau lyginat su jau aptartais objektais, niekur toks rezultatas nebuvo pasiektas. Iš to galima daryti išvadą, jog šiuo atveju BUPA skaičiuokle gautas rezultatas yra per daug optimistinis ir netikslus. Žinoma, neatmestina prognozė, jog įtakos šiam rezultatui turėjo ir pati modernizacijos kokybė. Taip pat pažymėtina ir tai, jog šis

projektas buvo įgyvendintas net 20,30 % brangiau nei buvo planuota, o planuoti rezultatai nepasiekti.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo naгрinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta 3.3.6.5 lentelėje.

3.3.6.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė			
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Stogo šiltinimas	Balkonų įstiklinimas
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	19,41	86,20	38,75	44,64
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	23,59	36,58	29,27	55,49
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	11,79	18,29	14,64	27,75
Sutaupytos energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	474,19	504,23	403,44	895,16
Sutaupytos energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	237,10	252,11	201,72	447,58
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	5,56	24,71	11,11	12,79

Kaip matyti iš 3.3.6.5 lentelės, visos Beržų g. 35, Panevėžyje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra neefektyvios. Efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh. Iš lentelės matoma, kad stogo šiltinimo efektyvumo rodiklis yra geriausias.

Žinoma, modernizavimo priemonių efektyvumą galima pagrįsti atsižvelgiant į tai, jog buvo taikyta didelė valstybės parama (50 %) ir vertinant atnaujinimo priemonių kainą už kurias sumokėjo gyventojas, kai kurios atnaujinimo priemonės tampa efektyviomis (langų keitimas, stogo šiltinimas).

Detalios daugiabučio pastato Beržų g. 35, Panevėžyje, modernizavimo analizės išvados:

1. Panevėžio miesto Beržų g. 35 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 22,62 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 66,42 %

šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 54,17 %. Nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo metu buvo atlikti tam tikri sprendimai, kurie turėjo įtakos šiems rezultatams.

2. Vertinant tik iš ekonominės pusės, visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip neefektyvios, kadangi nei vienos įgyvendintos priemonės sutaupyta energijos kainos (SEK) rodikliai nėra mažesni už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą. Vertinant suteiktą valstybės paramą (50 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, kai kurios priemonės tampa efektyviomis.
3. Lyginat visas modernizavimo priemones (nors nei viena iš jų nėra efektyvi) galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra stogo šiltinimo priemonė. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupyta energijos kaina (SEK) stogo šiltinimui yra mažiausias.
4. Bendrai vertinant modernizaciją ir lyginant šį objektą su jau anksčiau aptartais objektais, galima teigti, jog modernizacija buvo atlikta neefektyviai: projektui išleista daugiau pinigų nei buvo planuota, o norimas rezultatas nepasiektas. Šios priežastys sąlygoja ir tai, jog vertinant pagal sutaupyta energijos kainą (SEK) nei viena iš priemonių nėra efektyvi ir turi labai ilgą atsipirkimo laiką. Rekomenduotina detalesnė analizė, siekiant nustatyti šio objekto modernizavimo efektyvumo trūkumo priežastis, tačiau, dėl ribotos darbo apimties, ji atliekama nebus.

Analogiškas priemonių derinio analizės pavyzdys pateiktas D priede (daugiabučio namo Birutės g. 7, Jonavoje analizė).

3.3.7. Daugiabučio gyvenamojo namo Šeimyniškių g. 30, Vilniuje, analizė

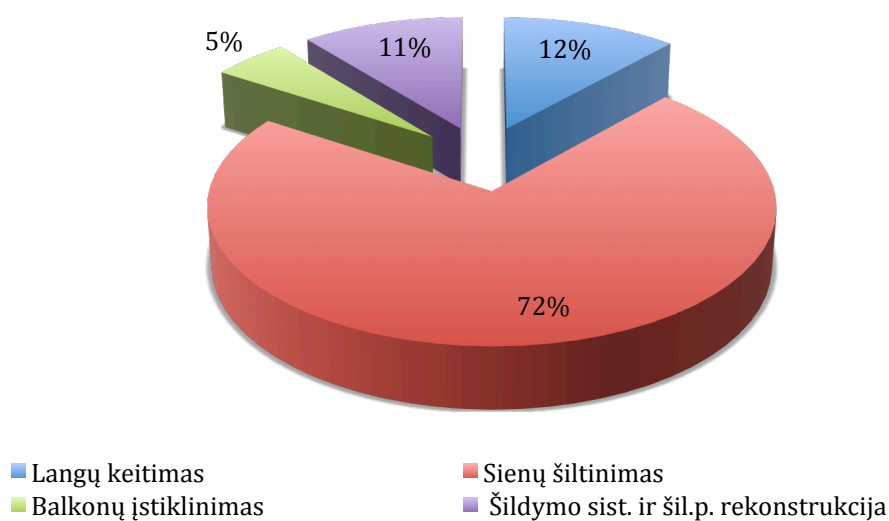
Pagrindiniai daugiabučio Šeimyniškių g. 30, Vilniuje (3.3.7.1 pav.) duomenys pateikti 3.3.7.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija tiekama iš Vilniaus miesto CŠT, o karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.

3.3.7.1 lentelė. Pagrindiniai Šeimyniškių g. 30, Vilniuje pastato duomenys (Miesto renovacija 2010)

Valdytojas	301 - daugiabučio namo savininkų bendrija
Bendras šildomas plotas, m ²	5081
Butų skaičius, vnt.	52
Pastato pastatymo metai	1977
Aukštų skaičius	8



3.3.7.1 pav. Daugiabutis namas Šeimyniškių g. 30, Vilnius



3.3.7.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Šeimyniškių g. 30, Vilnius

Šiame pastate įgyvendintos keturios modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas, balkonų stiklinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas 3.3.7.2 pav.

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 72 % arba 1.389.584,56 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato langams keisti – 12 % arba 222.999,62 Lt. Trečios pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato šildymo sistemai ir šilumos punktui rekonstruoti – 11 % arba 206.205,56 Lt. Mažiausios investicijos skirtos balkonams stiklinti – 5 % arba 96.890,63 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 437,1 m² langų, įstiklinti 485 m² balkonų apšiltinta 5550 m² sienų ir atnaujintas šilumos punktas bei šildymo sistema.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo

priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 13,69 % didesnės nei faktinės. Sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi tik 0,15 % (mažesnės). Balkonų stiklinimo skaičiuotinės kainos buvo 343,80 % didesnės nei faktinės, o šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukcijos skaičiuotinė kaina buvo 59,75 % mažesnė nei faktinė. Bendras visų atnaujinimo priemonių kainų nesutapimas – 12,44 %, vadinasi darbai kainavo daugiau kaip 12 % pigiau nei buvo planuota. Nors nesutapimas ir nėra didelis, kai kurių atnaujinimo priemonių įgyvendinimo kaina net kelis kartus skyrėsi nuo skaičiuotinių kainų. Didžiausias kainų skirtumas atsirado keičiant balkonus, kur (numanoma) buvo panaudota langų be paketo konstrukcija. Bendro atpigimo priežastys gali būti dvi: bendrija darbus organizavo daliniai ūkio būdu samdant atskirus rangovus specializuotiems darbams, arba panaudotos pigesnės medžiagos. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais bendras nuokrypis yra didelis ir iš to galima spręsti, jog modernizacijos kaina kiek nukrypo nuo vidutinių rinkos verčių, tačiau į teigiamą pusę.

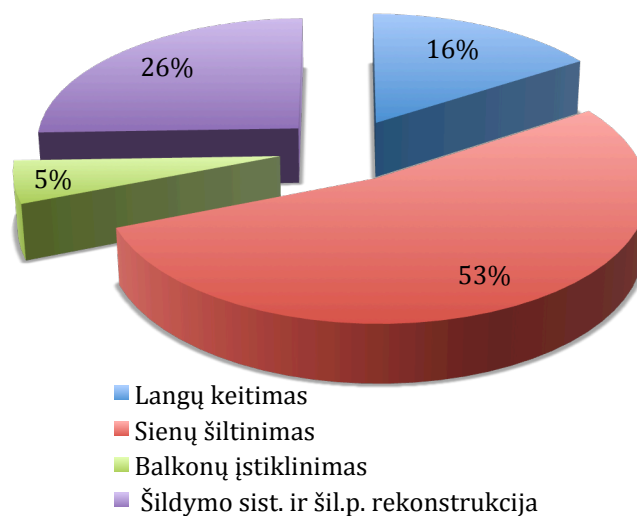
Šiam projektui buvo suteikta 42,3 % valstybės parama, kuri atnaujinimo našta gyventojams sumažino net 810.332,80 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos 3.3.7.2 lentelėje.

3.3.7.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Šeimyniškių g. 30, Vilnius (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 42,3 % (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	437,1	253 518,00	222 999,62	94 328,84	49,90	43,89	4 875,35	4 288,45	-13,69
Sienų šiltinimas	5550	1 387 500,00	1 389 584,56	587 794,27	273,08	273,49	26 682,69	26 722,78	0,15
Balkonų įstiklinimas	485	430 000,00	96 890,63	40 984,74	84,63	19,07	8 269,23	1 863,28	-343,80
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	83 000,00	206 205,56	87 224,95	16,34	40,58	1 596,15	3 965,49	59,75
Iš viso:		2 154 018,00	1 915 680,37	810 332,80	423,94	377,03	41 423,42	36 840,01	-12,44

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. 3.3.7.3 pav).



3.3.7.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Šeimyniškių g. 30, Vilnius

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė apšiltinus sienas – 53 % arba 210,12 MWh/metų. Kiek mažesni sutaupymai rekonstravus šildymo sistemą ir šilumos punktą – 26 % arba 100,88 MWh/metų. Mažesni sutaupymai gauti pakeitus langus – 16 % arba 62,70 MWh/metų, o mažiausi sutaupymai – įstiklinus balkonus – 5 % arba 21,40 MWh/metų.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo 13,41 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo net 81,19 % didesni nei faktiniai. Šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos planuojami sutaupymai buvo 1,38 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Balkonų stiklinimo planuojami sutaupymai buvo net 63,46 % didesni nei faktiniai. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 44,84 %. Vadinasi, planuotas rezultatas dėl tam tikrų priežasčių nebuvo pasiektas. Pažymėtina ir tai jog, verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir beveik visų atnaujinimo priemonių į neigiamą pusę. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdyt darbus techninė priežiūra buvo vykdyta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti 3.3.7.3 lentelėje.

3.3.7.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Šeimyniškių g. 30, Vilnius (Miesto renovacija 2010)

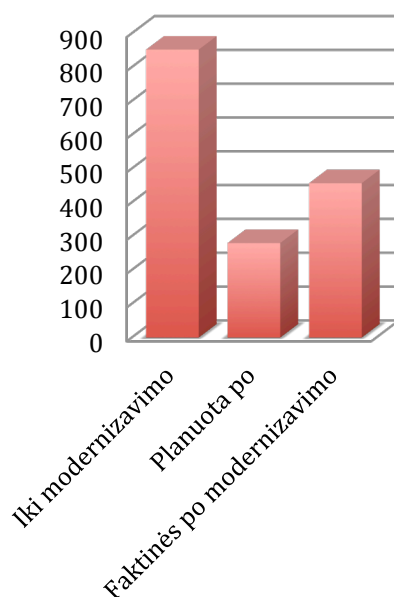
Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metūs)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metūs)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	437,1	54,29	62,70	13,41
Sienų šiltinimas	5550	380,71	210,12	-81,19
Balkonų įstiklinimas	485	34,98	21,40	-63,46
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	102,27	100,88	-1,38
Iš viso:		572,25	395,10	-44,84

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendra priemonių derinį – t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija ir balkonų stiklinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra labai dideli ir siekia net 46,37 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 44,84 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos 3.3.7.4. lentelėje.

3.3.7.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2010)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metūs)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metūs)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metūs	852	279,75	456,90	572,25	67,17	395,10	46,37	-44,84
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metūs	0,168	0,055	0,090	0,11	67,17	0,078	46,37	-44,84

3.3.7.4. pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo beveik du kartus. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi pakankamai daug, tačiau pažymėtina tai, jog planuotas rezultatas sąnaudas turėjo sumažinti tris kartus. Iš to galima daryti išvadą, jog šiuo atveju BUPA skaičiuokle gautas rezultatas yra per daug optimistinis. Žinoma neatmestina prognozė, jog įtakos šiam rezultatui turėjo ir pati modernizacijos kokybė. Taip pat pažymėtina ir tai, jog šis projektas buvo įgyvendintas 12,44 % pigiau nei buvo planuota, kas galėjo turėti įtakos atnaujinimo kokybei ir jo tolimesniems rezultatams.



3.3.7.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metus

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo nagrinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta 3.3.7.5 lentelėje.

3.3.7.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė			
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Balkonų įstiklinimas	Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	62,70	210,12	21,40	100,88
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	14,82	27,56	18,86	8,52
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	8,55	15,90	10,89	4,91
Sutaupyta energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	297,93	379,79	379,26	117,39
Sutaupyta energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	171,90	219,14	218,83	67,73
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	7,36%	24,66%	2,51%	11,84%

Kaip matyti iš 3.3.7.5 lentelės, beveik visos Šeimyniškių g. 30, Vilniuje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra neefektyvios, išskyrus šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukciją.

Efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh. Iš lentelės matoma, kad geriausias efektyvumo rodiklis tenka šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijai, kurio SEK rodiklis siekia 117,39 Lt/MWh ir tai yra mažiau nei šiuo metu galiojantis šilumos energijos tarifas.

Žinoma, modernizavimo priemonių efektyvumą galima pagrįsti atsižvelgiant į tai, jog buvo taikyta didelė valstybės parama (42,3 %) ir vertinant atnaujinimo priemonių kainą už kurias sumokėjo gyventojas, visos atnaujinimo priemonės tampa efektyviomis.

Detalios daugiabučio pastato Šeimyniškių g. 30, Vilniuje, modernizavimo analizės išvados:

1. Vilniaus miesto Šeimyniškių g. 30 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 44,84 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 67,17 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 46,37 %. Nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo metu buvo atlikti tam tikri sprendimai, kurie turėjo įtakos šio rezultato sumažėjimui. Taip pat neatmetama galimybė, jog skaičiavimai remiantis skaičiuokle buvo per daug optimistiniai ir nepasiekiami įgyvendinant šias priemones.
2. Tik ekonomine prasme, beveik visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip neefektyvios, kadangi įgyvendintų priemonių sutaupytos energijos kainos (SEK) rodiklis yra didesnis už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą (240 Lt/MWh). Efektyvia priemone šiame objekte galima pripažinti tik šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukciją. Jei vertintume suteiktą valstybės paramą (42,3 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, visos priemonės tampa efektyviomis.
3. Lyginat visas modernizavimo priemones galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijai yra mažiausia.
4. Bendrai vertinant modernizaciją ir lyginant šį objektą su jau anksčiau aptartais objektais, galima teigti, jog modernizacija buvo ne visiškai efektyvi: nors projektui išleista mažiau pinigų nei buvo planuota ir pasiektas šilumos sutaupymo rezultatas yra pakankamai neblogas (46,37%), tačiau beveik visos atnaujinimo priemonės yra neefektyvios t. y. sutaupyti 1 MWh šilumos energijos kainuoja daugiau nei už ją sumokėti.

Analogiškas priemonių derinio analizės pavyzdys pateiktas E priede (daugiabučio namo Molainių g. 28, Panevėžyje analizė).

3.3.8. Daugiabučio gyvenamojo namo Kovo 11-osios g. 114, Kaune, analizė

Pagrindiniai daugiabučio Kovo 11-osios g. 114, Kaune (3.3.8.1 pav.) duomenys pateikti 3.3.8.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija ir karštas vanduo tiekiami iš Kauno miesto CŠT.

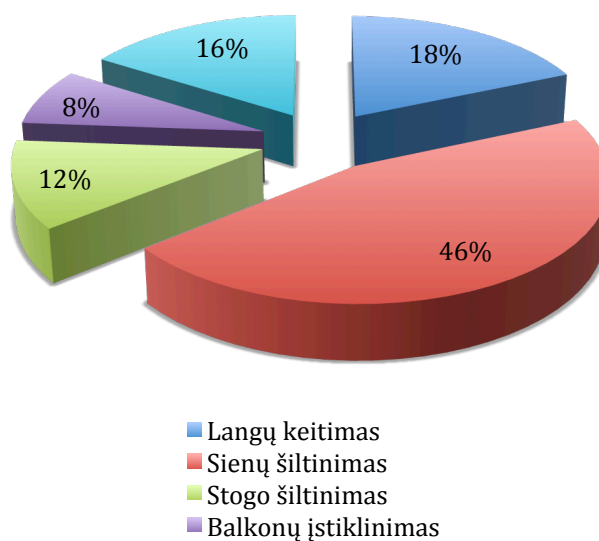
3.3.8.1 lentelė. Pagrindiniai Kovo 11-osios g. 114, Kaune pastato duomenys (Miesto renovacija 2010)

Valdytojas	Butų savininkų bendrija Nr. 149
Bendras šildomas plotas, m ²	4418
Butų skaičius, vnt.	100
Pastato pastatymo metai	1974
Aukštų skaičius	5



3.3.8.1 pav. Daugiabutis namas Kovo 11-osios g. 114, Kaunas

Šiame pastate įgyvendintos penkios modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas, balkonų stiklinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas 3.3.8.2 pav.



3.3.8.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Kovo 11-osios g. 114, Kaunas

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 46 % arba 777.275,19 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato langams keisti – 18 % arba 315.761,96 Lt. Trečios pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato šildymo sistemai ir šilumos punktui rekonstruoti – 16 % arba 273.070,03 Lt. Dar mažiau investicijų skirta stogui šiltinti – 12 % arba 203.337,14. Mažiausios investicijos skirtos pastato balkonams stiklinti – 8 % arba 131.906,34 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 725,1 m² langų, įstiklinta 955 m² balkonų apšiltinta 1952 m² sienų, 1106 m² – stogo ir atnaujintas šilumos punktas bei šildymo sistema.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 33,19 % didesnės nei faktinės. Sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi 12,10 % (mažesnės). Stogo šiltinimo faktinės kainos buvo 35,98 % mažesnės nei skaičiuotinės. Tuo tarpu balkonų stiklinimo skaičiuotinės kainos buvo 51,62 % didesnės nei faktinės, o šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukcijos skaičiuotinė kaina buvo 67,04 % mažesnė nei faktinė. Bendras visų atnaujinimo priemonių kainų nesutapimas – 1,83 %, vadinasi, darbai kainavo tik šiek tiek daugiau nei buvo planuota. Nors nesutapimas ir yra labai nedidelis (1,83 %), kai kurių atnaujinimo priemonių įgyvendinimo kaina net labai stipriai skyrėsi nuo skaičiuotinių kainų, todėl tokių kainų prognozavimą galima pavadinti tik orientaciniu. Didžiausias kainų skirtumas nustatytas šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos darbuose. Šio pobūdžio darbų apimtys ir jų kainos yra labai individualios ir priklauso nuo parengto techninio projekto ir rangovo. Neatmestina bendro visų darbų atpigimo priežastys gali būti ta, jog panaudotos pigesnės medžiagos. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais bendras kainų nuokrypis yra didelis ir iš to galima spręsti, jog modernizacijos kaina kiek nukrypo nuo vidutinių rinkos verčių.

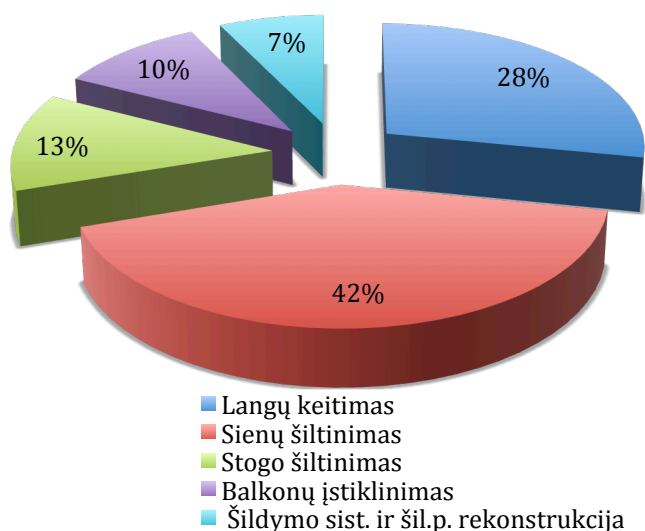
Šiam projektui buvo suteikta 46,4 % valstybės parama, kuri atnaujinimo našą gyventojams sumažino net 782.621,30 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos 3.3.8.2 lentelėje.

3.3.8.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Kovo 11-osios g. 114, Kaunas (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 46,4 % (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	725,1	420 558,00	315 761,96	145 250,50	95,19	71,47	4 205,58	3 157,62	-33,19
Sienų šiltinimas	1952	683 200,00	777 275,19	357 546,59	154,64	175,93	6 832,00	7 772,75	12,10
Stogo šiltinimas	1106	276 500,00	203 337,14	93 535,08	62,58	46,02	62,58	2 033,37	-35,98
Balkonų įstiklinimas	955	200 000,00	131 906,34	60 676,92	45,27	29,86	2 000,00	1 319,06	-51,62
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	90 000,00	273 070,03	125 612,21	20,37	61,81	900,00	2 730,70	67,04
Iš viso:		1 670 258,00	1 701 350,66	782 621,30	378,06	385,10	14 000,16	17 013,51	1,83

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. 3.3.8.3 pav).



3.3.8.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Kovo 11-osios g. 114, Kaunas

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė šiltinant sienas – 42 % arba 76,55 MWh/metus. Kiek mažesni sutaupymai keičiant langus – 28% arba 51,54 MWh/metus. Dar mažesni sutaupymai šiltinant stogą – 13 % arba 23,17 MWh/metus ir stiklinant balkonus – 10 % arba 18,69 MWh/metus, o mažiausi sutaupymai rekonstruojant šildymo sistemą ir šilumos punktą – 4 % arba 1 3,33 MWh/metus.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo 74,74 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo numatomi sutaupymai buvo 74,92 % didesni nei faktiniai. Sutaupymai iš stogo šiltinimo buvo planuojami 140,61 % didesni nei faktiniai. Šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos prognozuoti

sutaupymai buvo 116,50 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Balkonų stiklinimo planuojami sutaupymai buvo 70,36 % didesni nei faktiniai. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 85,73 %. Vadinasi, planuotas rezultatas dėl tam tikrų priežasčių nebuvo pasiektas. Pažymėtina ir tai, jog verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir šiuo atveju tai leidžia abejoti skaičiuoklės duomenų patikimumu. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo atlikta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti 3.3.8.3 lentelėje.

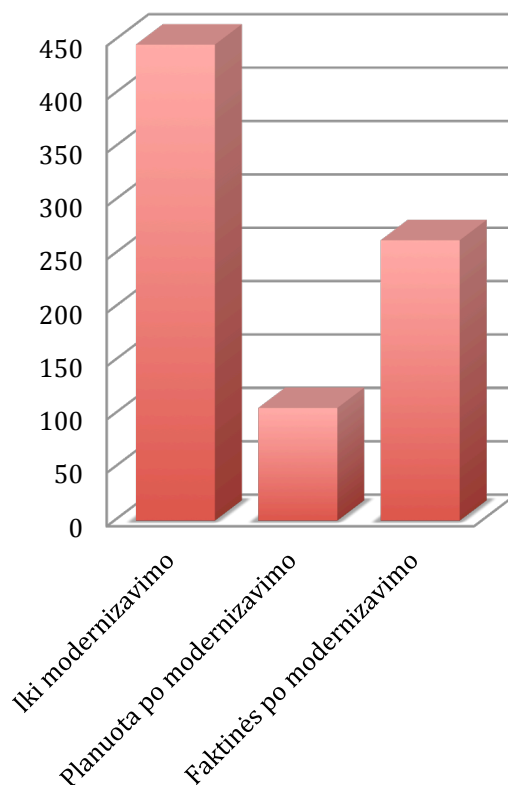
3.3.8.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Kovo 11-osios g. 114, Kaunas (Miesto renovacija 2010)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metus)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metus)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	725,1	90,06	51,54	-74,74
Sienų šiltinimas	1952	133,90	76,55	-74,92
Stogo šiltinimas	1106	55,75	23,17	-140,61
Balkonų įstiklinimas	955	31,84	18,69	-70,36
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	28,86	13,33	-116,50
Iš viso:		340,41	183,28	-85,73

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendra priemonių derinį t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukciją ir balkonų stiklinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra nemaži ir siekia 41,10 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolimesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 85,73 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos 3.3.8.4. lentelėje.

3.3.8.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2010)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/met-us)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/met-us)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metus	445,98	105,57	262,70	340,41	76,33	183,28	41,10	-85,73
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metus	0,101	0,024	0,059	0,08	76,33	0,041	41,10	-85,73



3.3.8.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metus

3.3.8.4. pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo beveik du kartus. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos ženkliai skiriasi, tačiau pažymėtina tai, jog planuotas rezultatas sąnaudas turėjo sumažinti daugiau kaip 4 kartus. Iš to galima daryti išvadą, jog šiuo atveju BUPA skaičiuokle gautas rezultatas yra per daug optimistinis. Žinoma neatmestina prognozė, jog įtakos šiam rezultatui turėjo ir pati modernizacijos kokybė.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo nagrinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta 3.3.8.5 lentelėje.

3.3.8.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė				
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Stogo šiltinimas	Balkonų įstiklinimas	Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	51,54	76,55	23,17	18,69	13,33
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	25,53	42,31	36,57	29,41	85,36
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	13,78	22,85	15,88	46,09	46,09
Sutaupyta energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	513,20	583,11	503,98	591,19	1176,43
Sutaupyta energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	277,13	314,88	272,15	319,24	635,27
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemone	%	11,56	17,16	5,20	4,19	2,99

Kaip matyti iš 3.3.8.5 lentelės, visos Kovo 11-osios g. 114, Kaune įdiegtos energijos taupymo priemonės yra neefektyvios. Efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupyta energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh. Iš lentelės matoma, kad stogo šiltinimo efektyvumo rodiklis yra geriausias, SEK rodiklis siekia 503,98 Lt/MWh, tačiau ir tai yra dvigubai daugiau nei šiuo metu galiojantis šilumos energijos tarifas.

Detalios daugiabučio pastato Kovo 11-osios g. 114, Kaune, modernizavimo analizės išvados:

1. Kauno miesto Kovo 11-osios g. 114 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 85,73 % ir tai yra didžiausias iki šiol aptartų objektų nesutapimas. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 76,33 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 41,10 %. Nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo metu buvo atlikti tam tikri sprendimai, kurie lėmė šio rezultato sumažėjimą. Taip pat neatmetama galimybė, jog skaičiavimai remiantis skaičiuokle buvo per daug optimistiniai ir nepasiekiami įgyvendinant šias priemones.
2. Ekonominiu požiūriu, visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip neefektyvios, kadangi įgyvendintų priemonių sutaupyta energijos kainos (SEK) rodiklis yra didesnis už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą (240

Lt/MWh). Jei vertintume suteiktą valstybės paramą (46,4 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, stogo šiltinimas tampa efektyvia priemone.

3. Lyginat visas modernizavimo priemones galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra stogo šiltinimo priemonė. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) stogo šiltinimui yra mažiausia.
4. Bendrai vertinant modernizaciją ir lyginant šį objektą su jau anksčiau aptartais objektais, galima teigti, jog modernizacija buvo labai neefektyvi: nors projektui panaudota beveik tiek pat pinigų kiek buvo planuota, tačiau visos atnaujinimo priemonės yra neefektyvios t. y. sutaupyti 1 MWh šilumos energijos kainuoja daugiau nei už ją sumokėti. Net ir atsižvelgus į valstybės suteiktą paramą (46,4 %) tik viena iš priemonių tampa efektyvi. Rekomenduotina detalesnė analizė, siekiant nustatyti šio objekto modernizavimo efektyvumo trūkumo priežastis, tačiau, dėl ribotos darbo apimties, ji atliekama nebus.

Analogiškas priemonių derinio pavyzdys pateiktas F priede (daugiabučio namo Molainių g. 28, Panevėžyje analizė).

3.3.9. Taikomų atnaujinimo priemonių efektyvumo nustatymas

Nagrinėjant anksčiau aptartus objektus ir juose įgyvendintų priemonių efektyvumą galima išskirti 2 rodiklius:

- Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę (MWh);
- Sutaupytos energijos kaina SEK (Lt/MWh).

Pirmasis rodiklis identifikuoja tą atnaujinimo priemonę, kuri padėjo sutaupyti daugiausiai šilumos energijos ir didžiausia dalimi sumažino būsto šildymo išlaidas. Tačiau rodiklis nevertina priemonės masto ir kainos. Pagal šį rodiklį efektyviausia priemonė iš anksčiau aptartų atnaujinimo priemonių yra sienų šiltinimas. Ši priemonė vidutiniškai padėjo sutaupyti 20–40 % šilumos energijos sąnaudų, taip pat ir lėšų. Tačiau pabrėžtina, jog priemonės įgyvendinimas reikalauja daugiausiai lėšų. Antroji pagal efektyvumą priemonė – langų keitimas, trečioji – stogo šiltinimas. Mažiausiai naudos, remiantis rodikliu, teikia balkonų stiklinimas.

Sutaupytos energijos kaina SEK atspindi sutaupytos šilumos energijos kiekį ir priemonės įgyvendinimo kainą. Taip pat rodiklis įvertina priemonės ilgaamžiškumą ir palūkanų normą. Kokybiškiausia atnaujinimo priemone galima vadinti šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukciją. Nors ši priemonė kiekybinės naudos teikia ir nedaug, tačiau jos įgyvendinimo kaina yra sąlyginai maža. Beveik visuose įgyvendintuose projektuose ši priemonė buvo efektyvi, t. y. efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šios darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh). Vienintelis projektas, kuriame ši priemonė nebuvo efektyvi – Kovo 11-osios g. 114,

Kaune, čia buvo keistas visas šildymo sistemos vamzdynas ir šilumos mazgas, todėl tai sudarė didelę dalį lėšų. Visais kitais atvejais užteko izoliuoti vamzdynus sumažinant šilumos nuostolius, pakeisti dalį elementų šilumos mazge, esamai šildymo sistemai adaptuoti autonominio šildymo sistemos principus. Šių minimalių priemonių užteko, kad sutaupyti pakankamai didelę dalį šilumos energijos (5–12 %). Antroji pagal SEK rodiklį priemonė – langų keitimas. Didžiojoje dalyje projektų ši priemonė buvo efektyvi ir jos SEK neviršijo šiuo metu galiojančio elektros energijos tarifo (240,0 Lt/MWh). Trečioji priemonė – sienų šiltinimas. Kaip neefektyviausią priemonę galima įvardyti balkonų stiklinimą. Visuose projektuose ši priemonė buvo neefektyvi ir jos SEK net kelis kartus viršijo elektros energijos tarifą. Galima pastebėti, kad balkonų stiklinimas yra neefektyvus vertinant pagal abu aptartus rodiklius.

Anksčiau 3.2. poskyryje atliktas būsto atnaujinimo priemonių vertinimas daugiakriteriais SAW ir COPRAS metodais parodė, jog racionaliausia atnaujinimo alternatyva buvo fasadų šiltinimas. Šis rezultatas sutampa su analitinio vertinimo rezultatais, kurie taip pat atspindėjo fasado šiltinimo efektyvumą. Vadinasi daugiakriteris vertinimas šiuo atveju labiau parodo priemonės kiekybinį efektą, nei kokybinį t. y. padeda nustatyti priemones, kurios suteikia daugiausiai apčiuopiamos naudos – sutaupo šilumos energijos ir tuo pačiu lėšų.

3.3.10. Taikomų atnaujinimo priemonių efektyviausių derinių nustatymas

Kaip buvo aptarta 3.3.1 poskyryje, toliau bus sudaryta efektyviausių atnaujinimo priemonių derinių seka. Atlikus detalią 10 objektų analizę ir turint pagrindinius energinius ir ekonominius modernizavimo rodiklius galima apskaičiuoti kiekvieno objekto sutaupytos energijos kainą SEK (t. y. kiek kainuoja sutaupyti 1 MWh šiluminės energijos įgyvendinus tam tikras modernizavimo priemones). Šiuo atveju SEK skaičiuojamas supaprastintai, neatsižvelgdami į kapitalo atkūrimo faktorių KAT, kuris įvertina priemonės gyvavimo laikotarpį ir vidutinę palūkanų normą, jei priemonei įgyvendinti buvo pasitelkta banko paskola (1.1 poskyris, 1.1 formulė). Kiekvienam atnaujinimo deriniui parinkti 2 projektai, vadinasi, išvedus šių projektų SEK vidurkį gaunamas konkretaus derinio rodiklis, atspindintis jo efektyvumą. Skaičiavimų rezultatai pateikti 3.3.10.1 lentelėje.

3.3.10.1 lentelė. Derinių efektyvumo rodiklio nustatymas

	ENERGIJOS TAUPYMO PRIEMONIŲ DERINIAI				
	1 DERINYS	2 DERINYS	3 DERINYS	4 DERINYS	5 DERINYS
	<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>	<i>Langų keitimas</i>
	<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>	<i>Sienų šiltinimas</i>
		<i>Stogo šiltinimas</i>	<i>Stogo šiltinimas</i>		<i>Stogo šiltinimas</i>
			<i>Balkonų stiklinimas</i>	<i>Balkonų stiklinimas</i>	<i>Balkonų stiklinimas</i>
				<i>Šildymo sist. ir šilumos punkto rekonstrukcija</i>	<i>Šildymo sist. ir šilumos punkto rekonstrukcija</i>
Objektas Nr. 1	Nočios g. 4, Vilnius	Architektų g. 25, Vilnius	Beržų g. 35, Panevėžys	Šeimyniškių g. 30, Vilnius	Kovo 11 g. 114, Kaunas
Sutaupyta energijos kaina (SEK) Lt/MWh	2476,03	4851,33	9171,74	4848,60	9282,79
Objektas Nr. 2	Šiaurės pr. 87, Kaunas	Architektų g. 132, Vilnius	Birutės g. 7, Jonava	Molainių g. 28, Panevėžys	Didlaukio g. 44, Vilnius
Sutaupyta energijos kaina (SEK) Lt/MWh	5547,25	4206,32	5046,74	6800,07	6835,43
Vidutinė sutaupyta energijos kaina (SEK) Lt/MWh	4011,64	4528,83	7109,24	5824,34	8059,11

Kaip matoma iš 3.3.10.1 lentelės, geriausia vidutinės sutaupyta energijos kainos reikšmė 4011,64 Lt/MWh, ji priklauso 1 deriniui. Šis skaičiavimo metodas ir pasirinktų objektų analizė parodė, jog efektyviausias derinys sudarytas iš mažiausio skaičiaus atnaujinimo priemonių – langų keitimo ir sienų šiltinimo. Antras pagal efektyvumą – 2 derinys, kurio atnaujinimo priemonės sudaro langų keitimas, sienų šiltinimas ir stogo šiltinimas. Trečias pagal efektyvumą yra 4 derinys (langų keitimas, sienų šiltinimas, balkonų stiklinimas ir šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija). Toliau atitinkamai seka 3 ir 5 deriniai, kurių efektyvumo rodikliai blogiausi. Pabrėžtina tai, jog mažiausiai efektyvaus derinio pavyzdžių Lietuvoje yra įgyvendinama daugiausiai. Žinoma, reikėtų nepamiršti ir to, jog šio darbo apimtyje vertinama tik ekonominė nauda, neatsižvelgiant į papildomą naudą (estetinį vaizdą, padidėjusią būsto vertę ir pan.). Šis faktorius pagrindžia žmonių elgesį, jog planuodami atnaujinti savo būstą jie renkasi priemones, kurios kompleksiskai patenkintų visus jų lūkesčius.

Taip pat pažymėtina ir tai, jog matomi ryškūs skirtumai tarp to paties derinio objektų. Pavyzdžiui, efektyviausio 1 derinio objekto Nr. 2 (Šiaurės pr. 87, Kaunas) sutaupyta energijos kaina daugiau kaip dvigubai viršija objekto Nr. 1 (Nočios g. 4, Vilnius) kainą. Objekto Nr. 2 SEK rodiklis viršija net 2 derinio abiejų objektų rodiklius. Iš to galima daryti išvadą, jog vyrauja labai

dideli skirtumai tarp skirtingų objektų, kuriuos galėjo sąlygoti daugybė veiksnių (skirtingi projektiniai sprendimai, skirtingos medžiagos, rangovų įkainiai, projekto įgyvendinimo metai, pastato aukštingumas ir pan.). Siekiant didesnio tikslumo, nustatant efektyviausią derinį–siūloma didinti objektų skaičių. Taip pat galima taikyti variantinio projektavimo metodą (Zavadskas *et al.* 1999).

Iš visų nagrinėtų projektų sėkmingiausiais galėtų būti įvardinti šie projektai:

1. Daugiabutis Nočios g. 4, Vilniuje.
2. Daugiabutis Architektų g. 25, Vilniuje.
3. Daugiabutis Architektų g. 132, Vilniuje.

Sėkmingiausiam projekte Nočios g. 4, Vilniuje įgyvendintas 1 derinys: pakeisti langai ir apšiltintos sienos. Architektų g. 25-tame ir 132-tame namuose įgyvendintas 2 derinys: pakeisti langai, apšiltintos sienos ir stogas. Pabrėžtina, jog visi trys sėkmingiausi projektai įgyvendinti Vilniuje.

IŠVADOS IR SIŪLYMAI

1. Išnagrinėjus užsienio ir Lietuvos literatūrą nustatyta, jog geriausiai atnaujinimo priemonių efektyvumą apibrėžia SEK (sutaupytos energijos kainos) rodiklis, kuris parodo kiek kainuoja sutaupyti 1 MWh šilumos. Efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn. – apie 240,0 Lt/MWh).
2. Atlikta sistemingai atrinktų 10 modernizuotų daugiabučių namų analizė parodė, kad:
 - a) didžiausią šilumos energijos kiekį padėjo sutaupyti fasado šiltinimas, ši priemonė vidutiniškai sutaupė 20–40 % šilumos energijos, taip pat ir lėšų pastatuose. Pabrėžtina tai, jog priemonei įgyvendinti reikia daugiausiai lėšų;
 - b) pagal SEK (sutaupytos energijos kainos) rodiklį, kuris tiksliausiai apibrėžia priemonės efektyvumą, geriausia priemonė – šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija, kurios SEK rodiklis svyruoja 78–118 Lt/MWh ribose.
3. Palyginus 10 modernizuotų daugiabučių namų analizės rezultatus su daugiakriterio vertinimo analizės rezultatais, kai taikant SAW, TOPSIS ir COPRAS metodus buvo nustatytos efektyviausios atnaujinimo priemonės, galima teigti, kad rezultatai iš esmės sutapo. SAW ir COPRAS metodais nustatyta efektyviausia priemonė yra fasado šiltinimas. Tai rodo, kad daugiakriterio vertinimo metodai padeda nustatyti priemones, kurios suteikia daugiausiai apčiuopiamos naudos – sutaupo šilumos energijos ir kartu lėšų.
4. Remiantis detalio objektų analize ir parinkinėjant efektyviausią derinį nustatyta, jog efektyviausias derinys susideda iš mažiausio skaičiaus atnaujinimo priemonių, t. y. efektyviausias yra langų keitimo ir sienų šiltinimo derinys. Mažiausiai efektyvus derinys – visų 5 atnaujinimo priemonių derinys (langų keitimas, sienų ir stogo šiltinimas, balkonų stiklinimas ir šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija). Pastebėta, kad mažiausiai efektyvaus derinio pavyzdžių Lietuvoje yra įgyvendinama daugiausiai. Pažymėtina, kad šiame darbe vertinama tik ekonominė nauda, neatsižvelgiant į papildomą atnaujinimo teikiamą naudą (estetinį vaizdą, padidėjusę būsto vertę ir pan.). Gyventojai planuodami atnaujinti savo būstą paprastai renkasi priemones, kurios kompleksiškai patenkintų visus jų lūkesčius.
5. Išnagrinėjus atskiras atnaujinimo priemones ir jų efektyvumą apibūdinančius rodiklius, galima prognozuoti, jog efektyviausią atnaujinimo derinį sudarytų langų keitimas, sienų šiltinimas ir šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija. Deja, toks derinys nebuvo analizuotas, todėl siūloma detaliau panagrinėti jo efektyvumą.
6. Analizuojant 10 pasirinktų objektų buvo pastebėta, jog išryškėja nemaži atnaujinimo efektyvumo skirtumai taikant tą patį priemonių derinį skirtinguose objektuose. Šiuos skirtumus galėjo

sąlygoti daug veiksnių (skirtingi projektiniai sprendimai, skirtingos medžiagos, rangovų įkainiai, projekto įgyvendinimo metai, pastato aukštingumas, regioniniai skirtumai ir pan.). Siekiant didesnio tikslumo efektyviausiam deriniui nustatyti siūloma didinti objektų skaičių. Objektų skaičiaus didinimas minimizuotų skirtumų tarp objektų įtaką skaičiavimo rezultatams.

7. Siekiant nustatyti efektyviausią atnaujinimo derinį taip pat siuloma taikyti variantinio projektavimo metodą bei sprendimų paramos sistemas.
8. Analizuojant Būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuoklės duomenų patikimumą, nustatyta, jog faktinių ir skaičiuotinių verčių nesutapimas yra pakankamai didelis, todėl skaičiuoklė gali būti tik orientacinio pobūdžio. Atnaujinimo kainos skaičiavimo rezultatai labai priklauso nuo rangovų ir panaudotų medžiagų, o sutaupytos šilumos energijos skaičiavimo rezultatai yra per daug optimistiniai. Siuloma skaičiuokle vadovautis tik orientacinio pobūdžio tikslais
9. Išnagrinėjus 10 įgyvendintų atnaujinimo projektų rezultatus, galima teigti, kad sėkmingiausi yra šie:

- 1) Daugiabutis Nočios g. 4, Vilniuje.
- 2) Daugiabutis Architektų g. 25, Vilniuje.
- 3) Daugiabutis Architektų g. 132, Vilniuje.

Pabrėžtina, jog visi trys sėkmingiausi projektai įgyvendinti Vilniuje. Siuloma remtis šių projektų patirtimi įgyvendinant kitus tipinius daugiabučių namų atnaujinimo projektus.

LITERATŪRA

- Andriušaitienė, D., Ginevičienė, V. B., Šileika, A. 2008. Daugiakriterinis profesinio mokymo kokybės valdymo vertinimo metodas, *Verslas: teorija ir praktika* 9(2): 88–96.
- Amstalden, R. W., Kost M., Nathani C., Imboden D. M. 2007. Economic potential of energy-efficient retrofitting in the Swiss residential building sector: the effects of policy instruments and energy price expectations, *Energy Policy* 35(3): 1819–1829.
- Arslan, O., Kose, R., 2011. Thermoeconomic optimization of insulation thickness considering condensed vapor in buildings, *Energy and Buildings* 38: 1400–1408.
- Biekša, D., Jaraminienė, E., Martinaitis, V. 2011. Evaluation of Refurbishment in Multi-Flat Buildings Considering Ternary Benefit, *Mokslas – Lietuvos ateitis Science (Future of Lithuania)*. 3(5): 98-104.
- China Statistical Press 2010. *Hangzhou Statistical Yearbook 2010*, (in Chinese).
- Europos socialinis fondas, Europos regioninės plėtros fondas, Sanglaudos fondas (2010). Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos visuomenės informavimo kampanijos I etapo komunikacijos strategija. Vilnius. 25 p.
- Gieseler, U.D.J., Heidt, F.D., Bier, W., 2004. Evaluation of the cost efficiency of an energy efficient building, *Renewable Energy* 29 (3): 369–376.
- Hauge, Å. L., Thomsen, J., Berker, T. 2011. User evaluations of energy efficient buildings-literature review and further research, *Advanced Energy Research* 5: 109–127.
- Hwang C. L.; Yoon K. 1981. Multiple attribute decision making-methods and applications. *Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag*, XI, 259 p.
- Kohler, N., 2009. The relevance of the green building challenge: an observer's perspective, *Building Research and Information* 27: 309–320.
- Lietuvos bankas [interaktyvus]. 2014. Vidutinė palūkanų norma [žiūrėta 2014-02-15]. Prieiga per internetą: <http://www.lb.lt/statistics/statbrowser.aspx?group=7222>

- Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija [interaktyvus]. 2010. Vidutinė šilumos kaina 2009/2010 [žiūrėta 2014-01-28]. Prieiga per internetą: <http://www.lsta.lt/lt/pages/apie-silumos-uki/silumos-suvartojimo-analize>
- Lietuvos žinios [interaktyvus]. 2014. Renovacijai reikėtų papildomų lėšų. [žiūrėta 2014-02-02]. Prieiga per internetą: <http://lzinios.lt/lzinios/Ekonomika/renovacijai-reiketu-papildomu-lesu/169682>.
- Martinaitis, V.; Kazakevičius, E.; Vitkauskas, A. 2007. A two-factor method for appraising building renovation and energy efficiency improvement projects, *Energy Policy* 35(1): 192–201.
- Miesto renovacija. 2010. 2009 metais atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos įgyvendinimo stebėsena. Vilnius: Miesto renovacija. 210 p.
- Miesto renovacija. 2011. 2010 metais atnaujintų (modernizuotų) daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos įgyvendinimo stebėsena. Vilnius: Miesto renovacija. 210 p.
- Ouyang Jinlong; Ge Jian; Hokao Kazunori. 2010. Economic analysis of energy-saving renovation measures for urban existing residential buildings in China based on thermal simulation and site investigation, *Energy policy* 37(2009): 140-149.
- Papadopoulos M.A.; Theodoriadou I.; Hegger M. A typological classification of the Greek residential building stock, *Energy and buildings* 43 (2011): 2779-2787.
- Rapcevičienė, D. 2011. Daugiabučių namų renovacijos efektyvumo vertinimas, *Mokslas – Lietuvos ateitis (Science – Future of Lithuania)* 2(2): 83–89.
- Rogoža, A.; Šiupšinskas, G.; Martinaitis, V. 2008. *Daugiabučių namų modernizavimo programos monitoringas (2 etapas)*. Vilnius: Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra. 125 p.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill. 42 p.
- Sarja, A., Vesikari, E., 2006. Durability Design of Concrete Structures – committee report 130-CLS, *Materials and structures* 33: 14-20.
- Stankevičienė, J., Bernatavičienė, A. 2012. Daugiakriterinis Lietuvos investicinių fondų veiklos efektyvumo vertinimas, *Verslo ir teisės aktualijos*. 7(2): 404-422.

- Tommerup, H., Svendsen, S., 2012. Energy savings in Danish residential building stock, *Energy and Buildings* 38: 618–626.
- Užšilaitytė, L. 2010. *Viešojo naudojimo pastatų energetinio modernizavimo modelis*. Daktaro disertacija. Vilnius: Technika. 152 p.
- Verbeeck G.; Hens H. Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy and buildings* 37 (2005): 747-754
- Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A. 1996. *Pastatų sistemotechninis įvertinimas*. Vilnius: Technika. 280 p.
- Zavadskas, E. K., Simanauskas, L., Kaklauskas, A. 1999. *Sprendimų paramos sistemos statyboje*. Vilnius: Technika. 236 p.
- Zavadskas, E.; Raslanas, S.; Kaklauskas, A. 2008. The selection of effective retrofit scenarios for panel houses in urban neighborhoods based on expected energy savings and increase in market value: The Vilnius case, *Engineering and buildings* 40 (2008): 573-587

PRIEDAI

Ekspertų vertinimo rezultatai daugiakriterio vertinimo rodiklių reikšmingumams nustatyti

1 EKSPERTAS:

Ekspertas 1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	0,25	0,33	5	7	9	5
x_2	4	1	2	6	8	8	6
x_3	3	0,5	1	5	7	8	6
x_4	0,2	0,17	0,2	1	2	5	6
x_5	0,14	0,13	0,14	0,5	1	2	0,33
x_6	0,11	0,13	0,13	0,2	0,5	1	0,2
x_7	0,2	0,17	0,17	0,17	3	5	1

2 EKSPERTAS:

Ekspertas 2	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	0,5	1	6	8	9	7
x_2	2	1	3	5	8	7	5
x_3	1	0,33	1	3	7	8	6
x_4	0,17	0,2	0,33	1	8	9	5
x_5	0,13	0,13	0,14	0,13	1	1	0,25
x_6	0,11	0,14	0,13	0,11	1	1	0,14
x_7	0,14	0,2	0,17	0,2	4	7	1

3 EKSPERTAS:

Ekspertas 3	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	0,33	0,33	4	7	8	6
x_2	3	1	2	5	9	8	6
x_3	3	0,5	1	2	8	7	7
x_4	0,25	0,2	0,5	1	6	9	7
x_5	0,14	0,11	0,13	0,17	1	0,5	0,5
x_6	0,13	0,13	0,14	0,11	2	1	0,2
x_7	0,17	0,17	0,14	0,14	2	5	1

4 EKSPERTAS:

Ekspertas 4	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	0,25	1	3	5	7	5
x_2	4	1	2	6	8	9	6
x_3	1	0,5	1	4	6	8	6
x_4	0,33	0,17	0,25	1	3	5	3
x_5	0,2	0,13	0,17	0,33	1	0,33	1
x_6	0,14	0,11	0,13	0,2	3	1	0,2
x_7	0,2	0,17	0,17	0,33	1	5	1

5 EKSPERTAS:

Ekspertas 5	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1	1	0,2	0,25	3	6	7	7
x_2	5	1	3	5	8	8	5
x_3	4	0,33	1	4	7	7	4
x_4	0,33	0,2	0,25	1	4	4	4
x_5	0,17	0,13	0,14	0,25	1	0,5	2
x_6	0,14	0,13	0,14	0,25	2	1	0,17
x_7	0,14	0,2	0,25	0,25	0,5	6	1

EKSPERTŲ VERTINIMO VIDURKIAI:

Eksp. Vid.	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇
x ₁	1	0,31	0,58	4,2	6,6	8	6
x ₂	3,26	1	2,4	5,4	8,2	8	5,6
x ₃	1,71	0,42	1	3,6	7	7,6	5,8
x ₄	0,24	0,19	0,28	1	4,6	6,4	5
x ₅	0,15	0,12	0,14	0,22	1	0,87	0,82
x ₆	0,13	0,13	0,13	0,16	1,15	1	0,18
x ₇	0,17	0,18	0,17	0,2	1,22	5,5	1

Daugiabučio gyvenamojo namo Šiaurės g. 87, Kaune, analizė

Pagrindiniai daugiabučio Šiaurės g. 87, Kaune (B.1 pav.) duomenys pateikti B.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija ir karštas vanduo yra tiekiami iš Kauno miesto centralizuoto šilumos tiekimo tinklo (CŠT).

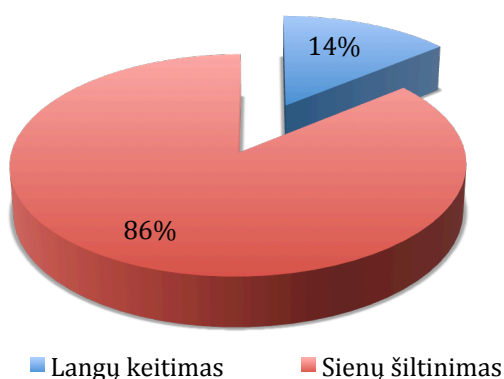
B.1 lentelė. Pagrindiniai Šiaurės g. 87, Kaune pastato duomenys (Miesto renovacija 2011)

Valdytojas	210-oji butų savininkų bendrija
Bendras šildomas plotas, m ²	4930,26
Butų skaičius, vnt.	81
Pastato pastatymo metai	1980
Aukštų skaičius	9



B.1 pav. Daugiabutis namas Šiaurės g. 87, Kaunas

Šiame pastate įgyvendintos tik dvi modernizavimo priemonės (langų keitimas ir sienų šiltinimas). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas B.2 pav.



B.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Šiaurės g. 87, Kaune

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienom šiltinti– 86 % arba 1.363.548,75 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato langams keiti–

14 % arba 222.965,60 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 379 m² langų ir apšiltinta 4114 m² sienų.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 1,41 % mažesnės nei faktinės. Tuo tarpu sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos buvo 9,49 % mažesnės nei faktinės. Bendras abiejų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių kainų nesutapimas – 8,35 %. Žinant, jog tai yra statybos kainų prognozavimas vidutinėmis kainomis, galima teigti, jog kainos prognozė yra labai tiksli ir projekto kainos nenukrypo nuo vidutinių rinkos verčių. Lyginant su daugiabučiu Nočios g. 4, Vilniuje, šis nuokrypis yra šiek tiek didesnis, tačiau tai greičiausiai sąlygojo didesni modernizacijos mąstai.

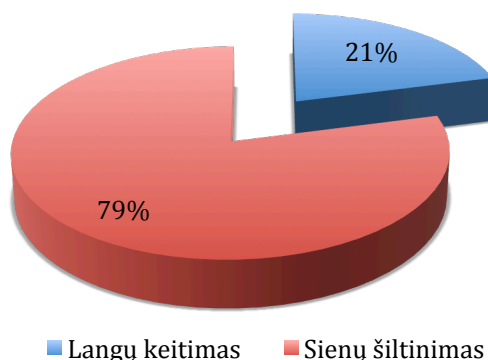
Šiam projektui buvo suteikta 45,6 % valstybės parama, kuri atnaujinimo naštą gyventojams sumažino 723.450,54 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos B.2 lentelėje.

B.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Šiaurės g. 87, Kaune (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 45,6% (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	379	219 820,00	222 965,60	101 672,31	44,59	45,22	2 713,83	2 752,66	1,41
Sienų šiltinimas	4114	1 234 200,00	1 363 548,75	621 778,23	250,33	276,57	15 237,04	16 833,94	9,49
Iš viso:		1 454 020,00	1 586 514,35	723 450,54	294,92	321,79	17 950,86	19 586,60	8,35

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. B.3 pav).



B.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Šiaurės g. 87, Kaune

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė šiltinant sienas – 79 % arba 226,02 MWh/metus. Mažesni sutaupymai keičiant langus – 21 % arba 47,07 MWh/metus.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo 21,52 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo 20,80 % didesni nei faktiniai. Bendras abiejų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 15,13 %. Nors bendras nesutapimas ir nėra labai didelis, bet verčių svyravimo amplitudė yra didelė ir rezultatai šiuo atveju neatrodo patikimi. Įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo atlikta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti B.3 lentelėje.

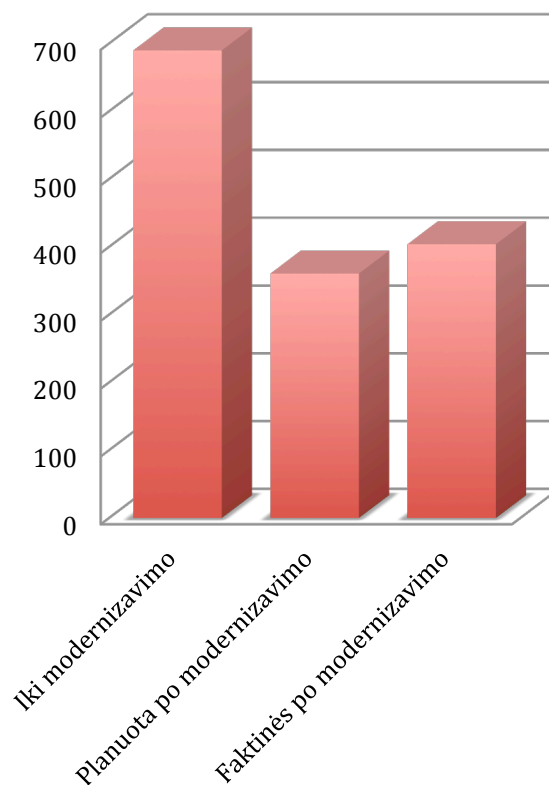
B.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Šiaurės g. 87, Kaune (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metus)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metus)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	379	47,07	59,98	21,52
Sienų šiltinimas	4114	282,20	226,02	–24,80
Iš viso:		329,27	286,00	–15,13

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendra priemonių derinį, t. y. langų keitimas kartu su sienų šiltinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra pakankamai dideli ir siekia net 41,46 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolimesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 15,13 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos B.4. lentelėje.

B.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2011)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metus)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metus)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metus	689,8	360,53	403,80	329,27	47,73	286,00	41,46	–15,13
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metus	0,140	0,073	0,082	0,07	47,73	0,058	41,46	–15,13



B.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metus

B.4 pav. vaizduojamo šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo beveik dvigubai. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi labai nedaug ir yra vos didesnės. Iš to galima daryti išvadą, jog modernizacijos procesas šiame projekte vyko kokybiškai, efektyviai ir nenukrypstant nuo suplanuotų rezultatų.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo nauginamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta B.5 lentelėje.

B.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė	
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	59,98	226,02
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	15,49	25,14
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	8,43	13,67
Sutaupyta energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	311,39	346,45
Sutaupyta energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	169,40	188,47
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	8,70%	32,77%

Kaip matyti iš B.5 lentelės, abi Šiaurės g. 87, Kaune įdiegtos energijos taupymo priemonės yra neefektyvios, nes abiejų priemonių sutaupyta energijos vieneto kaina (SEK) yra didesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh.

Žinoma, modernizavimo priemonių efektyvumą galima pagrįsti atsižvelgiant į tai, jog buvo taikyta didelė valstybės parama (45,6 %) ir vertinant atnaujinimo priemonių kainą už kurias sumokėjo gyventojas, abi atnaujinimo priemonės yra efektyvios.

Efektyvumą labiausiai nusako Sutaupyta energijos kainos (SEK) rodiklis, kuris šiuo atveju yra palankesnis langų keitimui. Iš to galima teigti, jog lyginant šias dvi modernizavimo priemones, efektyvesnis yra langų keitimas.

Detalios daugiabučio pastato Šiaurės g. 87, Kaune modernizavimo analizės išvados:

1. Kauno miesto Šiaurės g. 87 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 15,13 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 47,73 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 41,46 %. Nedidelis nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimas buvo kokybiškas ir efektyvus.
2. Ekonominiu požiūriu, abi pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip neefektyvios, nes jų sutaupyta energijos kainos (SEK) rodikliai yra didesni už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą. Tačiau vertinant suteiktą valstybės paramą (45,6 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, abi priemonės tampa efektyviomis.

3. Lyginat šias dvi modernizavimo priemones, galima teigti, jog efektyvesnė šiuo atveju yra langų keitimo priemonė. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) langų keitimui yra mažesnis.
4. Lyginant daugiabutį pastatą Šiaurės g. 87, Kaune ir daugiabutį Nočios g. 4, Vilniuje kaip lygiavertčius analogus, pagal įgyvendintą priemonių derinį, matoma, jog Nočios gatvės daugiabutyje rodikliai buvo kur kas efektyvesni. Tam galėjo turėti įtakos: pastato aukštingumas (didesniems kaip 5 aukštų pastatams šis priemonių derinys netinkamas), išpūstos modernizacijos kainos, panaudotos nekokybiškos ir netinkamos medžiagos, prasta darbų kokybė. Rekomenduotina detalesnė analizė, siekiant nustatyti šio objekto modernizavimo efektyvumo trūkumo priežastis, tačiau dėl ribotos darbo apimties ji atliekama nebus.

Daugiabučio gyvenamojo namo Šiaurės g. 87, Kaune, analizė

Pagrindiniai daugiabučio Architektų g. 132, Vilniuje (C.1 pav.) duomenys pateikti C.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija yra tiekama iš Vilniaus miesto centralizuoto šilumos tiekimo tinklo (CŠT). Karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.

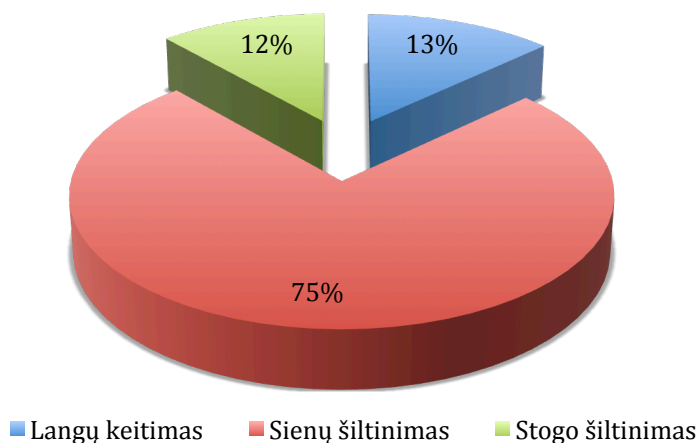
C.1 lentelė. Pagrindiniai Architektų g. 132, Vilniuje pastato duomenys (Miesto renovacija 2011)

Valdytojas	445-oji daugiabučio namo savininkų bendrija
Bendras šildomas plotas, m ²	5637,15
Butų skaičius, vnt.	108
Pastato pastatymo metai	1972
Aukštų skaičius	9



C.1 pav. Daugiabutis namas Architektų g. 132, Vilniuje

Šiame pastate įgyvendintos trys modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas ir stogo šiltinimas). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas C.2 pav.



C.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Architektų g. 132, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 75 % arba 1.310.177,45 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato langams keisti – 13 % arba 226.360,32 Lt. Mažiausios investicijos skirtos stogui šiltinti – 12 % arba 200.041,73 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 531,3 m² langų, apšiltinta 4100 m² sienų ir 939 m² stogo.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 36,13 % didesnės nei faktinės. Tuo tarpu sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi 9,53 % (didesnės), o stogo skaičiuotinės kainos buvo 12,66 % mažesnės nei faktinės. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių kainų nesutapimas – 13,36 %. Matoma, jog visų įgyvendintų priemonių faktinės kainos yra mažesnės nei buvo tikėtasi. Tokio rodiklio priežastys gali būti dvi: parinktas pigiausias rangovas su pigiausiomis medžiagomis, arba namo bendrija modernizaciją atliko ūkio būdu, pati pirkdama medžiagas, samdydama specialistus specializuotiems darbams ir taip taupydama savo lėšas modernizacijai. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais bendras nuokrypis yra kiek didesnis ir iš to galima spręsti, jog modernizacijos kaina kiek nukrypo nuo vidutinių rinkos verčių, tačiau į teigiamą pusę.

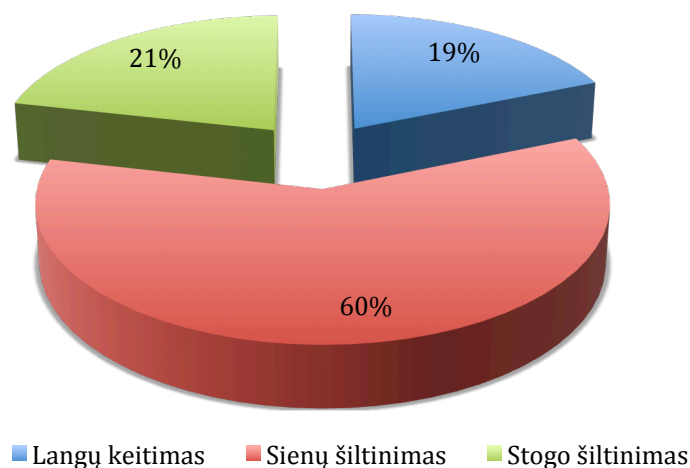
Šiam projektui buvo suteikta 50 % valstybės parama, kuri atnaujinimo naštą gyventojams sumažino net 868.289,75 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos C.2 lentelėje.

C.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Architektų g. 132, Vilniuje (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 50% (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	531,3	308 154,00	226 360,32	113 180,16	54,66	40,16	2 853,28	2 095,93	-36,13
Sienų šiltinimas	4100	1 435 000,00	1 310 177,45	655 088,73	254,56	232,42	13 287,04	12 131,27	-9,53
Stogo šiltinimas	939	225 360,00	200 041,73	100 020,87	39,98	35,49	2 086,67	1 852,24	-12,66
Iš viso:		1 968 514,00	1 736 579,50	868 289,75	349,20	308,06	18 226,98	16 079,44	-13,36

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. C.3 pav).



C.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Architektų g. 132, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė šiltinant sienas – 60 % arba 246,56 MWh/metų. Mažesni sutaupymai šiltinant stogą – 21% arba 88,70 MWh/metų. Mažiausi sutaupymai keičiant langus – 19% arba 77,59 MWh/metų.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo 14,95 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo net 41,71 % didesni nei faktiniai. Stogo šiltinimo planuojami sutaupymai buvo 36,30 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 14,30 %. Nors bendras nesutapimas ir nėra labai didelis, bet verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir rezultatai šiuo atveju neatrodo patikimi. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo atlikta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti C.3 lentelėje.

C.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Architektų g. 132, Vilniuje (Miesto renovacija 2011)

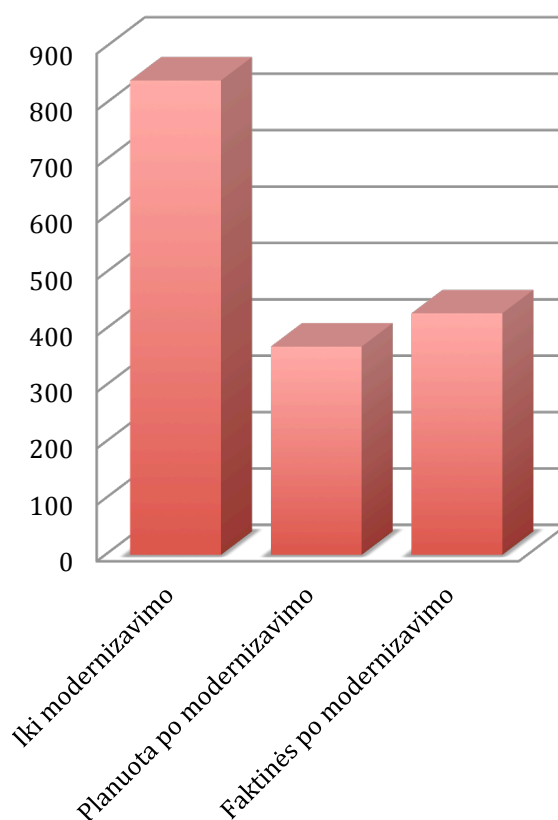
Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metų)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metų)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	531,3	65,99	77,59	14,95
Sienų šiltinimas	4100	349,40	246,56	-41,71
Stogo šiltinimas	939	56,50	88,70	36,30
Iš viso:		471,89	412,85	-14,30

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendra priemonių derinį t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas ir stogo šiltinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra labai dideli ir siekia net 49,09 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolimesniame skyriuje analizuojant

geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 14,30 % mažesnė nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos C.4. lentelėje.

C.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2011)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metų	841,05	369,16	428,20	471,89	56,11	412,85	49,09	-14,30
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metų	0,149	0,065	0,076	0,08	56,11	0,073	49,09	-14,30



C.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metų

C.4. pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo beveik dvigubai. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi labai nedaug ir yra šiek tiek didesnės. Iš to galima daryti išvadą, jog modernizacijos procesas šiame projekte vyko pakankamai kokybiškai ir nenukrypstant nuo vidutinių verčių. Taip pat pažymėtina ir tai, jog šį projektą pavyko įgyvendinti

net 13,36 % pigiau nei buvo planuota, o rezultatai pasiekti išties geri – šilumos sąnaudos sumažėjo beveik du kartus.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo naгрinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta C.5 lentelėje.

C.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė		
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Stogo šiltinimas
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	77,59	246,56	88,70
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	12,16	22,14	9,40
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	6,08	11,07	4,70
Sutaupytos energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	244,38	305,16	129,51
Sutaupytos energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	122,19	152,58	64,76
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	9,23	29,32	10,55

Kaip matyti iš C.5 lentelės, ne visos Architektų g. 132, Vilniuje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra efektyvios. Efektyvia priemone galima laikyti tik stogo šiltinimą, nes šios priemonės sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh). Likusių priemonių (langų keitimas, sienų šiltinimas efektyviomis vadinti šiuo atveju negalima.

Žinoma modernizavimo priemonių efektyvumą galima pagrįsti atsižvelgiant į tai, jog buvo taikyta didelė valstybės parama (50 %) ir vertinant atnaujinimo priemonių kainą už kurias sumokėjo gyventojas, visos atnaujinimo priemonės yra efektyvios.

Detalios daugiabučio pastato Architektų g. 132, Vilniuje modernizavimo analizės išvados:

1. Kauno miesto Architektų g. 132 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 14,30 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 56,11 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 49,09 %. Nuokrypis

nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo procesas buvo pakankamai kokybiškas ir efektyvus.

2. Ekonominiu požiūriu ne visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip efektyvios. Efektyvioms galima priskirti tik stogo šiltinimą, kurios sutaupytos energijos kainos (SEK) rodiklis yra mažesni už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą. Jei vertintume suteiktą valstybės paramą (50 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, priemonės tampa efektyviomis.
3. Lyginat šias tris modernizavimo priemones, galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra stogo šiltinimo priemonė. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) stogo šiltinimui yra mažiausia.

Daugiabučio gyvenamojo namo Birutės g. 7, Jonavoje analizė

Pagrindiniai daugiabučio Birutės g. 7, Jonavoje (D.1 pav.) duomenys pateikti D.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija tiekama iš Jonavos miesto CŠT, o karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.

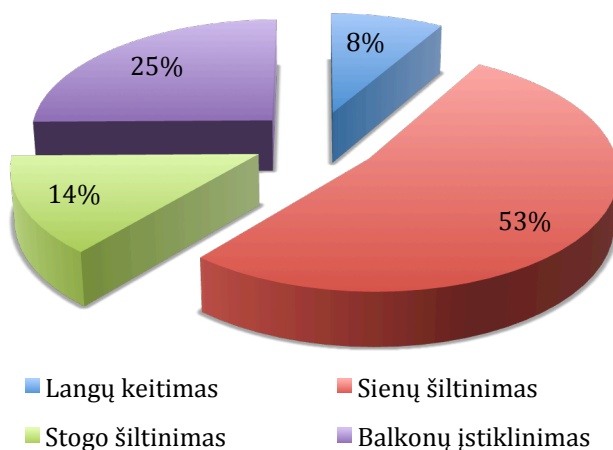
D.1 lentelė. Pagrindiniai Birutės g. 7, Jonava pastato duomenys (Miesto renovacija 2011)

Valdytojas	Daugiabučio gyvenamojo namo eksploatavimo bendrija Nr.9, Birutės g. 7 (kodas 157037492)
Bendras šildomas plotas, m ²	2484,85
Butų skaičius, vnt.	40
Pastato pastatymo metai	1979
Aukštų skaičius	5



D.1 pav. Daugiabutis namas Birutės g. 7, Jonava

Šiame pastate įgyvendintos keturios modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas, balkonų stiklinimas). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas D.2 pav.



D.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Birutės g. 7, Jonava

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 53 % arba 589.645,76 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato balkonams stiklinti – 25 % arba 281.721,89 Lt. Trečios pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato stogui šiltinti – 14 % arba 152.710,36 Lt. Mažiausios investicijos skirtos langų keitimui – 8 % arba 42.026,25 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 208,1 m² langų, įstiklinti 615,6 m² balkonų apšiltinta 3095,1 m² sienų ir 616,9 m² stogo.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 28,09 % didesnės nei faktinės. Tuo tarpu sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi 31,23 % (didesnės), o stogo šiltinimo ir balkonų stiklinimo skaičiuotinės kainos buvo atitinkamai 21,19 % ir 17,14 % didesnės nei faktinės. Bendras visų atnaujinimo priemonių kainų nesutapimas – 26,04 %, vadinasi, darbai kainavo daugiau kaip 25 % pigiau nei buvo planuota. Tokio atpigimo priežastys gali būti dvi: bendrija darbus organizavo daliniai ūkio būdu samdant atskirus rangovus specializuotiems darbams, arba panaudotos pigiausios medžiagos. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais bendras nuokrypis yra didelis ir iš to galima spręsti, jog modernizacijos kaina kiek nukrypo nuo vidutinių rinkos verčių, tačiau į teigiamą pusę.

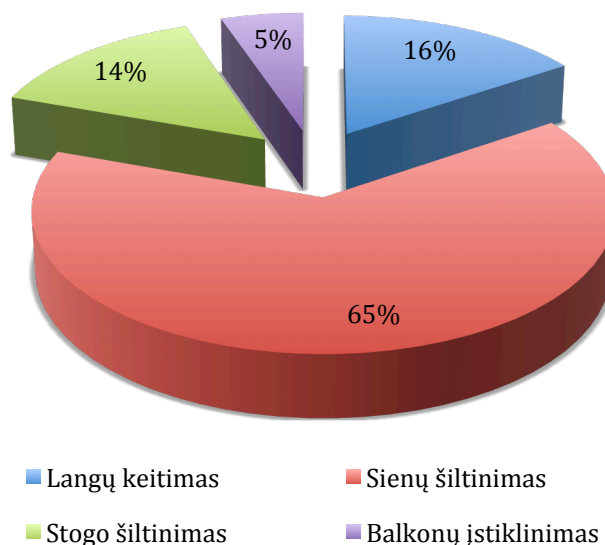
Šiam projektui buvo suteikta 44,6 % valstybės parama, kuri atnaujinimo našta gyventojams sumažino net 498.765,05 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos D.2 lentelėje.

D.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Birutės g. 7, Jonava (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 44,6 % (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	208,1	120 698,00	94 229,27	42 026,25	48,58	37,93	3 017,45	2 355,73	-28,09
Sienų šiltinimas	3095,1	773 775,00	589 645,76	262 982,01	311,45	237,33	19 344,38	14 741,14	-31,23
Stogo šiltinimas	616,9	185 070,00	152 710,36	68 108,82	74,49	61,47	4 626,75	3 817,76	-21,19
Balkonų įstiklinimas	615,6	330 000,00	281 721,89	125 647,96	132,83	113,39	8 250,00	7 043,05	-17,14
Iš viso:		1 409 543,00	1 118 307,28	498 765,05	567,35	450,12	35 238,58	27 957,68	-26,04

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. D.3 pav).



D.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Birutės g. 7, Jonava

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė šiltinant sienas – 65 % arba 143,55 MWh/metus. Kiek mažesni keičiant langus – 16% arba 34,63 MWh/metus. Mažesni sutaupymai šiltiniant stogą – 14% arba 31,76 MWh/metus, o mažiausi sutaupymai stiklinant balkoną – 5 % arba 11,65 MWh/metus.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo 25,85 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo net 47,91 % didesni nei faktiniai. Stogo šiltinimo planuojami sutaupymai buvo 16,91 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Balkonų stiklinimo planuojami sutaupymai buvo net 184,29 % didesni nei faktiniai. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 39,18 %. Vadinasi, planuotas rezultatas dėl tam tikrų priežasčių nebuvo pasiektas. Pažymėtina ir tai, jog verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir beveik visų atnaujinimo priemonių į neigiamą pusę. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo atlikta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti D.3 lentelėje.

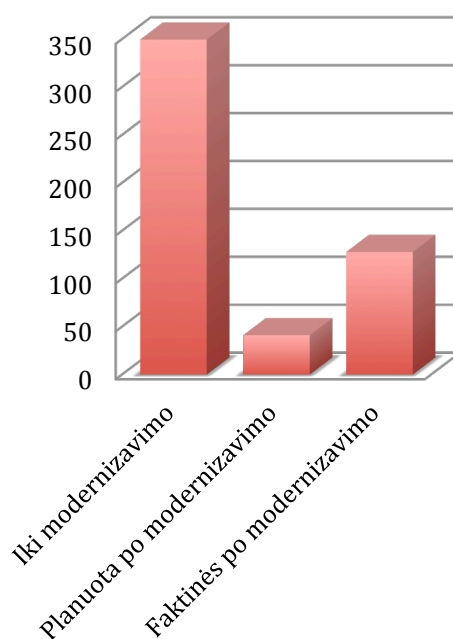
D.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Birutės g. 7, Jonava (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metus)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metus)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	208,1	25,85	34,63	25,35
Sienų šiltinimas	3095,1	212,32	143,55	-47,91
Stogo šiltinimas	616,9	37,13	31,76	-16,91
Balkonų įstiklinimas	615,6	33,12	11,65	-184,29
Iš viso:		308,42	221,59	-39,18

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendra priemonių derinį t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas ir balkonų stiklinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra labai dideli ir siekia net 63,41 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolimesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 39,18 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos D.4. lentelėje.

D.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2011)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metų	349,45	41,03	127,86	308,42	88,26	221,59	63,41	-39,18
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metų	0,141	0,017	0,051	0,12	88,26	0,089	63,41	-39,18



D.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metų

D.4. pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo beveik tris kartus. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi pakankamai daug, tačiau pažymėtina tai, jog planuotas rezultatas sąnaudas turėjo sumažinti beveik septynis kartus, o lyginat šį rezultatą su jau aptartais objektų rezultatai, matoma, kad niekur toks geras rezultatas nebuvo pasiektas. Iš to galima daryti išvadą, jog šiuo atveju BUPA skaičiuokle gautas rezultatas yra per daug optimistinis. Žinoma neatmestina prognozė, jog įtakos šiam rezultatui turėjo ir pati modernizacijos kokybė. Taip pat pažymėtina ir tai, jog šis projektas buvo įgyvendintas net 26,04 % pigiau nei buvo planuota, kas galėjo turėti įtakos atnaujinimo kokybei ir jos tolimesniems rezultatams.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo naгрinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta D.5 lentelėje.

D.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė			
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Stogo šiltinimas	Balkonų įstiklinimas
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	34,63	143,55	31,76	11,65
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	11,34	17,11	20,03	100,76
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	6,28	9,48	11,10	55,82
Sutaupyto energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	227,93	235,89	276,13	1625,42
Sutaupyto energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	126,27	130,68	152,98	900,48
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	9,91%	41,08%	9,09%	3,33%

Kaip matyti iš D.5 lentelės, beveik visos Birutės g. 7, Jonavoje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra neefektyvios, apart sienų šiltinimo. Efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupyto energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šios darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh. Iš lentelės matoma, kad sienų šiltinimo efektyvumas yra geriausias, kurio SEK rodiklis siekia 235,89 Lt/MWh ir tai yra šiek tiek mažiau nei šiuo metu galiojantis šilumos energijos tarifas. Taip pat akivaizdu, kad visiškai

neefektyvia priemone galima pripažinti balkonų stiklinimą, kuris šilumos energijos tarifą viršija daugiau kaip 6 kartus.

Žinoma modernizavimo priemonių efektyvumą galima pagrįsti atsižvelgiant į tai, jog buvo taikyta didelė valstybės parama (44,6 %) ir vertinant atnaujinimo priemonių kainą už kurias sumokėjo gyventojas, kai kurios atnaujinimo priemonės tampa efektyviomis (langų keitimas, stogo šiltinimas).

Detalios daugiabučio pastato Birutės g. 30, Jonavoje modernizavimo analizės išvados:

1. Jonavos miesto Birutės g. 30 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 39,18 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 88,26 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 63,41 %. Nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo metu buvo atlikti tam tikri sprendimai, kurie lėmė šio rezultato sumažėjimą. Taip pat neatmetama galimybė ir, jog skaičiavimai remiantis skaičiuokle buvo per daug optimistiniai ir nepasiekiami įgyvendinant šias priemones.
2. Ekonominiu požiūriu, beveik visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip neefektyvios, kadangi įgyvendintų priemonių sutaupytos energijos kainos (SEK) rodiklis yra didesnis už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą (240 Lt/MWh). Efektyvia priemone šiame objekte galima pripažinti tik sienų šiltinimą. Jei vertintume suteiktą valstybės paramą (44,6 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, kai kurios priemonės tampa taip pat efektyviomis (langų keitimas, stogo šiltinimas). Balkonų stiklinimas bet kuriuo atveju yra neefektyvi priemonė. Lyginant šį objektą su prieš tai aptartu objektu (Beržų g. 35, Panevėžys), kur taip pat buvo įgyvendintas balkonų stiklinimas, akivaizdu, jog Panevėžio miesto name šios priemonės efektyvumas buvo žymiai geresnis. Šio skirtumo priežastis greičiausiai yra medžiagos skirtumas, šiuo atveju buvo stiklinama bepaketiniu langu (slankiojantis vieno stiklo langas), Panevėžio projekte greičiausiai buvo stiklinama stiklo paketų pagalba.
3. Lyginat visas modernizavimo priemones galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra sienų šiltinimo priemonė. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kainą (SEK) stogo šiltinimui yra mažiausia.
4. Bendrai vertinant modernizaciją ir lyginant šį objektą su jau anksčiau aptartais objektais, galima teigti, jog modernizacija buvo nevisiškai neefektyvi: nors projektui išleista mažiau pinigų nei buvo planuota ir pasiektas šilumos sutaupymo rezultatas yra pakankamai neblogas, tačiau beveik visos atnaujinimo priemonės yra neefektyvios t. y. sutaupyti 1 MWh šilumos energijos kainuoja daugiau nei už ją sumokėti.

Daugiabučio gyvenamojo namo Molainių g. 28, Panevėžyje analizė

Pagrindiniai daugiabučio Molainių g. 28, Panevėžyje (E.1 pav.) duomenys pateikti E.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija tiekama iš Panevėžio miesto CŠT, o karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.

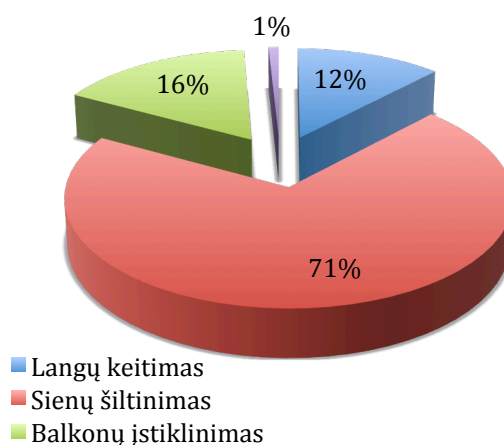
E.1 lentelė. Pagrindiniai Molainių g. 28, Panevėžyje pastato duomenys (Miesto renovacija 2011)

Valdytojas	Molainių 28-ojo namo savininkų bendrija
Bendras šildomas plotas, m ²	2323,55
Butų skaičius, vnt.	45
Pastato pastatymo metai	1987
Aukštų skaičius	5



E.1 pav. Daugiabutis namas Molainių g. 28, Panevėžys

Šiame pastate įgyvendintos keturios modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas, balkonų stiklinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas E.2 pav.



E.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Molainių g. 28, Panevėžys

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 71 % arba 670.442,60 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato balkonams stiklinti – 16 % arba 153.836,49 Lt. Trečios pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato langams keisti – 12 % arba 114.937,83 Lt. Mažiausios investicijos skirtos pastato šildymo sistemai ir šilumos punktui rekonstruoti – 1 % arba 8.033,37 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 190,25 m² langų, įstiklinti 49 vnt. balkonų apšiltinta 2020 m² sienų ir atnaujintas šilumos punktas bei šildymo sistema.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 4,00 % didesnės nei faktinės. Sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi tik 24,68 % (mažesnės). Tuo tarpu balkonų stiklinimo skaičiuotinės kainos buvo 218,52 % didesnės nei faktinės, o šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukcijos skaičiuotinė kaina buvo 173,86 % didesnė nei faktinė. Bendras visų atnaujinimo priemonių kainų nesutapimas – 19,01 %, vadinasi, darbai kainavo daugiau kaip 19 % pigiau nei buvo planuota. Nors nesutapimas ir nėra didelis, kai kurių atnaujinimo priemonių įgyvendinimo kaina net kelis kartus skyrėsi nuo skaičiuotinių kainų, todėl tokį kainų prognozavimą galima pavadinti tik orientaciniu. Didžiausias kainų skirtumas nustatytas balkonų stiklinime, kur greičiausiai buvo panaudota langų be stiklo paketo konstrukcija vietoje skaičiuotų balkono langų su stiklo paketais. Taip pat didelis atotrūkis nuo skaičiuotinių kainų susidarė ir šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos darbuose. Šio pobūdžio darbų apimtys ir jų kainos yra labai individualios ir priklauso nuo parengto techninio projekto ir rangovo. Neatmestina bendro visų darbų atpigimo priežastys gali būti ta, jog panaudotos pigesnės medžiagos. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais bendras nuokrypis yra didelis ir iš to galima spręsti, jog modernizacijos kaina kiek nukrypo nuo vidutinių rinkos verčių, tačiau į teigiamą pusę.

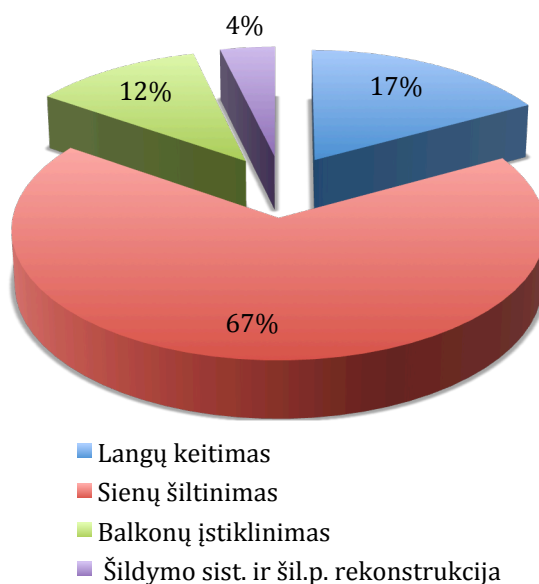
Šiam projektui buvo suteikta 46 % valstybės parama, kuri atnaujinimo naštą gyventojams sumažino net 435.735,13 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos E.2 lentelėje.

E.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Molainių g. 28, Panevėžys (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 46 % (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	190,25	110 345,00	114 937,83	52 871,40	47,49	49,47	2 452,11	2 554,17	4,00
Sienų šiltinimas	2020	505 000,00	670 442,60	308 403,60	217,34	288,54	11 222,22	14 898,72	24,68
Balkonų įstiklinimas	49	490 000,00	153 836,49	70 764,79	210,88	66,21	10 888,89	3 418,59	-218,52
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	22 000,00	8 033,37	3 695,35	9,47	3,46	488,89	178,52	-173,86
Iš viso:		1 127 345,00	947 250,29	435 735,13	485,18	407,67	25 052,11	21 050,01	-19,01

Įgyvendinus modernizavimą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (žr. E.3 pav).



E.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Molainių g. 28, Panevėžys

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė šiltinant sienas – 67 % arba 94,14 MWh/met. Kiek mažesni sutaupymai keičiant langus – 17% arba 23,73 MWh/met. Dar mažesni sutaupymai stiklinant balkonus – 12% arba 16,18 MWh/met, o mažiausi sutaupymai iš rekonstruojant šilumos punktą ir šildymo sistemą – 4 % arba 5,25 MWh/met.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo vos 0,42 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo planuojami sutaupymai buvo net 47,20 % didesni nei faktiniai. Šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos planuojami sutaupymai buvo 35,62 % mažesni nei faktiškai buvo pasiekta. Balkonų stiklinimo planuojami sutaupymai buvo net 162,92 % didesni nei faktiniai. Bendras visų

atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 49,40 %. Vadinasi, planuotas rezultatas dėl tam tikrų priežasčių nebuvo pasiektas. Pažymėtina ir tai, jog verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir šiuo atveju tai leidžia abejoti skaičiuoklės duomenų patikimumu. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo atlikta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti E.3 lentelėje.

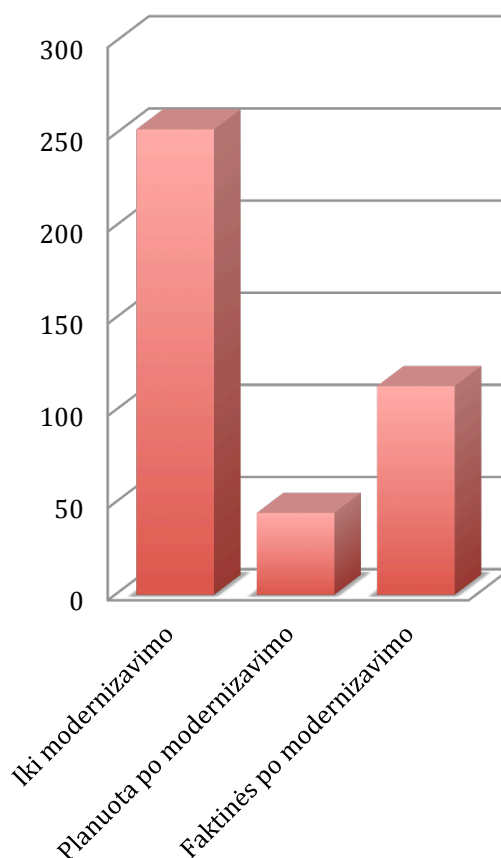
E.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Molainių g. 28, Panevėžys (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metų)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metų)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	190,25	23,63	23,73	0,42
Sienų šiltinimas	2020	138,57	94,14	-47,20
Balkonų įstiklinimas	49	42,54	16,18	-162,92
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	3,38	5,25	35,62
Iš viso:		208,12	139,30	-49,40

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendra priemonių derinį t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukciją ir balkonų stiklinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra labai dideli ir siekia net 55,17 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolimesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 49,40 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos E.4. lentelėje.

E.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2011)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metų)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metų	252,49	44,37	113,19	208,12	82,43	139,30	55,17	-49,40
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metų	0,109	0,019	0,049	0,09	82,43	0,060	55,17	-49,40



E.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metus

E.4. pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo daugiau kaip du kartus. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos skiriasi pakankamai daug, tačiau pažymėtina tai, jog planuotas rezultatas sąnaudas turėjo sumažinti daugiau kaip 5 kartus. Iš to galima daryti išvadą, jog šiuo atveju BUPA skaičiuokle gautas rezultatas yra per daug optimistinis. Žinoma neatmestina prognozė, jog įtakos šiam rezultatui turėjo ir pati modernizacijos kokybė. Taip pat pažymėtina ir tai, jog šis projektas buvo įgyvendintas 19,01 % pigiau nei buvo planuota, kas galėjo turėti įtakos atnaujinimo kokybei ir jos tolimesniems rezultatams.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo naгрinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta E.5 lentelėje.

E.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė			
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Balkonų įstiklinimas	Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	23,73	94,14	16,18	5,25
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	20,18	29,67	39,62	6,38
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	10,90	16,02	21,39	3,44
Sutaupytos energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	405,73	408,99	796,44	87,87
Sutaupytos energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	219,09	220,85	430,08	47,45
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	9,40	37,28	6,41	2,08

Kaip matyti E.5 lentelės, beveik visos Šeimyniškių g. 30, Vilniuje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra neefektyvios, apart šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos. Efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šio darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh. Iš lentelės matoma, kad šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos efektyvumo rodiklis yra geriausias, kurio SEK rodiklis siekia 87,87 Lt/MWh, tačiau tai yra mažiau nei šiuo metu galiojantis šilumos energijos tarifas.

Žinoma modernizavimo priemonių efektyvumą galima pagrįsti atsižvelgiant į tai, jog buvo taikyta didelė valstybės parama (42,3 %) ir vertinant atnaujinimo priemonių kainą už kurias sumokėjo gyventojas, beveik visos atnaujinimo priemonės (apart balkonų stiklinimo) tampa efektyviomis.

Detalios daugiabučio pastato Molainių g. 28, Panevėžys modernizavimo analizės išvados:

1. Panevėžio miesto Molainių g. 28 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 49,40 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 82,43 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 55,17 %. Nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo metu buvo atlikti tam tikri sprendimai, kurie lėmė šio rezultato sumažėjimą. Taip pat neatmetama galimybė, jog skaičiavimai remiantis skaičiuokle buvo per daug optimistiniai ir nepasiekiami įgyvendinant šias priemones.

2. Ekonominiu požiūriu, beveik visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip neefektyvios, kadangi įgyvendintų priemonių sutaupytos energijos kainos (SEK) rodiklis yra didesnis už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą (240 Lt/MWh). Efektyvia priemone šiame objekte galima pripažinti tik šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukciją. Jei vertintume suteiktą valstybės paramą (42,3 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, beveik visos priemonės (apart balkonų stiklinimo) tampa efektyviomis.
3. Lyginat visas modernizavimo priemones galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) šiai priemone yra mažiausia.
4. Bendrai vertinant modernizaciją ir lyginant šį objektą su jau anksčiau aptartais objektais, galima teigti, jog modernizacija buvo neviseiškai neefektyvi: nors projektui išleista mažiau pinigų nei buvo planuota ir pasiektas šilumos sutaupymo rezultatas yra pakankamai neblogas (55,17%), tačiau beveik visos atnaujinimo priemonės yra neefektyvios t. y. sutaupyti 1 MWh šilumos energijos kainuoja daugiau nei už ją sumokėti.

Daugiabučio gyvenamojo namo Didlaukio g. 44, Vilniuje analizė

Pagrindiniai daugiabučio Didlaukio g. 44, Vilniuje (F.1 pav.) duomenys pateikti F.1 lentelėje. Pastatui šilumos energija tiekama iš Vilniaus miesto CŠT. Karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte.

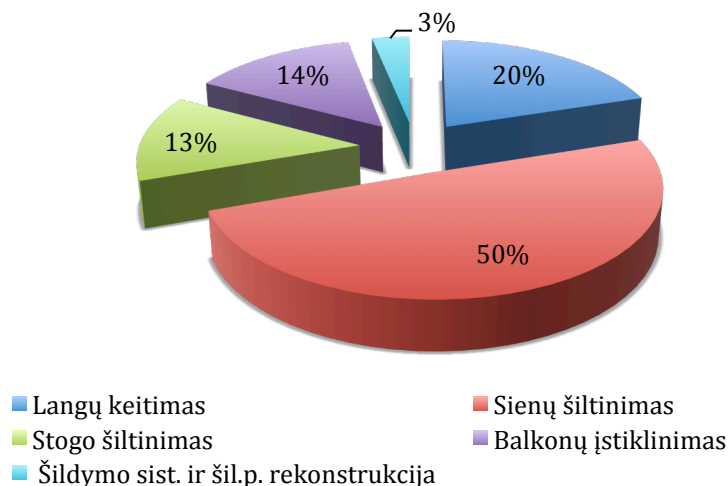
F.1 lentelė. Pagrindiniai Didlaukio g. 44, Vilniuje pastato duomenys (Miesto renovacija 2011)

Valdytojas	956-oji DNSB
Bendras šildomas plotas, m ²	5728,90
Butų skaičius, vnt.	108
Pastato pastatymo metai	1978
Aukštų skaičius	9



F.1 pav. Daugiabutis namas Didlaukio g. 44, Vilniuje

Šiame pastate įgyvendintos penkios modernizavimo priemonės (langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas, balkonų stiklinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcija). Priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį pateiktas F.2 pav.



F.2 pav. Modernizavimo priemonių pasiskirstymas pagal investicijų dydį Didlaukio g. 44, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausios faktinės investicijos buvo skirtos išorės sienoms šiltinti – 50 % arba 1.000.855,73 Lt. Antros pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato langams keisti – 20 % arba 404.359,87 Lt. Trečios pagal dydį investicijos buvo numatytos pastato balkonams stiklinti – 14 % arba 281.270,19 Lt. Dar mažiau investicijų skirta stogui šiltinti – 13 % arba 268.361,65. Mažiausios investicijos skirtos pastato šildymo sistemai ir šilumos punktui rekonstruoti – 3 % arba 64.542,68 Lt. Atnaujinant pastatą buvo pakeista 714,21 m² langų, įstiklinta 496,8 m² balkonų, apšiltinta 3788,4 m² sienų, 948 m² – stogo ir atnaujintas šilumos punktas bei šildymo sistema.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros (dabar – Būsto energijos taupymo agentūra) skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo parengtos ir skaičiuotinės kiekvienos atnaujinimo priemonės kainos. Šiuo atveju langų keitimo kainos remiantis skaičiuokle buvo 2,44 % didesnės nei faktinės. Sienų šiltinimo skaičiuotinės kainos skyrėsi 13,55 % (didesnės). Stogo šiltinimo faktinės kainos buvo 5,98 % mažesnės nei skaičiuotinės. Tuo tarpu balkonų stiklinimo skaičiuotinės kainos buvo 16,09 % mažesnės nei faktinės, o šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukcijos skaičiuotinė kaina buvo 62,68 % didesnė nei faktinė. Bendras visų atnaujinimo priemonių kainų nesutapimas – 7,76 %, vadinasi, darbai kainavo mažiau nei buvo planuota. Nors nesutapimas ir yra labai nedidelis (7,76 %), kai kurių atnaujinimo priemonių įgyvendinimo kaina stipriai skyrėsi nuo skaičiuotinių kainų, todėl tokių kainų prognozavimą galima pavadinti tik orientaciniu. Didžiausias kainų skirtumas nustatytas šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos darbuose. Šio pobūdžio darbų apimtys ir jų kainos yra labai individualios ir priklauso nuo parengto techninio projekto ir rangovo. Neatmestina bendro visų darbų atpigimo priežastys gali būti ta, jog panaudotos pigesnės medžiagos. Lyginant su anksčiau nagrinėtais daugiabučiais bendras kainų nuokrypis nėra didelis, todėl galima daryti išvadą, jog modernizacijos kaina atitiko vidutines rinkos vertes.

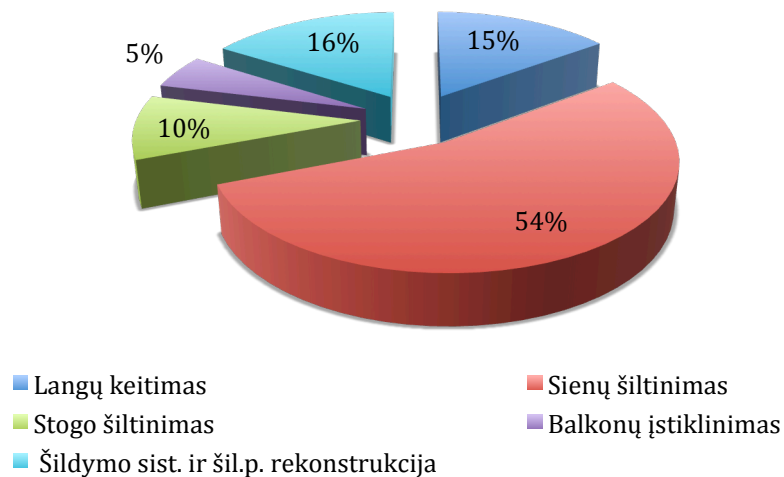
Šiam projektui buvo suteikta 37,3 % valstybės parama, kuri atnaujinimo naštą gyventojams sumažino net 753.232,51 Lt.

Detalus pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių aprašymas ir darbų kainos pateiktos F.2 lentelėje

F.2 lentelė. Energijos taupymo priemonių kainos Didlaukio g. 44, Vilniuje (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Investicijos pagal skaičiuoklę (Lt)	Faktinės investicijos (Lt)	Valstybės parama 37,3 % (Lt)	Santykinės investicijos (Lt/m ²)		Santykinės investicijos (Lt/butui)		Nesutapimas (%)
					Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	Pagal skaičiuoklę	Faktiškai	
Langų keitimas	714,21	414 242,00	404 359,87	150 826,23	72,31	70,58	3 835,57	3 744,07	-2,44
Sienų šiltinimas	3788,4	1 136 520,00	1 000 855,73	373 319,19	198,38	174,70	10 523,33	9 267,18	-13,55
Stogo šiltinimas	948	284 400,00	268 361,65	100 098,90	49,64	46,84	49,64	2 484,83	-5,98
Balkonų stiklinimas	496,8	236 000,00	281 270,19	104 913,78	41,19	49,10	2 185,19	2 604,35	16,09
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	105 000,00	64 542,68	24 074,42	18,33	11,27	972,22	597,62	-62,68
Iš viso:		2 176 162,00	2 019 390,11	753 232,51	379,86	352,49	17 565,96	18 698,06	-7,76

Įgyvendinus modernizavimo procesą paaiškėjo faktiniai sutaupymai (F.3 pav.).



F.3 pav. Faktinių sutaupymų po modernizacijos sudėtis Didlaukio g. 44, Vilniuje

Analizuojamame pastate didžiausi faktiniai sutaupymai susidarė šiltinant sienas– 54 % arba 160,27 MWh/metų. Kiek mažesni sutaupymai rekonstruojant šildymo sistemą ir šilumos punktą – 16% arba 47,17 MWh/metų. Dar mažesni sutaupymai keičiant langus – 15 % arba 44,00 MWh/metų ir šiltinant stogą – 10 % arba 28,68 MWh/metų, o mažiausi sutaupymai stiklinant balkoną – 5 % arba 15,31 MWh/metų.

Remiantis būsto ir urbanistinės plėtros agentūros skaičiuokle analizuojamam pastatui buvo atliktos atnaujinimo priemonių sutaupymo prognozės. Šiuo atveju langų keitimo planuojami sutaupymai buvo 78,89 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Sienų šiltinimo skaičiuotiniai sutaupymai buvo 62,15 % didesni nei faktiniai. Sutaupymai iš stogo šiltinimo buvo planuojami 66,63 % didesni nei faktiniai. Šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos planuojami sutaupymai buvo 11,00 % didesni nei faktiškai buvo pasiekta. Balkonų stiklinimo skaičiuotiniai

sutaupymai buvo 115,41 % didesni nei faktiniai. Bendras visų atnaujinimo priemonių skaičiuotinių ir faktinių verčių nesutapimas – 59,67 %. Vadinasi, planuotas rezultatas dėl tam tikrų priežasčių nebuvo pasiektas. Pažymėtina ir tai, jog verčių svyravimo amplitudė yra pakankamai didelė ir šiuo atveju tai leidžia abejoti skaičiuoklės duomenų patikimumu. Žinoma, įtakos faktiniams sutaupymams galėjo turėti medžiagų ir jų įrengimo kokybė, tačiau jei vykdant darbus techninė priežiūra buvo atlikta teisingai, tokių skirtumų atsirasti negalėjo. Detalūs sutaupymai įgyvendinus modernizavimo priemones pateikti F.3 lentelėje.

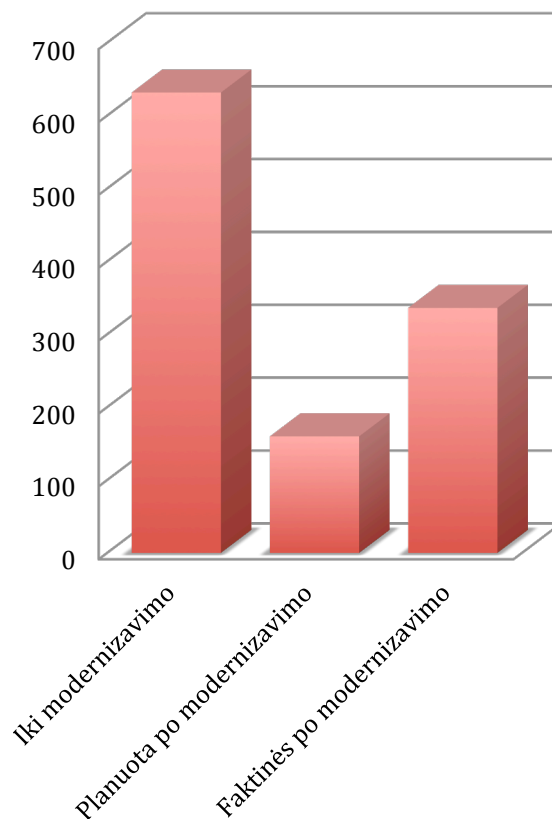
F.3 lentelė. Sutaupymai įgyvendinus energijos taupymo priemones Didlaukio g. 44, Vilniuje (Miesto renovacija 2011)

Įgyvendinta priemonė	Priemonės kiekis (m ²)	Planuoti sutaupymai (MWh/metūs)	Faktiniai sutaupymai (MWh/metūs)	Nesutapimas (%)
Langų keitimas	714,21	78,71	44,00	-78,89
Sienų šiltinimas	3788,4	259,88	160,27	-62,15
Stogo šiltinimas	948	47,79	28,68	-66,63
Balkonų įstiklinimas	496,8	32,98	15,31	-115,41
Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija	1	52,36	47,17	-11,00
Iš viso:		471,72	295,43	-59,67

Toliau pateikti duomenys atspindintys šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus bendra priemonių derinį t. y. langų keitimas, sienų šiltinimas, stogo šiltinimas, šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukciją ir balkonų stiklinimas. Akivaizdu, jog faktiniai sutaupymai yra nemaži ir siekia 46,77 %. Ši informacija apie šiluminės energijos sutaupymus įgyvendinus priemonių derinį bus naudojama tolimesniame skyriuje analizuojant geriausią priemonių derinį. Kaip jau buvo aptarta anksčiau, faktinės šilumos sąnaudos įgyvendinus šį projektą yra 59,67 % didesnės nei buvo lauktos. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį pateiktos F.4. lentelėje.

F.4 lentelė. Šilumos sąnaudos įgyvendinus priemonių derinį (Miesto renovacija 2011)

	Iki modernizavimo	Planuota po modernizavimo	Faktinės po modernizavimo	Planuoti sutaupymai		Faktiniai sutaupymai		Nesutapimas (%)
				Kiekis (MWh/metūs)	Kiekis (%)	Kiekis (MWh/metūs)	Kiekis (%)	
Šilumos sąnaudos šildymui metams MWh/metūs	631,61	159,89	336,18	471,72	74,69	295,43	46,77	-59,67
Šilumos sąnaudos šildymui ploto vienetui metams kWh/m ² /metūs	0,110	0,028	0,059	0,08	74,69	0,052	46,77	-59,67



F.4 pav. Šilumos sąnaudos namui MWh/metus

F.4. pav. vaizduojamos šilumos sąnaudos namui per metus. Kaip matyti iš grafiko, faktinės sąnaudos po modernizacijos sumažėjo beveik du kartus. Tai pat matoma, jog faktinės sąnaudos nuo planuotų sąnaudų po modernizacijos ženkliai skiriasi, tačiau pažymėtina tai, jog planuotas rezultatas sąnaudas turėjo sumažinti beveik 4 kartus, kas remiantis ankstesnių projektų duomenimis nėra realu. Iš to galima daryti išvadą, jog šiuo atveju BUPA skaičiuokle gautas rezultatas yra per daug optimistinis. Žinoma neatmestina prognozė, jog įtakos šiam rezultatui turėjo ir pati modernizacijos kokybė.

Vertinant atskirų energijos taupymo priemonių ar priemonių derinių įgyvendinimo efektyvumą ir naudą buvo apskaičiuota keletas ekonominių rodiklių. Pagal šių rodiklių reikšmes galima gana tiksliai spręsti apie vienos ar kitos modernizavimo priemonės įdiegimo nagrinėjamame pastate efektyvumą bei gaunamą naudą. Šių apskaičiuotų rodiklių suvestinė pateikta F.5 lentelėje.

F.5 lentelė. Pastate įgyvendintų modernizavimo priemonių efektyvumą ir naudą atspindintys rodikliai (nevertinant papildomos naudos)

Rodiklis	Mato vnt.	Modernizavimo priemonė				
		Langų keitimas	Sienų šiltinimas	Stogo šiltinimas	Balkonų įstiklinimas	Šildymo sist. ir šil.p. rekonstrukcija
Faktinis sutaupymas	MWh/metus	44,00	160,27	28,68	15,31	47,17
Paprastasis atsipirkimo laikas (PAL)	metai	38,29	26,02	38,99	76,55	5,70
Paprastasis atsipirkimo laikas gyventojui (PALg)	metai	24,01	16,31	48,00	3,57	3,57
Sutaupytos energijos kaina (SEK)	Lt/MWh	769,81	358,63	537,36	1538,93	78,58
Sutaupytos energijos kaina gyventojui (SEKg)	Lt/MWh	482,67	224,86	336,92	964,91	49,27
Pastato energijos sąnaudų sumažėjimas įdiegus priemonę	%	6,97	25,37	4,54	2,42	7,47

Kaip matyti iš F.5 lentelės, beveik visos Didlaukio g. 44, Vilniuje įdiegtos energijos taupymo priemonės yra neefektyvios, apart šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos. Efektyvia galima laikyti tą priemonę, kurios sutaupytos energijos vieneto kaina (SEK) yra mažesnė už šilumos energijos tarifą (šios darbo rengimo metu – 2014 m. kovo mėn.) kuris sudaro apie 240,0 Lt/MWh. Iš lentelės matoma, kad šildymo sistemos ir šilumos punkto rekonstrukcijos efektyvumo rodiklis yra geriausias, kurio SEK rodiklis siekia 78,58 Lt/MWh, tačiau tai yra mažiau nei šiuo metu galiojantis šilumos energijos tarifas.

Žinoma modernizacijos priemonių efektyvumą galima pagrįsti atsižvelgiant į tai, jog buvo taikyta didelė valstybės parama (37,3 %) ir vertinant atnaujinimo priemonių kainą už kurias sumokėjo gyventojas, kai kurios atnaujinimo priemonės tampa efektyviomis (sienų šiltinimas).

Detalios daugiabučio pastato Didlaukio g. 44, Vilnius modernizavimo analizės išvados:

1. Vilniaus miesto Didlaukio g. 44 esančio daugiabučio modernizavimo faktiniai rodikliai yra mažesni nei planuoti 59,67 %. Remiantis skaičiuokle buvo planuota sutaupyti 74,69 % šilumos energijos šildymui, o faktiškai energijos sąnaudos sumažėjo 46,77 %. Nuokrypis nuo planuotų verčių rodo, jog modernizavimo metu buvo atlikti tam tikri sprendimai, kurie lėmė šio rezultato sumažėjimą. Taip pat neatmetama galimybė, jog skaičiavimai remiantis skaičiuokle buvo per daug optimistiniai ir nepasiekiami įgyvendinant šias priemones.

2. Ekonominiu požiūriu, beveik visos pastate įgyvendintos modernizavimo priemonės gali būti vertinamos kaip neefektyvios, kadangi įgyvendintų priemonių sutaupytos energijos kainos (SEK) rodiklis yra didesnis už šiuo metu galiojantį šilumos energijos tarifą (240 Lt/MWh). Efektyvia priemone šiuo atveju galima vadinti tik šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukciją. Jei vertintume suteiktą valstybės paramą (37,3 %) ir kainą, kurią sumokėjo gyventojai, sienų šiltinimas taip pat tampa efektyvia priemone.
3. Lyginat visas modernizavimo priemones galima teigti, jog efektyviausia šiuo atveju yra šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukciją. Svarbiausias ekonominio efektyvumo rodiklis – sutaupytos energijos kaina (SEK) šiai priemonei yra mažiausia.
4. Bendrai vertinant modernizaciją ir lyginant šį objektą su jau anksčiau aptartais objektais, galima teigti, jog modernizacija buvo neefektyvi: nors projekto įgyvendinimui buvo sutaupyta šiek tiek lėšų, tačiau beveik visos atnaujinimo priemonės yra neefektyvios (apart šilumos punkto ir šildymo sistemos rekonstrukcijos) t. y. sutaupyti 1 MWh šilumos energijos kainuoja daugiau nei už ją sumokėti. Rekomenduotina detalesnė analizė, siekiant nustatyti šio objekto modernizavimo efektyvumo trūkumo priežastis, tačiau šio darbo apimtyje ji atliekama nebus.



VILNIAUS GEDIMINO
TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS

STATYBOS EKONOMIKOS IR
NEKILNOJAMO TURTO VADYBOS KATEDRA

Viešoji įstaiga, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, tel.: (8 5) 274 5000, (8 5) 274 5030, faks: (8 5) 270 0112, el. p. rastine@vgtu.lt
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 111950243, PVM mokėtojo kodas LT119502413
Katedros duomenys: Saulėtekio al. 11, SRI-1 506 kabs., LT-10223 Vilnius, tel. (8 5) 274 5235, el. p. sentva@vgtu.lt
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania, phone: +370 5 274 5000, +370 5 274 5030, fax: +370 5 270 0112, e-mail: rastine@vgtu.lt
Department: Saulėtekio al. 11, SRI-1 room 506, LT-10223 Vilnius, Lithuania, phone: +370 5 274 5235, e-mail: sentva@vgtu.lt

2014 03 28

Nr. _____

1

Nr. _____

DĖL DALYVAVIMO KONFERENCIJOJE

Pažymime, kad Statybos ekonomikos ir nekilnojamojo turto vadybos katedros SEVfm-12 gr. studentas Ignas Zabarauskas 2014 m. kovo 26 d. 17-oje Jaunųjų mokslininkų konferencijoje skaitė pranešimą tema „Būsto modernizavimo priemonių atsipirkimo analizė“.

Statybos ekonomikos ir nekilnojamojo
turto vadybos katedros vedėjas

Artūras Kaklauskas

Neringa Gudienė, 2745235, neringa.gudiene@vgtu.lt