



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
GELŽBETONINIŲ IR MŪRINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Virginija Šiaudinytė

**DAUGIAAUKŠČIO GYVENAMOJO NAMO MODERNIZAVIMO
TEISINIAI, EKONOMINIAI IR TECHNINIAI SPRENDINIAI**
**LEGAL, ECONOMIC, TECHNICAL SOLUTIONS OF MULTISTORY
APARTMENT HOUSE MODERNISATION**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H21003

Pastatų rekonstrukcijos specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2013

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
GELŽBETONINIŲ IR MŪRINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

Juozas Valivonis

(Vardas, pavardė)

(Data)

Virginija Šiaudinytė

**DAUGIAAUKŠČIO GYVENAMOJO NAMO MODERNIZAVIMO
TEISINIAI, EKONOMINIAI IR TECHNINIAI SPRENDINIAI**
**LEGAL, ECONOMIC, TECHNICAL SOLUTIONS OF MULTISTORY
APARTMENT HOUSE MODERNISATION**

Baigiamasis magistro darbas

Statybos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H21003

Pastatų rekonstrukcijos specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

dr. prof. Povilas Vainiūnas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas Lina Rutkienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2013

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STATYBOS FAKULTETAS
GELŽBETONINIŲ IR MŪRINIŲ KONSTRUKCIJŲ KATEDRA

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Statybos inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H21003

Pastatų rekonstrukcijos specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

Juozas Valivonis

(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.

Vilnius

Studentui (ei) Virginijai Šiaudinytei

(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Daugiaaukščio gyvenamojo namo modernizavimo teisiniai, ekonominiai ir techniniai sprendiniai

patvirtinta 2012 m. spalio 23 d. dekanu potvarkiu Nr.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 201...m. d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....

.....

.....

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas

.....

(Paraša)

dr. prof. Povilas Vainiūnas

(Moksl. laipsnis/pedag.vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....

(Parašas)

.....

(Vardas, pavardė)

.....

(Data)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Virginija Šiaudinytė 20073699

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Statybos fakultetas

(Fakultetas)

Statybos inžinerijos studijų programa, PREfm-11

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

2013 m. _____ d.

(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema _____

patvirtintas 20 ____ m. _____ d. dekanų potvarkiu Nr. _____, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe (projekte) pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą (projektą), mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: _____

Mano darbo (projekto) vadovas _____

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

(Parašas)

(Vardas ir pavardė)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Statybos vadybos fakultetas

Gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų katedra

ISBN ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Statybos inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Daugiaaukščio gyvenamojo namo modernizavimo teisiniai, ekonominiai ir techniniai sprendiniai**

Autorius **Virginija Šiaudinytė**

Vadovas **prof. dr. Povilas Vainiūnas**

Kalba



lietuvių



užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjami daugiaaukščių gyvenamųjų pastatų atnaujinimo (modernizavimo) teisiniai ekonominiai ir techniniai sprendiniai. Aptariamos modernizavimo teisinės galimybės, finansavimo modeliai, priemonės, taikomos modernizuojant daugiabučius namus, dažniausiai pasitaikantys daugiabučio namo elementų defektai ir pažaidos, pateikiamos ekonominio ir energinio naudingumo vertinimo metodikos. Parinkti trys modernizavimo projektų variantai, įvertintas jų energinis ir ekonominis naudingumas. Pagal gautus rezultatus nustatytas efektyviausias pasirinkto daugiabučio modernizavimo projektas. Darbą sudaro: įvadas, daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) apžvalga, daugiabučių namų modernizavimo energinio ir ekonominio naudingumo vertinimo metodikos, pasirinkto daugiabučio stambiaplokščio gyvenamojo namo energinio ir ekonominio naudingumo įvertinimas, išvados, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 76 p. teksto be priedų, 44 iliustr., 20 lent., 32 bibliografiniai šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: atnaujinimas (modernizavimas), daugiabutis namas, energinis naudingumas, ekonominis naudingumas, defektai, pažaidos.

Vilnius Gediminas Technical University
Civil Engineering faculty
Reinforced Concrete and Masonry Structures
department

ISBN ISSN
Copies No.
Date-....-....

Civil Engineering study programme master thesis.

Title: Legal, economic, technical solutions of multistory apartment house modernisation

Author **Virginija Šiaudinytė**

Academic supervisor **prof. dr. Povilas Vainiūnas**

Thesis language

☒ Lithuanian

☐ Foreign (English)

Annotation

This master thesis analyses legal, economic, technical solutions of multistory apartment building modernisation. Master thesis discusses the legal possibilities of modernization, financing models, measures for the modernization, the most common defects and damages of structural elements in the multistory buildings, an economic and energy performance assessment methodology. According to the results of energy and economic efficiency evaluation of three modernization projects, the best project was determined. The thesis includes: introduction, the review of multistory building modernization, energy and economic efficiency evaluation methodology, selected multistory apartment building energy and economic performance assessment, conclusions, reference list, annexes. Thesis consist of: 76 p. text without appendixes, 44 pictures, 20 tables, 32 bibliographical entries. Appendixes included.

Keywords: modernization, apartment building, energy efficiency, economic efficiency, defects, damage.

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
ĮVADAS	11
1. DAUGIABUČIŲ NAMŲ ATNAUJINIMO (MODERNIZAVIMO) APŽVALGA	13
1.1. Teisės aktai, reglamentuojantys daugiabučių namų atnaujinimą (modernizavimą)	13
1.2. Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programa	15
1.3. Modernizuojamų daugiabučių namų techninė būklė	20
1.3.1. Pamatų ir rūsio sienų būklė	21
1.3.2. Lauko sienų būklė.....	21
1.3.3. Stogų būklė	23
1.3.4. Langų ir durų būklė	24
1.3.5. Balkonų ir lodžijų būklė	25
1.4. Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) priemonės.....	26
1.4.1. Šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas	26
1.4.2. Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemų pertvarkymas	29
1.4.3. Stogo šiltinimas	32
1.4.4. Išorės sienų ir cokolio šiltinimas	33
1.4.5. Balkonų ir lodžijų įstiklinimas	37
1.4.6. Laiptinių lauko, tambūro durų ir butų langų keitimas	39
1.4.7. Rūsio perdangos šiltinimas	40
1.5. Pirmo skyriaus išvados	40
2. DAUGIABUČIŲ NAMŲ MODERNIZAVIMO ENERGINIO IR EKONOMINIO NAUDINGUMO VERTINIMO METODIKOS	41
2.1. Energinio naudingumo įvertinimo metodika	41
2.2. Ekonominio naudingumo įvertinimo metodikos	52
2.3. Antro skyriaus išvados.....	54
3. DAUGIABUČIO STAMBIAPLOKŠČIO GYVENAMOJO NAMO ENERGINIO IR EKONOMINIO NAUDINGUMO ĮVERTINIMAS	55
3.1. Pasirinkto tiriamojo daugiabučio pastato aprašymas.....	55
3.2. Daugiabučio gyvenamojo namo Vilniuje energinio naudingumo įvertinimas	66
3.3. Daugiabučio gyvenamojo namo Vilniuje ekonominio naudingumo įvertinimas	70
3.4. Trečio skyriaus išvados.....	74
IŠVADOS.....	75
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI	77
PRIEDAI	80
A priedas. Pastato modernizavimo variantų energinio naudingumo skaičiavimai.....	Error!
B priedas. Pastato modernizavimo variantų ekonominio naudingumo skaičiavimai.....	Error!

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Pastato energinio naudingumo sertifikato forma (Pastato energinio... 2013)	19
1.2 pav. Vilniaus stambiaplokščių namų konstrukcijų vidutinis nusidėvėjimas 1992 m. (Parasonis <i>et al.</i> 1997:10-11)	20
1.3 pav. Blogas nuogrindos iš betoninių plytelių nuolydis	21
1.4 pav. Supleišėjusi pastato siena (Namo siūlių... 2012).....	22
1.5 pav. Sutrūkinėjusios fasadų siūlės (Namo siūlių... 2012)	22
1.6 pav. Nekokybiškos pastato fasado siūlės (Ignatavičius 2010).....	23
1.7 pav. Dėl siūlių nesandarumo pasislinkusi laikanti sienos plokštė (Ignatavičius 2010)	23
1.8 pav. Susidėvėjusi bituminė danga (Ignatavičius 2010).....	24
1.9 pav. Pelėšiai šalia langų (Sužinok, kaip... 2010).....	25
1.10 pav. Balkonų būklė (Tyrimas: dauguma... 2012).....	25
1.11 pav. Saulės potencialas Lietuvos teritorijoje (Fotoelektros... 2010).....	27
1.12 pav. Saulės kolektorių tipai: a) plokštieji, b) vakuuminiai, c) fokusuojantys (Alternatyvių... 2010).....	28
1.13 pav. Geoterminės jėgainės veikimo schema (Alternatyvių... 2010)	29
1.14 pav. Centralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema (Alternatyvių... 2010).....	30
1.15 pav. Necentralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema (Alternatyvių... 2010)	31
1.16 pav. Parapeto šiltinimo mazgas (Ignatavičius, Skrodenis 2011).....	32
1.17 pav. Stogo šiltinimas dviejų sluoksnių šilumos izoliacija (Ignatavičius, Skrodenis 2011)	33
1.18 pav. Vėdinamo cokolio šiltinimo mazgas (Ignatavičius, Skrodenis 2011).....	34
1.19 pav. Vėdinama sienų šiltinimo sistema (Ignatavičius, Skrodenis 2011).....	35
1.20 pav. Nevėdinama sienų šiltinimo sistema (Ignatavičius, Skrodenis 2011).....	36
1.21 pav. Nekokybiškai atlikti šiltinimo darbai: a) siūlės tarp šiltinamųjų sluoksnių, b) neteisinga cokolio jungtis, c) netvarkingai išdėstytos smeigės (Ignatavičius 2010)	37
1.22 pav. Balkonų stiklinimo būdai: a) PVC profiliais b) berėmė sistema c) rėminė sistema	37
1.23 pav. Balkonų stiklinimas PVC profiliuotais langais (Ignatavičius, Skrodenis 2011).....	38
1.24 pav. Balkono gelžbetoninės plokštės atnaujinimas: 1 – nuolaja; 2 – prilydoma polimerbituminė hidroizoliacija; 3 – korys; 4 – geotekstilė; 5 – armuotas tinkas; 6 – betonas; 7 – nuolaja; 8 – įdėtinė detalė; 9 – sena gelžbetoninė plokštė; 10 – tarpinė. (Balkonų lodžijų... 2013).....	39
1.25 pav. Lango įstiklinimas išorinėje sienos pusėje (Ignatavičius, Skrodenis 2011).....	39
1.26 pav. Grindų virš nešildomo rūšio šiltinimas	40
2.1 pav. Pastato modernizavimo energinis efektyvumas	52
2.2 pav. Modernizavimo priemonių ekonominio vertinimo schema (Martinaitis <i>et al</i> 2004).....	52
3.1 pav. Daugiabutis gyvenamas namas Žirmūnų g. 73, Vilniuje	55
3.2 pav. Daugiabučio namo nuogrindos iš betono plytelių	56
3.3 pav. Pastato išorės sienos	57
3.4 pav. Pastato stogas	57
3.5 pav. Nuotėkio stovas ant pastato stogo	58
3.6 pav. Stogelis virš įėjimo	58
3.7 pav. Išorės sienos šiltinimo detalė (I, I, III variantai)	60
3.8 pav. Stogo šiltinimo detalė (I, II, III variantai)	62
3.9 pav. Grindų virš rūšio šiltinimo detalė (I, II ir III variantai).....	64
3.10 pav. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų reikšmės prieš ir po modernizavimo	69
3.11 pav. Metinės pastato šilumos sąnaudos prieš modernizavimą ir po modernizavimo (I, II, II variantai).....	69
3.12 pav. Vidutinė centralizuotai tiekiamos šilumos kainos prognozė 2010–2030 m. (Alternatyvių... 2010).....	70
3.13 pav. Grynoji dabartinė vertė (I, II, III variantai)	70
3.14 pav. Gyventojų mokestis už šildymą atitinkamais metais po modernizavimo	71
3.15 pav. Vidutinė grąžos norma (I, II, III variantai).....	72
3.16 pav. Sutaupytos energijos kaina (I, II ir III variantai).....	73

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Daugiabučių namų valstybės remiamų modernizavimo priemonių energinio efektyvumo rodikliai (Lietuvos Respublikos... 2004)	17
1.2 lentelė. Modernizavimo priemonės, kurias remia valstybė (Lietuvos Respublikos... 2004)	18
2.1 lentelė. Energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės (pagal STR 2.01.09:2012) ..	41
2.2 lentelė. Reikalavimai D, C, B, A, A+, A++ energinio naudingumo klasės pastatams (STR 2.01.09:2012).....	42
2.3 lentelė. Pastatų atitvarų žyminčių poraidžių žymėjimas (pagal STR 2.01.09:2012)	48
3.1 lentelė. Statinio bendrieji techniniai rodikliai	56
3.2 lentelė. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientai	58
3.3 lentelė. Norminės įvairių atitvarų šilumos perdavimo koeficiento vertės D, C, B, A, A+ ir A++ energinio naudingumo klasės gyvenamiesiems pastatams	59
3.4 lentelė. Modernizavimo projektuose numatytos įgyvendinti atnaujinimo (modernizavimo) priemonės	59
3.5 lentelė. Išorės sienų šiltinimas vadinama sienų šiltinimo sistema (I variantas).....	61
3.6 lentelė. Išorės sienų šiltinimas vadinama sienų šiltinimo sistema (II variantas)	61
3.7 lentelė. Išorės sienų šiltinimas vadinama sienų šiltinimo sistema (III variantas)	61
3.8 lentelė. Stogo šiltinimas (I ir III variantai).....	62
3.9 lentelė. Stogo šiltinimas (II variantas)	62
3.10 lentelė. Rūsio perdangos šiltinimas (I ir III variantai)	63
3.11 lentelė. Rūsio perdangos šiltinimas (II variantas)	63
3.12 lentelė. Pastato energijos sąnaudų skaičiavimo rezultatai (I, II, III variantai).....	66
3.13 lentelė. Modernizuoto pastato reikalavimų atitinkamos energinio naudingumo klasės pastatams atitikimas	68
3.14 lentelė. Butų kainos atnaujintuose ir neatnaujintuose daugiabučiuose namuose.....	73
3.15 lentelė. Ekonominio naudingumo vertinimo metodų rezultatai.....	74

IVADAS

Pastatai, kaip ir visi kiti žmogaus kūriniai sensta tiek fiziškai, tiek morališkai. Lietuvoje dauguma žmonių (miestuose apie 80 %) gyvena daugiabučiuose namuose. Pagal Valstybės įmonės Registrų centras duomenis, apie 35 000 daugiabučių gyvenamųjų namų pastatyti pagal iki 1993 m. galiojusius statybos techninius normatyvus, tai sudaro apie 95 % visų daugiabučių namų Lietuvoje (Lietuvos Respublikos Vyriausybė... 2004). Tuo metu vyravo plytinių ir stambiaplokščių tipinių daugiabučių namų statyba. Daugelis šių namų yra nusidėvėję, jų būklė dėl nepakankamos priežiūros nuolat blogėja, išorinių atitvarų šiluminės varžos charakteristikos prastos, centralizuoto šildymo infrastruktūra pasenusi ir energetiniu požiūriu neefektyvi, o energetinės namo savybės neatitinka dabartinių standartų. Kaip teigiama Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje 2006/32/EB (Europos direktyva 2006) efektyvesnis energijos vartojimas, jos taupymas – viena iš kiekvienos šalies nacionalinio saugumo didinimo priemonių. Daugelį energijos išteklių Lietuva importuoja, o didelę dalį šios energijos sunaudoja pastatai, todėl pastarųjų modernizavimas yra kiekvienos valstybės prioritetas.

Pastatų atnaujinimas (modernizavimas) šiuo metu yra vienas iš pagrindinių statybos uždavinių, todėl teisinis, techninis ir ekonominis šio proceso nagrinėjimas yra svarbus daugiabučių gyventojams ir valstybei. Pagal Europos direktyvą (Europos direktyva 2010), nuo 2020 m. gruodžio 31 d. visi naujai statomi pastatai turės būti beveik nulinės energijos pastatai. Tai reiškia, kad šių pastatų energijos sunaudojimas bus beveik lygus nuliui arba labai mažas, o didžiąją sunaudojamos energijos dalį sudarys atsinaujinančių išteklių energija. Todėl svarbu gerai mokėti panaudoti priemones ir būdus, kurie ne tik leistų statyti naujus energiška efektyvius pastatus, bet ir būtų naudingi modernizuojant senus pastatus.

Magistro baigiamojo darbo tyrimo objektas – stambiaplokštis daugiabutis gyvenamasis namas Žirmūnų mikrorajone: jo atitvarinių konstrukcijų būklė, atnaujinimo (modernizavimo) priemonės, teisinės galimybės ir ekonominė nauda.

Baigiamojo darbo tikslas – nustatyti daugiabučių gyvenamųjų namų, pastatytų pagal iki 1993 m. galiojusius statybos techninius normatyvus, atnaujinimo (modernizavimo) teises galimybes Lietuvoje, įvertinti šių pastatų techninę būklę, išnagrinėti atnaujinimo (modernizavimo) priemones, įvertinti ekonominę šio proceso naudą.

Darbo tikslui pasiekti reikia spręsti šiuos uždavinius:

1. Išanalizuoti daugiabučių gyvenamųjų namų atnaujinimo (modernizavimo) proceso teisinį reglamentavimą bei finansavimo modelius Lietuvoje.
2. Išnagrinėti stambiaplokščių gyvenamųjų namų techninę būklę ir priemones, taikomas atnaujinant (modernizuojant) daugiabučius namus Lietuvoje.

3. Nustatyti geriausias pasirinkto daugiabučio gyvenamojo namo atnaujinimo (modernizavimo) priemones, kurios leistų pasiekti aukštą pastato energinio naudingumo klasę.
4. Pasiūlyti tris pasirinkto daugiabučio gyvenamojo namo atnaujinimo (modernizavimo) variantus, nustatyti kiekvieno iš šių variantų energinį efektyvumą.
5. Nustatyti, kuris iš pasirinktų trijų modernizavimo variantų yra ekonomiškai naudingiausias.

Rengiant darbą remtasi teisės aktais, reglamentuojančiais atnaujinimo (modernizavimo) procesą Lietuvoje. Išanalizavus ir palyginus dažniausias stambiaplokščių gyvenamųjų namų pažaidas, modernizavimo priemones ir jų kombinacijas, pasirinktam pastatui parenkamos tokios atnaujinimo priemonės, kurios funkcinio požiūriu yra pritaikytos Lietuvos sąlygoms, dėl kurių pastatas sutaupo daugiausiai energijos, leidžia pasiekti kuo aukštesnę energinio naudingumo klasę ir kurios yra ekonomiškai naudingos.

Baigiamąjį magistro darbą sudaro įvadas, trys skyriai ir gautų rezultatų apibendrinimas. Darbo rezultatai gali būti taikomi tipinių daugiabučių gyvenamųjų namų (atnaujinimui) modernizavimui.

1. DAUGIABUČIŲ NAMŲ ATNAUJINIMO (MODERNIZAVIMO) APŽVALGA

Šiame skyriuje atlikta teisės aktų, reglamentuojančių daugiabučių namų atnaujinimą (modernizavimą), ir namų atnaujinimo finansavimo modelių – programų apžvalga. Pateikiami ir aptariami dažniausiai pasitaikantys pastato konstrukcijų defektai. Aptiriamos ir lyginamos priemonės pastato energiniam naudingumui didinti.

1.1. TEISĖS AKTAI, REGLAMENTUOJANTYS DAUGIABUČIŲ NAMŲ ATNAUJINIMĄ (MODERNIZAVIMĄ)

Pagal Europos komisijos 2011 m. efektyvaus energijos vartojimo plano išvadas pastatai sunaudoja 40 % viso galutinės Europos Sąjungos suvartojamos energijos kiekio (Europos komisija 2011). Siekiant pasinaudoti ekonomikos augimo ir užimtumo galimybėmis amatų ir statybos sektoriuose, taip pat statybos produktų gamybos srityje ir tokiose profesinės veiklos srityse, kaip architektūra, konsultavimas ir inžinerija, pagal Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2012/27/ES valstybės narės turėtų sudaryti ilgalaikę strategiją ateičiai po 2020 m., skirtą investicijų telkimui gyvenamųjų ir komercinės paskirties pastatų renovacijos srityje siekiant pagerinti pastatų fondo energinį naudingumą.

Strategija turėtų būti skirta ekonomiškai efektyviai esminei renovacijai, kuri paskatina atnaujinimą, dėl kurio galutinės energijos suvartojimo kiekis pastate žymiai sumažėja, palyginti su suvartojimo lygiu prieš renovaciją. Tokiu būdu būtų sudaromos sąlygos labai dideliame energiniame naudingume. Tokia esminė renovacija taip pat galėtų būti vykdoma etapais (Europos direktyva 2012).

Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje 2012/27/ES numatyta, kad reikia didinti pastatų renovavimo normą, nes dabartinis pastatų fondas yra vienintelis didžiausią potencialą energijos taupymo srityje turintis sektorius. Be to, pastatai yra itin svarbūs siekiant Europos Sąjungos tikslo išmetamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį ne vėliau kaip 2050 metų sumažinti 80–95 %, palyginti su 1990 metais (Europos direktyva 2012).

Pagal Lietuvos Respublikos statybos įstatymą pastato atnaujinimas (modernizavimas) – statybos darbai, kuriais atkuriamos ar pagerinamos pastato ir (ar) jo inžinerinių sistemų fizinės ir energinės savybės ir (ar) kuriais užtikrinamas iš atsinaujinančių energijos šaltinių gaunamos energijos naudojimas. Šiems statybos darbams vykdyti reikalingas pastato atnaujinimo (modernizavimo) projektas ir statybą leidžiantis dokumentas – leidimas atnaujinti (modernizuoti) pastatą.

Toks projektas gali būti rengiamas pagal Aplinkos ministerijos ar jos įgaliotos institucijos patvirtintus tipinius projektus, pritaikytus konkrečioms modernizuojamiems pastatams,

arba pagal projektus, parengtus naudojant Aplinkos ministerijos ar jos įgaliotos institucijos patvirtintus tipinius konstrukcinius elementus (Lietuvos Respublikos...2012).

Kai pastatai atnaujinami (modernizuojami) pagal Aplinkos ministerijos ar jos įgaliotos institucijos patvirtintus tipinius statinių projektus, pritaikytus konkrečioms atnaujinamiems (modernizuojamiems) pastatams, arba pagal projektus, parengtus naudojant Aplinkos ministerijos ar jos įgaliotos institucijos patvirtintus tipinius konstrukcinius elementus, šiems projektams projektų ekspertizė nėra privaloma.

Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra įgyvendindama Europos Sąjungos fondų ir Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto lėšomis finansuojamą projektą „Daugiabučių namų modernizavimo skatinimas, I etapas“, rengia tipinius daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) projektus.

Be pastatų atnaujinimo (modernizavimo) kitas svarbus energijos vartojimo taupymo aspektas yra atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas. Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas įgyvendina 2009 m. balandžio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją nuostatas (Lietuvos Respublikos...2013).

Jame numatyta iki 2020 m. centralizuotai tiekiamos šilumos energijos, pagamintos iš atsinaujinančių energijos išteklių, dalį šilumos energijos balanse padidinti ne mažiau kaip iki 60 %, o namų ūkiuose atsinaujinančių energijos išteklių dalį šildymui sunaudojamų energijos išteklių balanse padidinti ne mažiau kaip iki 80 %.

Pagal šio įstatymo nuostatas Vyriausybė ar jos įgaliotos institucijos rengia ir įgyvendina priemones, didinančias visų rūšių atsinaujinančių išteklių energijos naudojimą pastatuose ir gerokai didinančias energijos vartojimo efektyvumą, susijusias su energijos bendrąja gamyba ir energijos beveik nevartojančiais pastatais.

Jau nuo 2012 m. sausio 1 d. valstybės ir savivaldybių institucijų, įstaigų ir įmonių nauji pastatai ir esami pastatai, kuriuos reikia kapitališkai atnaujinti, turi atitikti atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo reikalavimus.

Nuo 2014 m. gruodžio 31 d. nauji pastatai ir esami pastatai, kuriuos reikia kapitališkai atnaujinti, turi atitikti atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo reikalavimus. Atitiktis šiems reikalavimams gali būti užtikrinama ir naudojant centralizuotai tiekiamą šilumos ir vėsumos energiją, kurios gamybai naudojama didelė atsinaujinančių energijos išteklių dalis (Lietuvos Respublikos...2013).

1.2. DAUGIABUČIŲ NAMŲ ATNAUJINIMO (MODERNIZAVIMO) PROGRAMA

Atnaujinimas (modernizavimas) – statybos darbai, kuriais atkuriamos ar pagerinamos pastato ir (ar) jo inžinerinių sistemų fizinės ir energinės savybės ir (ar) kuriais užtikrinamas iš atsinaujinančių energijos šaltinių gaunamos energijos naudojimas (Lietuvos Respublikos statybos... 2012). Šiems statybos darbams įgyvendinti Vyriausybė parengė Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programą (toliau – Programa).

Šios Programos tikslas – skatinti ir sudaryti daugiabučių namų, pastatytų pagal iki 1993 metų galiojusius statybos techninius normatyvus, savininkus atnaujinti (modernizuoti) daugiabučius namus, tam, kad didėtų jų energinis naudingumas (Lietuvos Respublikos Vyriausybė... 2004).

Programa siekiama iki 2020 metų pabaigos sumažinti šiluminės energijos (kuro) sąnaudas daugiabučiuose namuose, pastatytuose pagal iki 1993 metų galiojusius statybos techninius normatyvus, ne mažiau kaip 20 % (skaičiuojamąsias metines šiluminės energijos (kuro) sąnaudas šiuose namuose iki 2020 metų pabaigos sumažinti ne mažiau kaip 1 000 GWh per metus, anglies dioksido išmetimus į atmosferą – ne mažiau kaip 230 000 tonų per metus, palyginti su 2005 metais).

Šis tikslas atitinka 2010-05-19 Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo, kuria skatinama gerinti pastatų energinį naudingumą atsižvelgiant į išorės klimatinės sąlygas ir vietos ypatybes, patalpų mikroklimato reikalavimus ir ekonominę investicijų efektyvumą.

Siekdama paspartinti šį procesą, Vyriausybė parengė daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) finansinį modelį, kuriame lėšas daugiabučių atnaujinimui numatoma pritraukti iš Europos Sąjungos, valstybės biudžeto lėšų ir pačių gyventojų. Galimybę pasinaudoti ES lėšomis daugiabučiams atjauninti suteikia Europos Sąjungos iniciatyva JESSICA (angl. Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas) .

JESSICA iniciatyva sukurta kaip paramos priemonė, skatinanti naudotis finansų inžinerijos mechanizmais miestų plėtros projektų įgyvendinimui (Atnaujink būstą 2010-2013a). Naudodamasi šia Europos investicijų banko, Europos Komisijos ir Europos Tarybos plėtros banko įkurta iniciatyva, valstybės narės gali dalį joms skirtos Europos Sąjungos struktūrinių fondų paramos skirti investicijoms į miestų projektus. Lietuvoje, pirmiausia buvo nutarta investuoti į energijos vartojimo efektyvumą, senų daugiabučių namų atnaujinimą (modernizavimą).

Valstybės parama daugiabučių namų savininkams, įgyvendinantiems daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projektus pagal Programą ar ją atitinkančias savivaldybių tarybų patvirtintas programas, teikiama, jeigu pagal atnaujinimo (modernizavimo) projekte numatytas

priemonės pasiekama ne mažesnė kaip D pastato energinio naudingumo klasė ir skaičiuojamosios šiluminės energijos sąnaudos sumažinamos ne mažiau kaip 20 %, palyginti su šiluminės energijos sąnaudomis prieš projekte numatytą atnaujinimo (modernizavimo) priemonių įgyvendinimą (Lietuvos Respublikos... 2004). Atsižvelgiant į namo dydį, skaičiuojamosios šiluminės energijos sąnaudos per metus turi būti ne didesnės kaip:

- 110 kWh/m², kai daugiabučio namo naudingasis plotas – daugiau kaip 3 000 m²;
- 130 kWh/m², kai daugiabučio namo naudingasis plotas – nuo 501 iki 3 000 m²;
- 145 kWh/m², kai daugiabučio namo naudingasis plotas – ne daugiau kaip 500 m².

Valstybės parama daugiabučių namų savininkams, įgyvendinantiems daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projektus pagal Programą, teikiama šiais būdais:

- suteikiamas lengvatinis kreditas atnaujinimo (modernizavimo) projektui įgyvendinti su ne didesnėmis kaip 3 % fiksuotomis metinėmis palūkanomis;
- kompensuojama ne mažesnė kaip 50 % išlaidų dalis atnaujinimo (modernizavimo) projektui parengti, statybos techninei priežiūrai vykdyti;
- kompensuojama 15 % investicijų, tenkančių Vyriausybės nustatytoms energinį efektyvumą didinančioms priemonėms;
- papildomai Klimato kaitos specialiosios programos lėšomis kompensuojama Vyriausybės nustatyta, tačiau ne didesnę kaip 25 %, investicijų, tenkančių Vyriausybės nustatytoms energinį efektyvumą didinančioms priemonėms, dalis, jeigu skaičiuojamosios šiluminės energijos sąnaudos įgyvendinus projektą sumažinamos ne mažiau kaip 40 %, palyginti su skaičiuojamosiomis šiluminės energijos sąnaudomis iki atnaujinimo (modernizavimo) projekto įgyvendinimo;
- 100 % kompensuojamos atnaujinimo (modernizavimo) projekto parengimo, jo įgyvendinimo administravimo, statybos techninės priežiūros išlaidos;
- 100 % parama teikiama nepasiturintiems gyventojams (Lietuvos Respublikos... 2004).

Investicinio projekto energinis efektyvumas nustatomas pagal priemones, kurios yra numatytos įgyvendinti modernizavimo metu, kiekvienai priemonei priskiriamas atitinkamas balų skaičius. Didžiausią energinio efektyvumo balą turi visų išorės sienų apšiltinimas ir langų keitimas (jeigu keičiama arba pakeista ne mažiau kaip 80 % langų), nes per šias atitvaras patiriami didžiausi šilumos nuostoliai. Didelį poveikį pastato energiniam efektyvumui turi šildymo ir karšto vandens sistemų modernizavimas.

1.1 lentelė pateiktas visų pagal Programą įgyvendinamų modernizavimo priemonių energinio efektyvumo balų skaičius.

1.1 lentelė. Daugiabučių namų valstybės remiamų modernizavimo priemonių energinio efektyvumo rodikliai (Lietuvos Respublikos... 2004)

Eil. Nr.	Modernizavimo priemonė	Energinis efektyvumas (balais)
1.	Šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas:	
1.1.	pastato šildymo ir karšto vandens sistemų modernizavimas ir (ar) rekonstravimas, įskaitant šilumos įrenginių modernizavimą ir (ar) rekonstravimą butuose (šilumos reguliavimo ir apskaitos prietaisų, kitų priemonių, būtinų sistemos efektyvumui padidinti, įrengimas, įskaitant dalį anksčiau įgyvendintų priemonių	12
1.2.	tik šilumos punkto ar katilinės (individualių katilų) modernizavimas ir (ar) rekonstravimas	8
2.	Langų keitimas:	
2.1.	langų keitimas (jeigu keičiama arba pakeista ne mažiau kaip 80 % langų)	15
2.2.	langų keitimas (jeigu keičiama arba pakeista mažiau kaip 80 % langų)	8
3.	Balkonų (lodžijų) įstiklinimas pagal bendrą projektą stiklinant visus projekte numatytus balkonus (lodžijas)	3
4.	Stogų rekonstravimas juos papildomai apšiltinant, įskaitant naujų apšiltintų šlaitinių stogų įrengimą (išskyrus patalpų pastogėje įrengimą)	5
5.	Fasadinių sienų apšiltinimas:	
5.1.	visų išorės sienų apšiltinimas	16
5.2.	galinių išorės sienų apšiltinimas	10

Sprendimą dalyvauti Programoje balsų dauguma priima daugiabučio namo butų ir kitų patalpų savininkai. Toliau daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) procesai vyksta tokia eiga:

1. Pirmiausia daugiabučio namo bendrija, jos valdyba, pirmininkas ar administratorius apibendrina informaciją apie namo fizinę – techninę ir energinę būklę, gyventojams pateikia duomenis apie laukiamus atnaujinimo rezultatus, valstybės paramos teikimo būdus ir galimybes.
2. Toliau turi būti kviečiamas būsto savininkų susirinkimas, jame gyventojai priima sprendimą ar atnaujinti namą.
3. Konkurso būdu gyventojai pasirenka specialistus, kurie įvertina namo energinį naudingumą ir parengia investicijų planą. Investicijų planas rengiamas pagal namo energinio naudingumo sertifikato ir namo fizinės būklės įvertinimo duomenimis. Plane nustatomos

namo atnaujinimo (modernizavimo) priemonės, jų energinis naudingumas, preliminarini numatomų priemonių įgyvendinimo kaina ir investicijų atsipirkimo laikas. Sudaromas preliminarus finansavimo planas ir projekto įgyvendinimo grafikas.

4. Gyventojams patvirtinus investicijų planą, jo pagrindu rengiamas techninis darbo projektas ir konkursas projektavimo darbams pirkti, pasirašoma sutartis su projektavimo įmone. Parengus techninį projektą jis teikiamas nuolatinei statybos komisijai statybos leidimui gauti.
5. Konkurso būdu atrenkamas atnaujinimo (modernizavimo) darbų rangovas ir techninis prižiūrėtojas. Atlikus visus techniniame projekte numatytus darbus, surašomas statybos užbaigimo aktas.

Pagal Programą teikiama valstybės parama daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) projektams, kuriuose numatytos 1.2 lentelėje pateiktos pastato energinį naudingumą didinančios ir kitos pastato atnaujinimo (modernizavimo) priemonės, būtinos, kad statinys atitiktų esminius statinio reikalavimus ir naudotų kuo mažiau energijos.

1.2 lentelė. Modernizavimo priemonės, kurias remia valstybė (Lietuvos Respublikos... 2004)

I.	ENERGINĮ EFEKTYVUMĄ DIDINANČIOS PRIEMONĖS
1.	Šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas ar keitimas:
1.1.	šilumos punkto ar katilinės (individualių katilų) ir karšto vandens ruošimo įrenginių keitimas ar pertvarkymas, taip pat ir atsinaujančių energijos šaltinių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ir panašiai) įrengimas
1.2.	balansinių ventilių ant stovų įrengimas
1.3.	vamzdynų šiluminės izoliacijos gerinimas
1.4.	šildymo prietaisų ir vamzdynų keitimas
1.5.	individualios šilumos apskaitos prietaisų ar daliklių sistemos ir (ar) termostatinų ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose
2.	Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemų pertvarkymas, keitimas ar įrengimas
3.	Stogo šiltinimas , taip pat ir naujos dangos ar naujo šlaitinio stogo įrengimas (išskyrus patalpų pastogėje įrengimą) ir (ar) perdangos po vėdinama šlaitinio stogo pastoge šiltinimas
4.	Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas , įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą
5.	Balkonų ar lodžijų įstiklinimas , įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą
6.	Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas , įskaitant susijusius apdailos darbus, įėjimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams
7.	Butų ir kitų patalpų langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus
8.	Rūsio perdangos šiltinimas
9.	Liftų atnaujinimas (modernizavimas) – jų keitimas techniniu energiniu požiūriu efektyvesniais liftais, įskaitant priėjimo prie lifto pritaikymą neįgaliųjų poreikiams
II.	KITOS NAMO ATNAUJINIMO (MODERNIZAVIMO) PRIEMONĖS
10.	Kitų pastato bendrojo naudojimo inžinerinių sistemų (nuotekų sistemos, taip pat ir namui priklausančių lokaliųjų įrenginių, elektros instaliacijos, priešgaisrinės saugos įrenginių, geriamojo vandens vamzdynų ir įrenginių keitimas ar (ar) pertvarkymas, drenažo sutvarkymas)

Modernizavus daugiabutį namą, jis turi būti sertifikuojamas. Pastato energinio naudingumo sertifikavimas – teisės aktais reglamentuotas procesas, kurio metu nustatomas pastato energijos sunaudojimas, įvertinamas pastato energinis naudingumas priskiriant pastatą energinio naudingumo klasei ir išduodamas pastato energinio naudingumo sertifikatas (STR 1.02.09:2011 2011).

Pastatai sertifikuojami tam, kad būtų galima įvertinti pastato energinį naudingumą prieš modernizavimą ir po jo, priskiriant jį energinio naudingumo klasei. Pastato energinis naudingumas įvertinimas apskaičiuojant šilumos nuostolius per pastato išorines aitvaras (sienas, stogus, perdangas), langus, duris, šiluminius tiltelius, šilumos pritekėjimus iš išorės, vidinius šilumos išsiskyrimus, energijos suvartojimą elektros energijai, karštam vandeniui, šildymui ir vėdinimui.

Sertifikuojant pastatus išduodamas energinio naudingumo sertifikatas (1.2 pav.), kuriuo pastatui priskiriama tam tikra energinio naudingumo klasė. Šiuo metu pastatai klasifikuojami į devynias klases (STR 2.01.09:2005 2005): A++, A+, A, B, C, D, E, F ir G klasės. Pastaroji rodo, kad pastatas yra energiškai neefektyvus. B, A ir A+ energinio naudingumo klasės pastatai priskiriami mažai energijos naudojančioms pastatams, o A++ klasės – beveik nulinės energijos pastatams, kurių energijos sunaudojimas beveik lygus nuliui arba labai mažas, didžiąją sunaudojamos energijos dalį sudaro atsinaujinančių išteklių energija. Kartu su pastato energinio naudingumo sertifikatu išduodami pastato energijos sąnaudų skaičiavimo rezultatai ir priemonių pastato energiniam naudingumui gerinti įvertinimas. Šie sertifikatai galioja ne ilgiau nei 10 m.

PASTATO ENERGINIO NAUDINGUMO SERTIFIKATAS

Nr. _____

Unikalus pastato Nr.: _____

Pastato adresas: _____

Pastato pastatas: _____

Pastato naudingumo plotas: _____

Pastato energinio naudingumo klasifikavimas (klasei): _____ Pastato energinio naudingumo klasė: _____

A B C D E F G

C

Skaičiuojamosios suminės energijos sąnaudos vienam kvadratiniam metrui pastato naudingumo ploto: _____

Pagrindinis pastato šildymui naudojamas šilumos šaltinis: _____

Sertifikato išdavimo data: _____

Sertifikato galiojimo terminas: _____

Sertifikatą išdavė pastatų energinio naudingumo sertifikavimo ekspertas: _____

* A klasė nurodo labai energiškai efektyvų pastatą, G klasė nurodo energiškai neefektyvų pastatą.

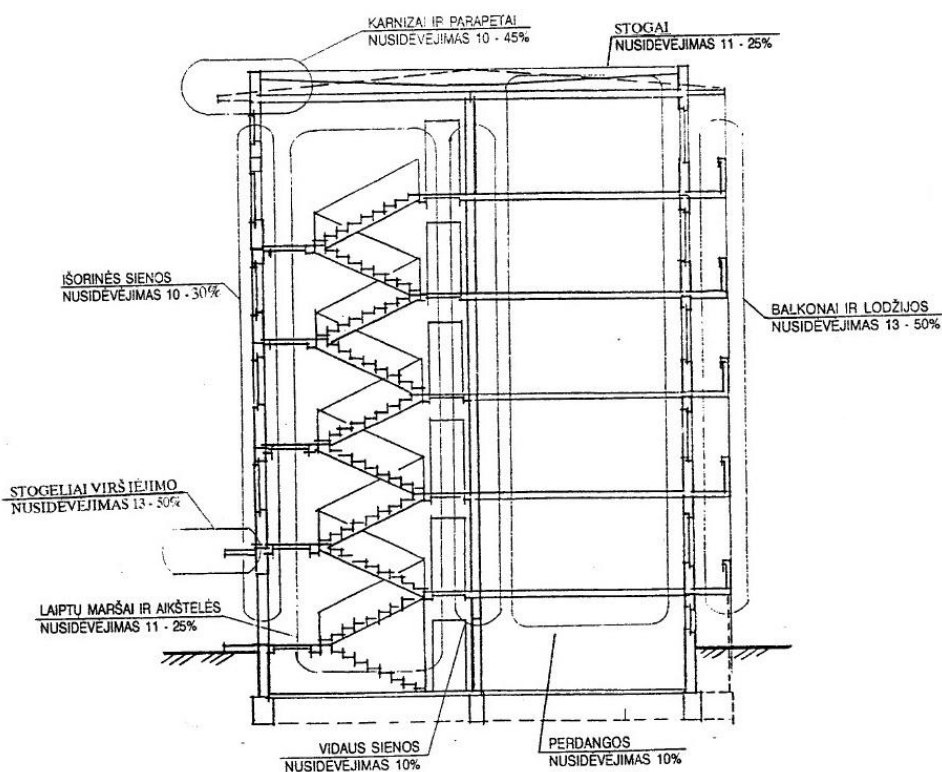
Skaičiavimai atlikti pagal STR 2.01.09:2005 reikalavimus. Sertifikatų registras skelbiamas: www.spa.lt

1.1 pav. Pastato energinio naudingumo sertifikato forma (Pastato energinio... 2013)

1.3. MODERNIZUOJAMŲ DAUGIABUČIŲ NAMŲ TECHNINĖ BŪKLĖ

Prieš rengiant modernizavimo projektą, įvertinama namo fizinė–techninė būklė. Dalis pagal iki 1993 m. galiojusius statybos techninius normatyvus pastatytų stambiaplokščių daugiabučių namų laikančiųjų konstrukcijų yra nusidėvėjusios, neatitinka esminių statinio reikalavimų. Dėl projektavimo klaidų, blogos statybos darbų kokybės, natūralaus fizinio nusidėvėjimo, netinkamos pastatų priežiūros, aplinkos poveikio, nusidėvi stogas, sienos, stogeliai virš įėjimo, balkonai ir lodžijos, pasensta, nusidėvi ir blogai šilumą sulaiko langai bei durys.

Praktikoje atlikta nemažai tyrimų, kuriais nustatyta tipinių daugiabučių namų konstrukcijų būklė. Atlikti tyrimai (Parasonis *et al.* 1997:10-11) parodė, stogo parapetų, balkonų, stogelių virš įėjimo nusidėvėjimas siekia net iki 50 % (1.2 pav.), todėl šiuos elementus būtina taisyti. Smarkiai nusidėvėję yra seni mediniai langai, durys, sukorodavusi nuolajų, parapetu bei kitose vietose esanti skarda ir daugumos pastatų fasadų apdaila. Tačiau laikančiųjų namo konstrukcijų, tokių kaip perdangos, vidaus ir išorės laikančios sienos nusidėvėjimas yra apie 10–30 %. Rezultatai rodo, kad tokius pastatus galima toliau eksploatuoti dar apie 40 metų ir jų modernizavimas yra ekonomiškai pagrįstas ir tikslingas.



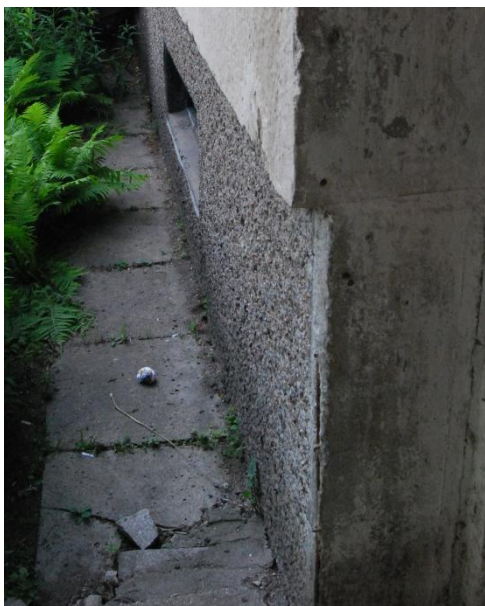
1.2 pav. Vilniaus stambiaplokščių namų konstrukcijų vidutinis nusidėvėjimas 1992 m. (Parasonis *et al.* 1997:10-11)

Toliau skyriuje išsamiau aptariami visų tipinio daugiabučio gyvenamojo namo elementų dažniausiai pasitaikantys defektai ir pažaidos.

1.3.1. Pamatų ir rūsio sienų būklė

Pastato cokolį veikia grunto drėgmė, lietaus vanduo ir įvairūs teršalai. Kai kur rūsio sienose yra mechaninių pažeidimų, todėl vienam iš pagrindinių rūsio sienos gedimų galima priskirti rūsio išorinių sienų sandūrų bei cokolio apdailos defektus. Blogiausia padėtis dažniausiai būna vertikaliose sandūrose tarp rūsio išorinių sienų plokščių, į tokias vietas patenka drėgmė, kuri kenkia rūsio sienoms ir jas ardo (Ignatavičius 2004; 2009).

Dažnai nuogrindos iš betono plytelių aplink pastatą būna susikraipiusios ar sutrupėjusios (1.3 pav.), blogi arba iš viso nėra nuolydžių. Dėl to ardomi pamatai, pažeidžiama cokolio apdaila, rūsio sienos nuolatos drėksta. Šalia rūsio sienų augantys augalai taip pat sulaiko drėgmę, dėl saulės trūkumo šios sienos nedžiūsta. Susikaupusi drėgmė kenkia patalpų mikroklimatui, blogėja atitvaros šilumos perdavimo koeficientas, taip pat drėgmė kenkia pačiai konstrukcijai.



1.3 pav. Blogas nuogrindos iš betoninių plytelių nuolydis

1.3.2. Lauko sienų būklė

Sienų pažaidos dažniausiai susijusios su fasadų apdaila ir sandūromis tarp sienų plokščių (1.5 pav.). Sieninėse plokštėse ir jų sandūrose yra atsivėrę plyšiai, pro kuriuos skverbiasi atmosferos drėgmė ir teršalai, o šie kenkia sienų fizinei būklei ir šilumos izoliacijai, bei blogina pastato estetinį vaizdą. Išorinių sienų sandūros daugelyje vietų yra supleišėjusios, praleidžia drėgmę. Būtent drėgmė Lietuvos klimato sąlygomis labiausiai kenkia pastato fasadams.

Kartais nuo drėgmės ir aplinkos poveikio pastato fasado apdaila būna supleišėjusi. Nors tai neturi didelės reikšmės sienos laikomajai galiai, tačiau vizualiai prastai atrodo, gadina miesto vaizdą (1.4pav.).



1.4 pav. Supleišėjusi pastato siena (Namo siūlių... 2012)



1.5 pav. Sutrūkinėjusios fasadų siūlės (Namo siūlių... 2012)

Stambiaplokščiai daugiabučiai namai suprojektuoti su vėdinamomis–drenuojamomis siūlėmis. Šios siūlės dažnai užkamšomos netinkamomis medžiagomis arba užaklinamos įvairiomis mastikomis (1.6 pav.), todėl jose kaupiasi drėgmė, kuri kenkia sienų plokščių metalinėms jungtims. Kartais siūlės yra tiesiog uždažomos neelastingais dažais, todėl jau po vieno sezono dėl plokščių judėjimo jie sutrūkinėja, o per įtrūkimus skverbiasi drėgmė. Dėl siūlių nesandarumo stambiaplokščiam name gali pradėti slankioti laikančių sienų plokštės (1.7 pav.).

Dėl didelės vandens įgerties fasadų išorės sienos būna drėgnos, tai didina šilumos nuostolius. Esamos stambiaplokščių gyvenamųjų namų išorės sienų šiluminės savybės neatitinka Statybos techninio reglamento STR 2.01.01(6):2008 „Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“ ir STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ reikalavimų.



1.6 pav. Nekokybiškos pastato fasado siūlės (Ignatavičius 2010)



1.7 pav. Dėl siūlių nesandarumo pasislinkusi laikanti sienos plokštė (Ignatavičius 2010)

1.3.3. Stogų būklė

Daugumos daugiabučių namų stogai yra plokšti, todėl pagrindinės stogų būklės problemos yra susijusios su vandens skverbimusi pro bituminės ritininės dangos jungtis su parapetais, vertikaliomis konstrukcijomis ir pro pačią bituminę ritininę dangą (Ignatavičius 2004; 2009). Prasiskverbęs pro stogo dangą vanduo drėkina šilumos izoliaciją, taip didėja šilumos nuostoliai, gadinama patalpų vidaus apdaila. Nuo saulės, temperatūros pokyčių, kritulių stogo dangą vietomis būna atsiskyrusi nuo parapetų, o jungtys, dengtos cinkuota dangą, korodavusios.

Prakiurus namo su tuštuminėmis perdangos plokštėmis stogui, vanduo pro plokščių ertmes gali nutekėti į patalpas ir drėkinti lubas bei sienas. Stambiaplokščių gyvenamųjų namų stogai dažniausiai neturi garus izoliuojančio sluoksnio, todėl garai iš gyvenamųjų patalpų drėkina šilumą izoliuojančią medžiagą.

Dėl pažeistos plokščio stogo bituminės dangos ir šilumą izoliuojančio sluoksnio per stogą patiriami dideli šilumos nuostoliai. Stogų hidroizoliacinė danga vietomis nesandari, todėl esamos stogų šiluminės savybės neatitinka Statybos techninio reglamento STR 2.01.01(6):2008 „Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“ ir STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ reikalavimų.



1.8 pav. Susidėvėjusi bituminė danga (Ignatavičius 2010)

1.3.4. Langų ir durų būklė

Daugiabučiuose gyvenamuosiuose pastatuose, pastatytuose per praėjusio šimtmečio paskutinius keturis dešimtmečius, statybos metu buvo sudėti mediniai suporinti langai ir balkonų durys. Šiuo metu dauguma jų yra pakeisti. Dažnai pastebimi medinių langų ir balkonų durų rėmų puvimai, rėmų deformacijos, išsigabusiuose rėmuose trūkinėja stiklas (Ignatavičius 2004; 2009). Dėl šių pažeidimų langų ir balkonų durų rėmai yra nesandarūs, kai kurie iki galo neužsidaro, praleidžia šaltą orą, kuris cirkuliuoja į butų patalpas. Jų šiluminės savybės neatitinka statybos techninio reglamento STR 2.01.01(6):2008 „Esminiai statinio reikalavimai. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“ ir STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ reikalavimų.

Kai kurie gyventojai jau yra pakeitę senus medinius langus plastikiniais. Tačiau dažnai viename fasade įstatyti langai yra įvairių tipų, skirtingų medžiagų, su skirtingais šilumos izoliacijos parametrais, su abejotinu vėdinimu, dėl to pradeda pelyti sienos aplink langus (Ignatavičius 2004; 2009) (1.9 pav.).



1.9 pav. Pelėsiai šalia langų (Sužinok, kaip... 2010)

1.3.5. Balkonų ir lodžių būklė

Daugumoje daugiabučių namų įrengti balkonai ir lodžijos, kuriuos laiko gelžbetoninės plokštės, įtvirtintos išorinėse sienose. Tose vietose dažnai susidaro šaltio tilteliai. Laikančios plokštės irsta nuo aplinkos temperatūros pokyčių, kritulių bei teršalų poveikio. Vanduo nuo viso balkono ploto nuteka per išorinį gelžbetoninių plokščių kraštą. Nuo drėgmės rūdija plokščių perimetrą dengianti skarda.

Atlikti tyrimai (Parasonis *et al.* 1997) parodė, kad būtent balkonų būklė stambiaplokščiuose daugiabučiuose namuose yra blogiausia. Jų nusidėvėjimas siekia 13–50 %. Pagrindinės tokių daugiabučių balkonų pažaidos yra betono erozija ir dėl to korozijos pažeistos metalinės konstrukcijos ir armatūra. Balkonuose dažnai būna neįrengta hidroizoliacija. Drėgmė patenka į plokščių mikroplyšius ir dėl temperatūros svyravimų ardo betono struktūrą (1.10 pav).



1.10 pav. Balkonų būklė (Tyrimas: dauguma... 2012)

1.4. DAUGIABUČIŲ NAMŲ ATNAUJINIMO (MODERNIZAVIMO) PRIEMONĖS

Norint, kad atnaujintas pastatas naudotų kuo mažiau energijos, modernizavimui turi būti naudojamos geros kokybės medžiagos ir gaminiai, darbai turi būti atliekami kokybiškai, laikantis technologinių nurodymų. Didžiausią naudą duoda kompleksinis pastato konstrukcijų bei šildymo sistemų modernizavimas. Svarbu ne tik, kad panaudojus šias priemones pastatas naudotų kuo mažiau energijos, bet ir šių medžiagų, gaminių gaminimo, transportavimo ir montavimo procese būtų sunaudojama kuo mažiau energijos.

Šiame poskyryje aptariamos pagrindinės priemonės, naudojamos atnaujinant (modernizuojant) daugiabučius gyvenamuosius namus. Apibūdinami pagrindiniai šių priemonių įrengimo reikalavimai.

1.4.1. Šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas

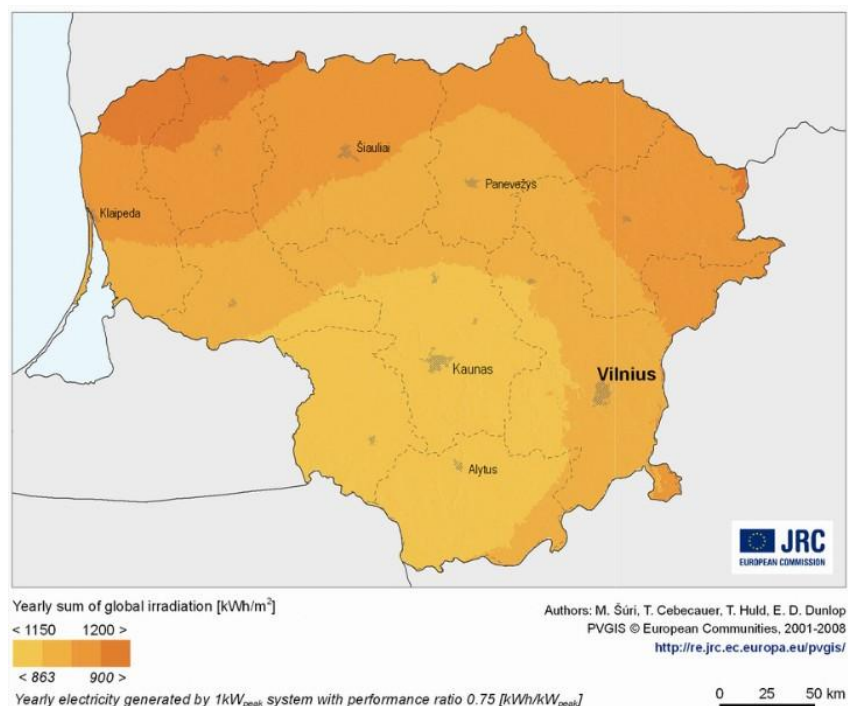
Pastatuose esančios šildymo sistemos yra pasenusios, neekonomiškos, dėl to turėtų būti modernizuojamos ar demontuojamos ir naujai sumontuojamos. Paprastesnis ir pigesnis būdas yra šildymo ir karšto vandens sistemų pertvarkymas.

Modernizuojant šildymo ir karšto vandens sistemas pastato šilumos mazge įrengiamas šilumokaitis, kuriame termofikacinis vanduo iš centralizuotos šilumos tiekimo sistemos atiduoda šilumą pastato šildymo ir karšto vandens sistemoms. Vietoje senų šildymo prietaisų įrengiami nauji plieniniai radiatoriai su šoniniu arba apatiniu vamzdžių prijungimu bei su reguliuojamais termostatiniais ventiliais ir termostatinėmis galvomis, aklėmis ir ventiliais orui išleisti. Montuojami individualios šilumos apskaitos prietaisai. Šiluminiai punktai automatizuojami (įrengiami išorės termostatai), įrengiami cirkuliaciniai siurbliai, automatizuotos karšto vandens ruošimo sistemos. Plieniniai vamzdžiai du kartus dažomi antikoroziniais dažais, prieš tai nuo jų nuvalomos rūdys, jie nugruntuojami antikoroziniu gruntu.

Įrengiant naujas šildymo ir karšto vandens sistemas galima naudoti atsinaujinančių energijos šaltinių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ir pan.) sistemas. Šių sistemų panaudojimas yra būtinas norint pasiekti aukščiausią (A++) energinio naudingumo klasę, nes šiuose pastatuose didžiąją sunaudotos energijos dalį turi sudaryti atsinaujinančių išteklių energija.

Saulės energijos naudojimas. Saulės energija yra labiausiai pasaulyje paplitęs atsinaujinančios energijos šaltinis, kuris niekada neišsenka ir nuolat pasikartoja. Skirtingose šalyse šios energijos panaudojimo potencialas yra nevienodas ir priklauso nuo spinduliuotės kiekio. Prieš penkerius metus Europos komisijos Jungtinių tyrimų centras sudarė Europos šalių saulės spinduliavimo potencialo duomenų bazę ir parengė žemėlapius (Fotoelektros... 2010). Lietuvos

metinis saulės spinduliuotės potencialas pateiktas 1.11 pav. Iš žemėlapi matyti, kad didžiausia saulės spinduliuotė yra Lietuvos šiaurės vakarų, šiaurės ir šiaurės rytų dalyse, o mažiausia vidurio ir pietų Lietuvoje.



1.11 pav. Saulės potencialas Lietuvos teritorijoje (Fotoelektros... 2010)

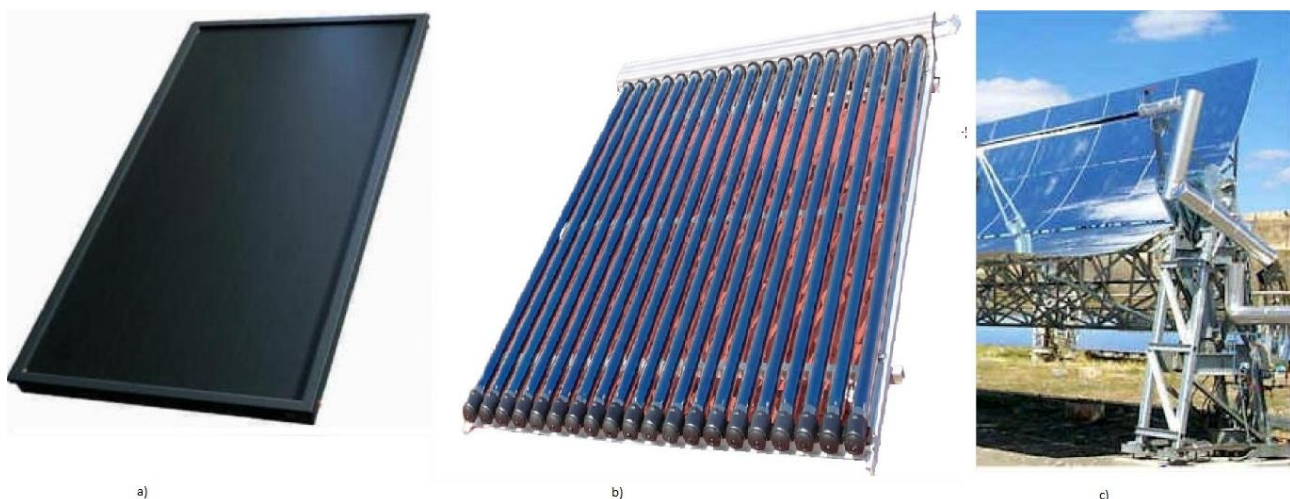
Saulės energiją galima panaudoti vandens šildymui arba elektros gamybai. Vandens šildymui naudojami saulės kolektoriai yra trijų rūšių: plokštieji, vakuuminiai ir fokusuojantys (1.12 pav). Plokščiąjį saulės kolektorių sudaro apšildinta plokštė su stiklu, kurioje įrengtas šilumos kaupiklis, kuris padengiamas specialia selektyvine danga, kuri geriau sulaiko sugeriamą saulės šviesą. Dangą sudaro plonas amorfinio puslaidininkio sluoksnis, kuris sugeria matomo spektro spindulius (Alternatyvių... 2010).

Vakuuminis saulės kolektorius sudaro vakuuminiai vamzdeliai, kuriuose yra sumontuotas varinis kaupiklis su helio ir titano danga. Ši danga sugeria daug saulės energijos, tačiau išspinduliuoja labai mažai šilumos, tokiu būdu visiškai panaikinami šilumos nuostoliai. Šios sistemos privalumas yra tas, kad šiluma tiesiogiai perduodama vandeniui šildyti.

Fokusuojantiems saulės kolektoriams naudojami paraboliniai ir pusrutuliniai veidrodžiai, kurie fokusuoja saulės spindulius į vamzdžius ar į vieną tašką. Tokiu būdu galima pasiekti aukštą temperatūrą ir gaminti garą.

Saulės kolektoriai montuojami ant daugiabučio stogo taip, kad su horizontaliu paviršiumi sudarytų 30° – 60° kampą, ir orientuojami pietų kryptimi. Montuojant kolektorius svarbu nepamiršti, kad kolektoriai vieni kitiems neturėtų sudaryti šešėlio. Norint sumontuoti 1 m² saulės kolektorių reikia apie 1,42 m² stogo paviršiaus ploto (Alternatyvių... 2010).

Daugiabučiuose namuose naudingiau montuoti vakuuminius saulės kolektorius, nes jie yra efektyvesni ir ekonomiškesni. Bendras vakuuminių saulės kolektorių sistemos efektyvumas yra 15 %, o investicijos tik 7 % didesnės už plokščiųjų (Alternatyvių... 2010). Saulės kolektoriai neteršia aplinkos, nereikalauja didelės priežiūros ar didelių eksploatacijos išlaidų, tačiau yra brangūs, o jų atsipirkimo laikas apie 25 metai. Saulės kolektoriai karštam vandeniui ruošti daugiabučiuose namuose naudojami tik kaip papildoma priemonė. Pastate turi būti energijos šaltinis, kuris užtikrintų energijos gamybą nepriklausomai nuo saulės spinduliuotės ar oro sąlygų.



1.12 pav. Saulės kolektorių tipai: a) plokštieji, b) vakuuminiai, c) fokusuojantys (Alternatyvių... 2010)

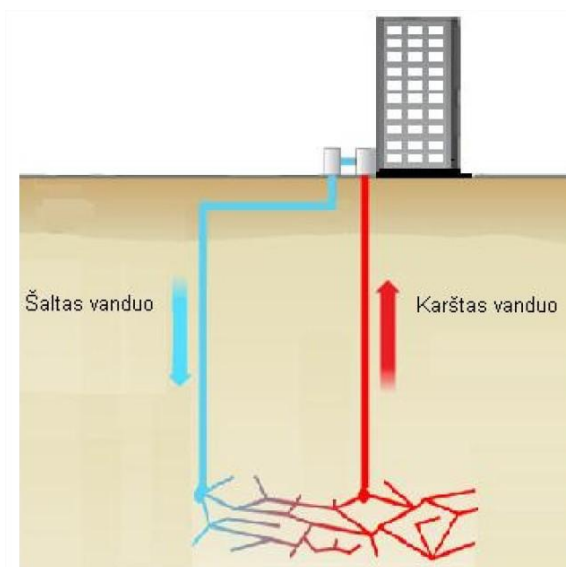
Biokuras. Biokuro katilinė įrengiama daugiabučio rūsyje arba pristatoma prie pastato yra alternatyva centralizuotai šildymo sistemai. Biokurui naudojama mediena (malkos, granulės, smulkinta mediena, pjuvenos) arba šiaudai. Šiuolaikinės technologijos leidžia gana greitai įrengti tokią sistemą. Jei statomas priestatas su sumontuota visa reikalinga įranga prie daugiabučio namo, kaminas, kuris turi būti aukštesnis už patį daugiabutį montuojamas prie pastato sienos. Šildymo prietaisų prijungimas prie katilinės yra analogiškas kaip ir tiekiant šilumą iš centralizuoto šilumos tiekėjo. Automatizuotos biokuro katilinės įrengiamos specialiuose konteineriuose su biokuro sandėliu.

Vienas iš pagrindinių šio šildymo būdo privalumų yra gyventojų pasirinkimo laisvė renkantis kurą, nepriklausomybė nuo šilumos tiekėjų, nedidelės investicijos ir maži šilumos nuostoliai. Tačiau ši šildymo sistema turi ir nemažai trūkumų. Lietuvoje projektuojant daugiabučius buvo numatytas šilumos tiekimas iš centralizuoto tiekėjo, todėl juose nėra suprojektuotos patalpos katilinei ar kuro sandėliui, todėl šios sistemos įrengimas gali sukelti keblumų. Didelis tokių šildymo sistemų trūkumas yra oro tarša. Degdamas kuras į aplinką išmeta daug teršalų, kietųjų dalelių. Urbanizuotose teritorijose dėl skirtingo daugiabučių aukščio gali atsirasti didelė taršos koncentracija, vizualinė tarša. Jei katilinė neautomatizuota, jei reikalingas papildomas personalas,

kuris prižiūrėtų katilinę. Automatizuotos biokuro katilinės kaina vidutiniškai siekia apie 912 Lt/kW, o neautomatizuotos apie 530 Lt/kW (Alternatyvių... 2010).

Geoterminė energija. Tai šiluminė gilesnių žemės sluoksnių energija, kuri gali būti panaudota dvejopai: tiesiogiai kaip šiluminė energija ir netiesiogiai, elektros energijai gaminti (Alternatyvių... 2010). Prieinamiausias geoterminės energijos potencialas yra Kambro vandeningame sluoksnyje, ne mažesniame nei 1 km gylyje.

Sistemos veikimo principas (1.13 pav.) yra tas, kad karštas geoterminis vanduo siurbliais yra pakeliamas iki šilumokaičio, kuris savo šilumą atiduoda pastato šildymo sistemai. Pagrindinis šilumos nešėjas yra vanduo, kuris nuolat cirkuliuoja. Sistema yra patogi tuo, kad daugiabutyje nereikia numatyti papildomų patalpų, gali būti pritaikomos esamos šilumos punkto patalpos. Ši sistema gali būti naudojama tik tuo atveju jei yra pakankamas geoterminės energijos potencialas, kitu atveju sistema gali būti naudojama tik kaip papildomas energijos šaltis.



1.13 pav. Geoterminės jėgainės veikimo schema (Alternatyvių... 2010)

Geoterminės energijos pagrindinis privalumas yra tas, kad ji yra atsinaujinanti, švari ir saugi. Sistema nepriklauso nuo aplinkos sąlygų ar metų laiko, tačiau gręžiniai gali daryti įtaką sluoksnių judėjimui ir dėl didelio vandens druskingumo giluminiuose sluoksniuose gali gesti įranga. Taip pat ši sistema yra labai brangi, todėl modernizuojant daugiabučius retai naudojama. Didžiausią investicijų dalį geoterminei sistemai įrengti sudaro gręžinių įrengimas ir siurblių kainos (Alternatyvių... 2010).

1.4.2. Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemų pertvarkymas

Daugumoje iki 1993 m. pastatytuose daugiabučiuose yra natūrali ištraukiamoji vėdinimo sistema. Šviežias oras į patalpas patenka per plyšius, nesandarius langus ir duris, o išeina per natūralios traukos ortakius, įrengtus butų sanitariniuose mazguose. Ši ventiliacijos sistema

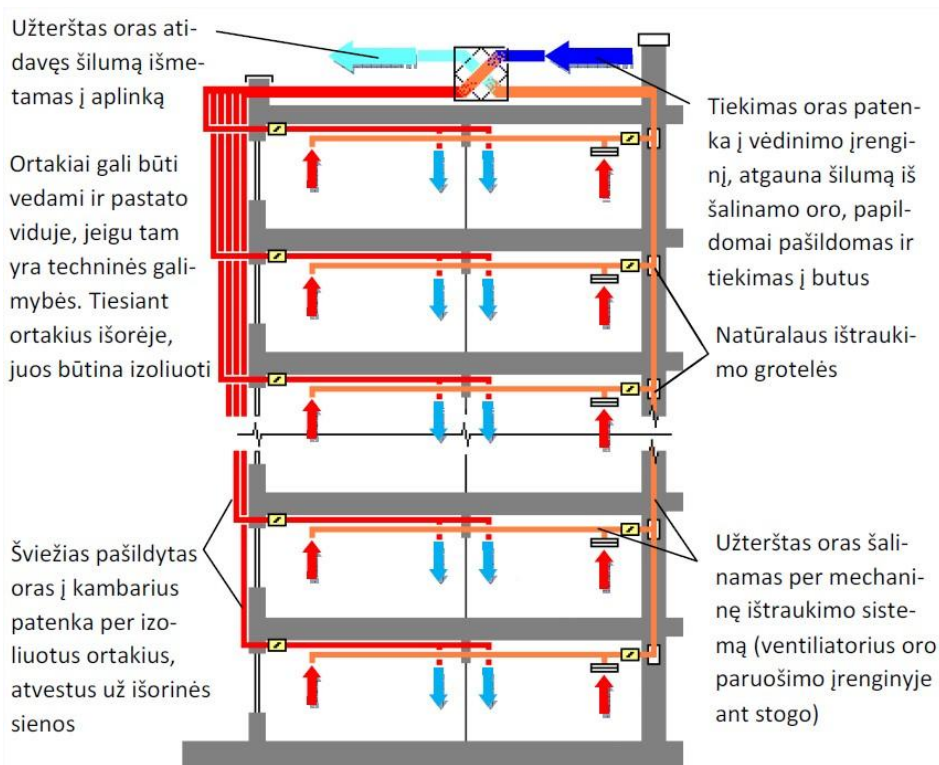
užtikrina pakankamą oro kaitą, tačiau jos pagrindinis trūkumas yra tas, kad iš patalpų išeinantis šiltas oras neperduoda savo šilumos, atsiranda šilumos nuostoliai.

Dėl netinkamos eksploatacijos, nepakankamos priežiūros vertikalios vėdinimo šachtos daugumoje daugiabučių yra užsiteršusios ir nebeturi geros traukos. Vienas iš ventiliacijos sistemos pertvarkymo būdų yra natūralios vėdinimo sistemos atnaujinimas, ventiliacijos šachtų išvalymas. Nors šis būdas yra pigiausias ir greičiausias, tačiau ekonominiu požiūriu nėra naudingas, todėl modernizuojant daugiabučius siūloma įrengti rekuperacinę vėdinimo sistemą.

Rekuperacinė vėdinimo sistema – mechaninis patalpų vėdinimo būdas, kada apie 95 % šalinamo oro šilumos yra atiduodama vėdinimo įrenginiui ir naudojama iš lauko ateinančiam orui pašildyti. Šiuo metu modernizuojant daugiabučius namus galima pasirinkti vieną iš dviejų mechaninės vėdinimo sistemos tipų: centralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą (1.14 pav.) arba necentralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą (1.15 pav.).

Centralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema. Įdiegiant šią sistemą daugiabutyje vėdinimo įrenginys dažniausiai yra keliamas ant pastato stogo arba montuojamas rūsyje. Įrengus vėdinimo įrenginį rūsyje iškyla papildomų problemų dėl išmetamo oro nuvedimo.

Iš patalpų oras šalinamas per esamus natūralaus vėdinimo ortakius specialiai įrengtose vertikaliose šachtose. Kiekvienas daugiabučio butas turi ortakį pro kurį šalinamas užterštas patalpų oras. Vėdinimo ortakiai pastate iškeliami už lauko sienų ir komponuojami į atitvaros šiltinimo konstrukcijas, o pačiuose butuose šie ortakiai dažniausiai išvedžiojami po pakabinamomis lubomis koridoriuose. Iš čia ortakiai per atitvarą sujungiami su vėdinamomis patalpomis.

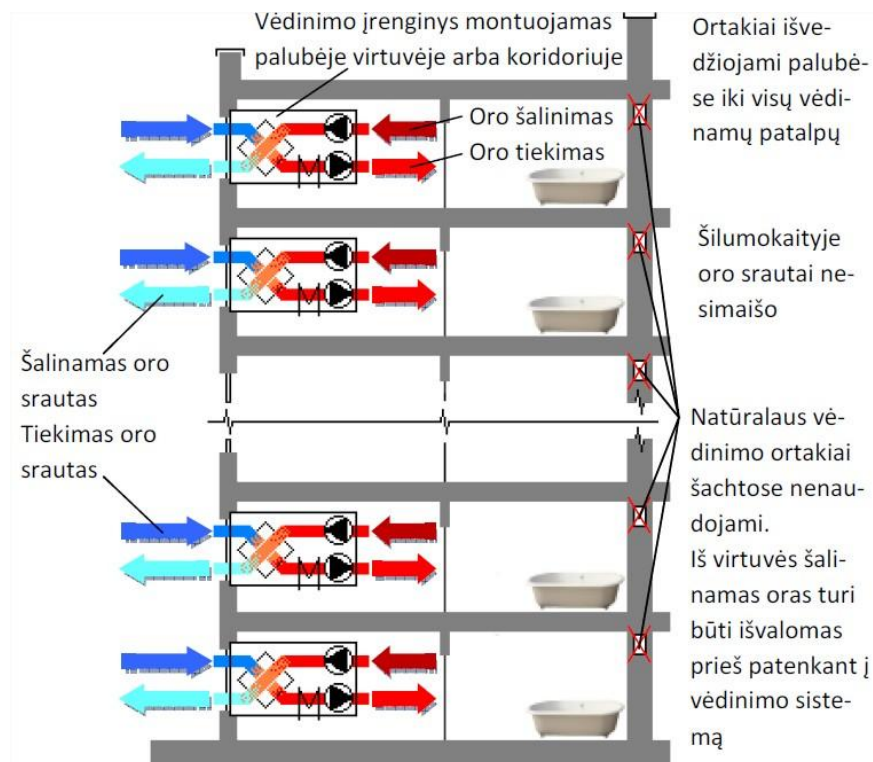


1.14 pav. Centralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema (Alternatyvių... 2010)

Necentralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema. Ši sistema naudojama atskiruose butuose ar kambariuose. Sistemos veikimo principas yra panašus į centralizuotos, tačiau skiriasi tuo, kad kiekviename bute įrengiamas individualus vėdinimo įrenginys.

Lauko oras per paėmimo groteles patenka į vėdinimo įrenginį ir šilumokaityje pašildomas naudojant šalinamo oro srauto šilumą. Vėdinimo įrenginio šildytuve tiekiamas oro srautas pašildomas iki reikiamos temperatūros. Ortakiai išvedžiojami panašiai kaip ir centralizuotos sistemos atveju. Įrengiant sistemą po pakabinamomis lubomis reikia nepamiršti palikti angų sistemos apžiūrai. Svarbu atkreipti dėmesį į oro paėmimo ir išmetimo grotelių išdėstymą. Jei šios groteles bus per arti viena kitos, galimi oro srautų maišymaisi.

Necentralizuota vėdinimo sistema skiriasi nuo centralizuotos tuo, kad ši sistema yra lengvai reguliuojama, kiekvienas gyventojas gali nusistatyti oro srautus pagal individualius poreikius. Išsprendžiama energijos kaštų paskirstymo butams problema. Tačiau vėdinimo įrenginiai skleidžia triukšmą, todėl reikia numatyti jo slopinimo priemones (Alternatyvių... 2010).



1.15 pav. Necentralizuota rekuperacinė vėdinimo sistema (Alternatyvių... 2010)

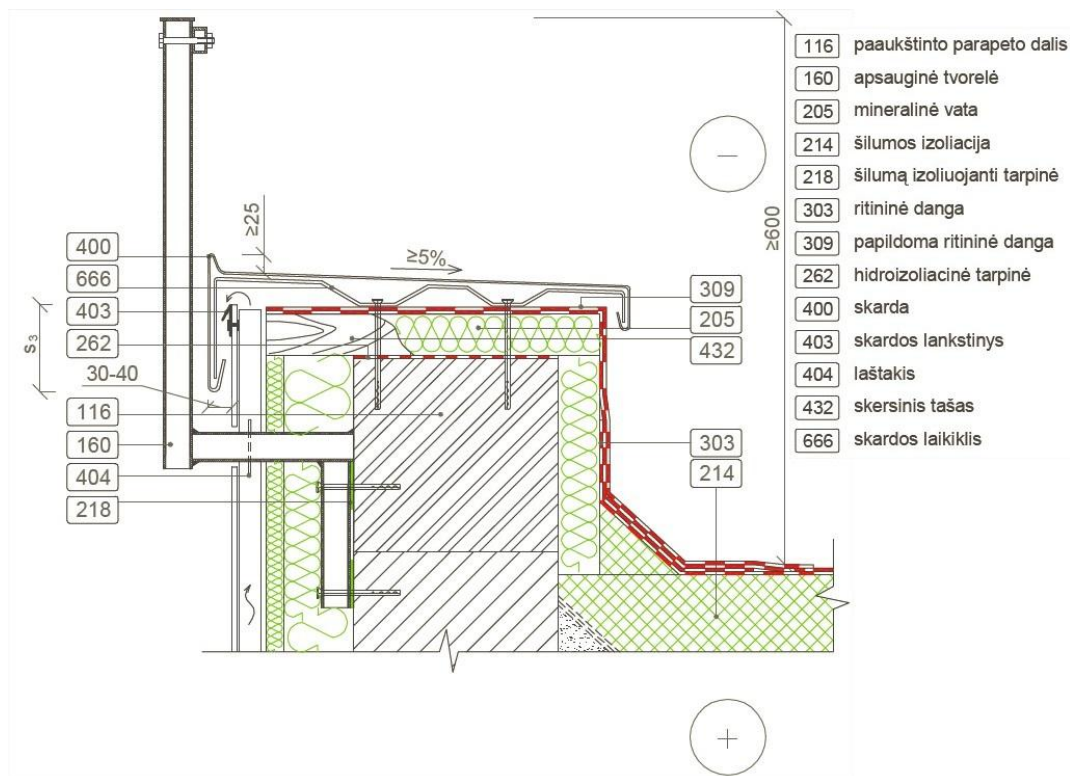
Mechaninė vėdinimo sistema leidžia sutaupyti didelę dalį energijos, jos atsipirkimo laikas nėra ilgas. Be ekonominės naudos ši sistema pagerina gyvenamos aplinkos kokybę, komforto lygį, sumažėja dulkių kiekis, nesudaromos sąlygos pelėsiams augti. Tačiau kaip ir kiekviena priemonė, ši sistema turi trūkumų. Vienas iš jų yra tas, kad dėl didelio pastatų aukštingumo susidaro problemos ilgų ortakijų vedimui. Tokios sistemos pasireiškia santykinai mažomis oro srautų kontroliavimo galimybėmis (Alternatyvių... 2010).

1.4.3. Stogo šiltinimas

Atnaujinant plokščią daugiabučio namo stogą papildomą šilumos izoliaciją rekomenduojama dėti iš viršaus, kadangi toks būdas yra patogesnis ir efektyvesnis. Prieš dedant naują šilumos izoliaciją reikėtų pašalinti seną stogo bituminę ruloninę dangą, gerai išdžiovinti įmirkusias stogo vietas, kruopščiai nuvalyti ir išvėdinti betono plokštes. Po hidroizoliaciniu sluoksniu turi būti įrengtas vandens garų slėgio išlyginamasis sluoksnis ir numatyta garų nuvedimo sistema. Hidroizoliacinė stogo danga turi būti įrengta taip, kad pastatas būtų patikimai apsaugotas nuo atmosferos kritulių ir stogas ilgai būtų kokybiškas.

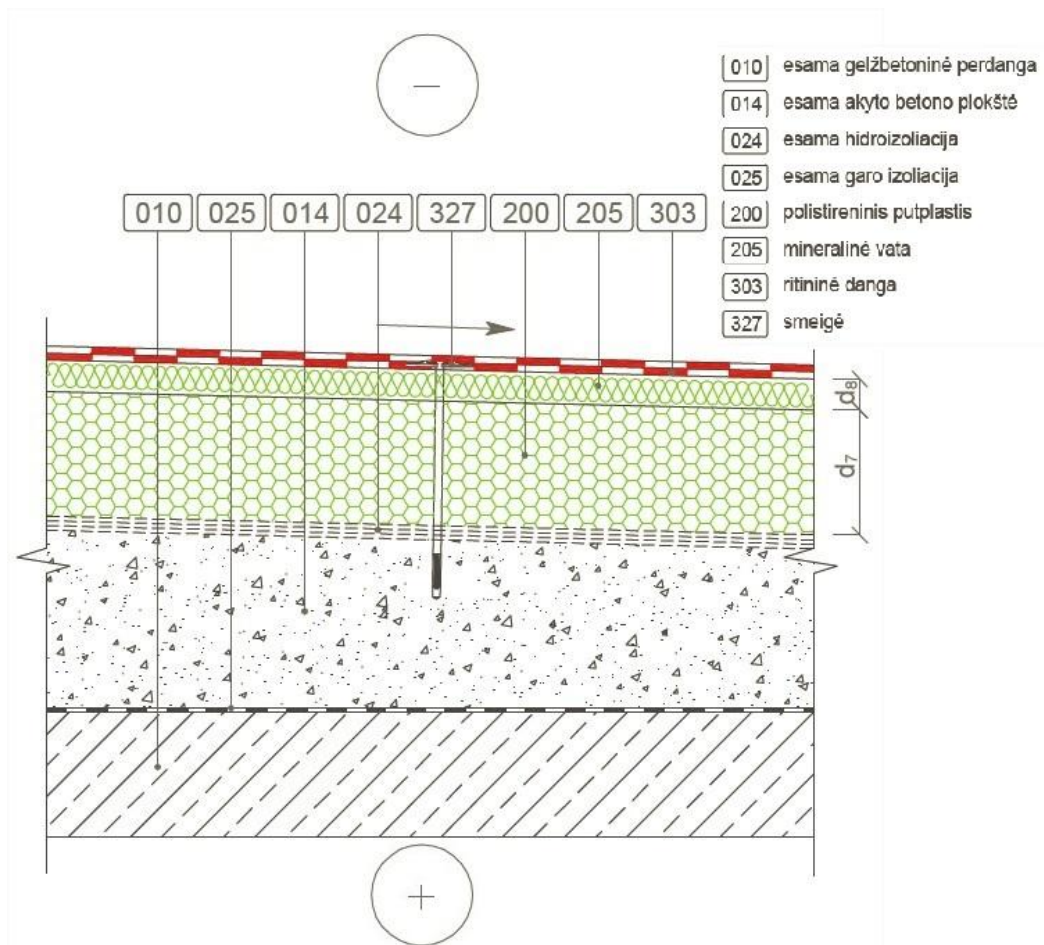
Ant paruošto paviršiaus dengiama papildoma šilumos izoliacija ir stogas uždengiamas nauja bitumine danga. Šiuo metu populiariausios bituminės prilydomos ritininės dangos, kurios ant stogo klijuojamos vienu arba dviem sluoksniais. Šios dangos kraštas turi būti gerai pritvirtintas, kad neatšoktų, nenuslinktų ir pro ją negalėtų prasiskverbti vanduo, kuris drėkintų pastato sienas.

Tose vietose, kur stogas jungiasi su sienomis ir kitais vertikaliais paviršiais (1.16 pav.), šie paviršiai turi būti padengti hidroizoliacine danga aukštynu nuo stogo paviršiaus ne mažiau kaip 300 mm. Hidroizoliacinės dangos kraštas vertikaliame paviršiuje turi būti tinkamai užsandarintas. Jei parapeto aukštis >300 mm, viršutinis hidroizoliacinės dangos kraštas įleidžiamas į parapeto rėžį arba uždengiamas lakštinėmis medžiagomis. Taip pat, atliekant stogo atnaujinimo darbus, būtina apsaugoti visas įlajas nuo užteršimo.



1.16 pav. Parapeto šiltinimo mazgas (Ignatavičius, Skrodenis 2011)

Plokščiųjų stogų šilumos izoliacija susideda iš vieno arba dviejų sluoksnių. Tais atvejais, kai šilumos izoliacija daroma iš vieno sluoksnio polistireninio putplasčio plokščių, jų briaunos turi būti su grioveliais. Jei šilumos izoliacija daroma iš kelių sluoksnių (1.17 pav.), jų siūlės neturi sutapti. Viršutinis sluoksnis tolygiai paskirsto apkrovą, kurias turi atlaikyti visa stogo šilumos izoliacija. Apatinis šiluminės izoliacijos sluoksnis sudaro pagrindinę šilumą izoliuojančios medžiagos dalį ir jo storis parenkamas priklausomai nuo pageidaujamos stogo konstrukcijos šiluminės varžos. Plokščiųjų stogų šiltinimui gali būti naudojamos lengvos ir aplinkos temperatūrų pokyčiams atsparios šiltinimo medžiagos: mineralinė vata, poliuretanai, polistireninis putplastis, polizocianuratas, pūstas stiklas, ekovata, termovata ir kitos (Ignatavičius, Skrodenis 2011).



1.17 pav. Stogo šiltinimas dviejų sluoksnių šilumos izoliacija (Ignatavičius, Skrodenis 2011)

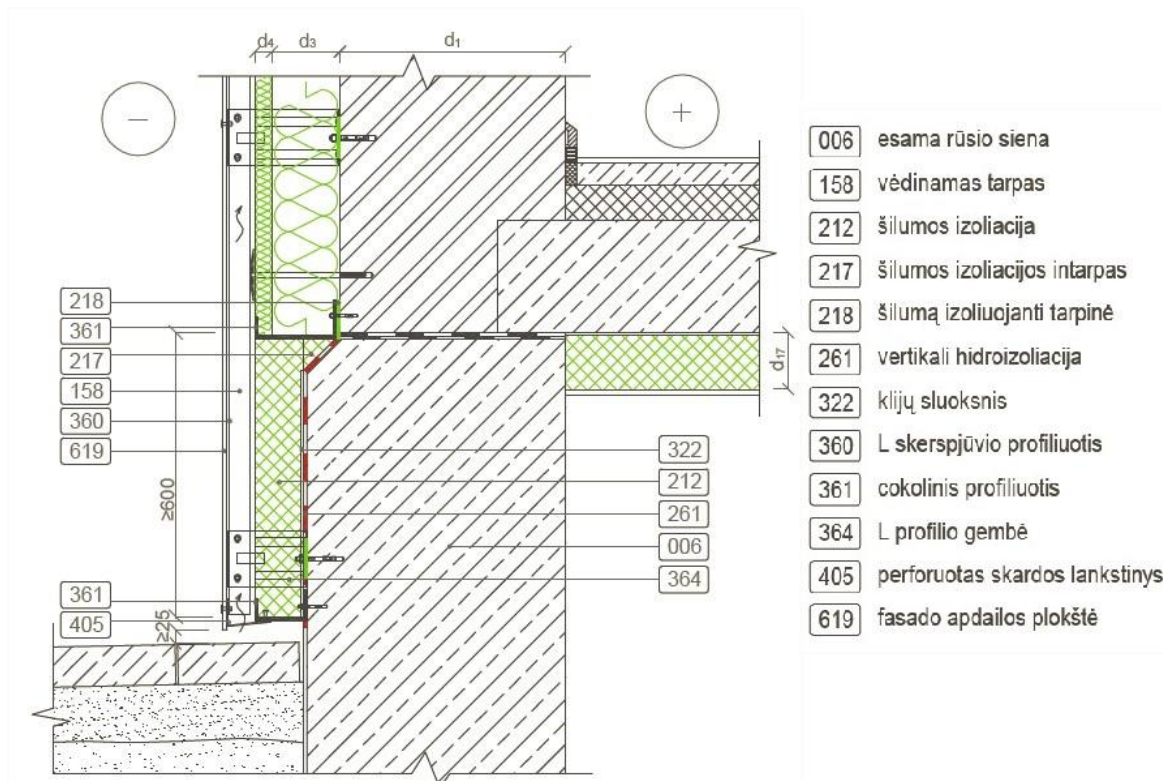
1.4.4. Išorės sienų ir cokolio šiltinimas

Cokolio šiltinimas. Visada, prieš pradedant šildyti cokolius, būtina antiseptinėmis priemonėmis sunaikinti ant cokelių paviršiaus esančius mikromicetus, mechaniškai nuvalyti silpnas, nekokybiškas cokolio apdailos vietas, jas išlyginti ir tik tada dėti šilumos izoliaciją. Apdailai galima naudoti smūgiams atsparų plonasluoksnį armuotą tinką arba įvairias lakštines medžiagas (eternito

arba kitos plokštės). Tačiau pastatų eksploatavimas parodė, kad plonasluoksnis tinkas fasaduose dažnai sutrūkinėja, o plokštės lieka nepažeistos (1.18 pav.).

Cokolio izoliacinį sluoksnį veikia lietaus vanduo, grunto drėgmė, dirvos rūgštys ir kiti aplinkos ir mechaniniai poveikiai. Norint užtikrinti efektyvią cokolio apsaugą nuo šių poveikių, jo izoliacijai reikia naudoti tvirtas, vandeniui atsparias ir geras šilumines savybes turinčias medžiagas. Viena iš tokių medžiagų yra ekstruzinio polistireno plokštės. Jos pasižymi labai mažu vandens įgeriamumu, dideliu atsparumu apkrovoms, geromis šiluminėmis savybėmis ir yra ilgaamžis. Bendrosios rekomendacijos cokolio šiltinimui (Ignatavičius *et al.* 2012):

- Ekstruzinio polistireno plokštės klijuojamos prie cokolio cemento arba bituminiais klijais ir tvirtinamos mechaniškai. Cokolio izoliacija plokštėmis turi iškilti ne mažiau kaip 30 cm virš grunto.
- Cokolio šilumos izoliacija turi susijungti su išorės sienos šilumos izoliacija, kad sienoje būtų išvengta šaltio tiltelių.
- Tarp cokolio ir išorės sienos būtina įrengti hidroizoliaciją.
- Atliekant nevėdinamo cokolio apdailą, ekstruzinio polistireno plokštės aptinkuojamos, prieš tai jų paviršių pašiaušus ir pritvirtinus armavimo tinklą.



1.18 pav. Vėdinamo cokolio šiltinimo mazgas (Ignatavičius, Skrodenis 2011)

Lauko sienų šiltinimas. Modernizuojamų išorinių atitvarų šiltinimui naudojamos lengvos ir efektyviai šilumą izoliuojančios medžiagos: polistireninis putplastis, mineralinė vata,

pūstas stiklas, poliuretanas ir kt. Svarbu, kad jos ne tik gerai izoliuotų šilumą, bet ir būtų atsparios ugniai.

Lauko sienas šildyti galima iš išorės arba iš vidaus, tačiau šildant pastatus iš vidaus sumažėja patalpų plotas, pablogėja klimatas patalpoje ir šis būdas nėra labai efektyvus. Šildant išorės sienas gali būti naudojama vėdinama (1.19 pav.) arba nevėdinama sienų šiltinimo sistema (1.20 pav.).

Vėdinamų sienų (1.19 pav.) šilumą izoliuojančio sluoksnio ir apdailos sistemos karkasas turi atlaikyti savąjį svorį. Sistemos karkaso sujungimai turi būti tame pačiame apdailos plokštės aukštyje, kad deformacijos nesukeltų įtempimų apdailoje. Vertikalių apkrovų veikiamo pagrindinio horizontalaus sistemos karkaso elementų įlinkis turi būti ne didesnis kaip $L/500$ (L – atstumas tarp gretimų horizontalaus profilio pritvirtinimo prie pastato laikančiosios sienos taškų, m) ir ne didesnis kaip 3 mm. Profilių deformacijos neturi paveikti apdailos ir sukelti įtempimų apdailos elementuose. Profilių sudūrimai turi sutapti su plokščių sudūrimais ir šie sudūrimai turi būti tame pačiame aukštyje.

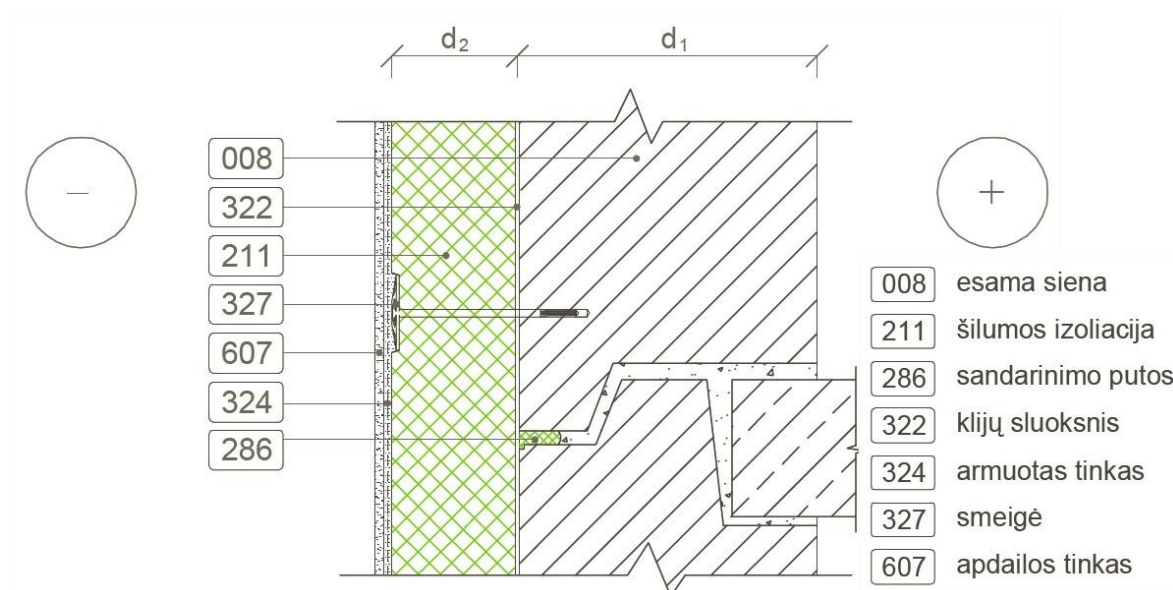


1.19 pav. Vėdinama sienų šiltinimo sistema (Ignatavičius, Skrodenis 2011)

Šilumą izoliuojantis sluoksnis turi būti prigludęs prie pastato sienos. Jis prispaudžiamas karkaso elementais arba smeigėmis. Šilumą izoliuojantis sluoksnis turi būti vientisas, be plyšių ir įspaudimų. Montavimo metu susidarę šio sluoksnio vientisumo pažeidimai turi būti užtaisyti ta pačia medžiaga. Šilumą izoliuojančio sluoksnio apsaugai nuo oro tarpe judančio oro ir drėgmės poveikio turi būti įrengiamas vėjo izoliacinis sluoksnis. Šis sluoksnis turi užtikrinti pakankamą vandens garų pralaidumą, apsaugoti atitvarą nuo drėgmės kaupimosi.

Vėdinamo oro tarpo storis negali būti mažesnis už 25 mm, o vėdinamų angų plotas negali būti mažesnis už 50 cm² vienam sienos ilgio metrui. Vėdinimo angos turi būti įrengtos viršutinėje ir apatinėje konstrukcijos dalyje. Drenažinės angos šilumą izoliuojančio sluoksnio ir apdailos sistemoje turi būti įrengtos taip, kad į vėdinamą oro tarpą iš išorės patekęs arba kondensacinis vanduo nepatektų į šilumą izoliuojantį ar kitus konstrukcijos sluoksnius ir galėtų laisvai pasišalinti iš konstrukcijos (STR 2.01.11:2012).

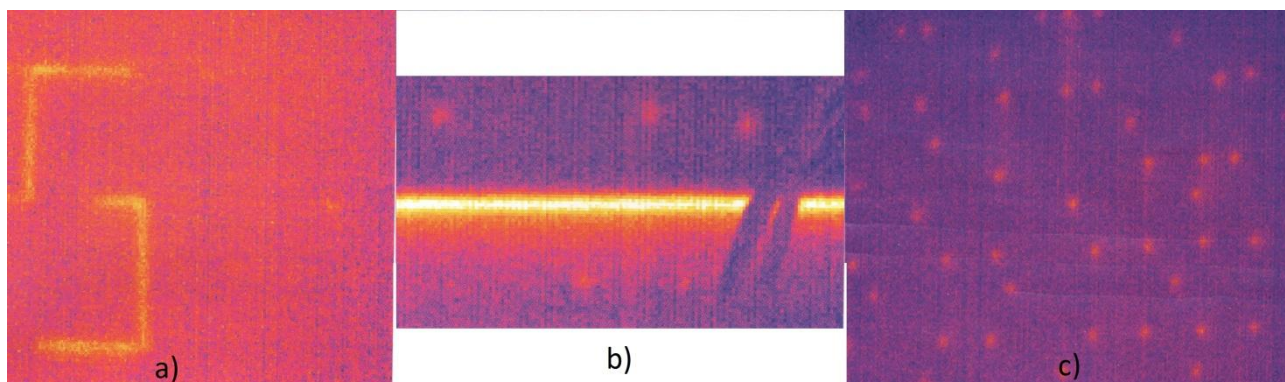
Nevėdinamo (1.20 pav.) šilumą izoliuojančio sluoksnio sistemas sudaro: šilumą izoliuojanti medžiaga, tvirtinimo elementai arba klijai, armuotas sluoksnis, armavimo tinklelis, apdailos sluoksnis. Tinkuojamas šilumą izoliuojantis sluoksnis tvirtinamas prie išorės sienos klijais, mechaniniais tvirtinimo elementais arba abiem (STR 2.01.10:2007).



1.20 pav. Nevėdinama sienų šiltinimo sistema (Ignatavičius, Skrodenis 2011)

Norint išvengti montavimo klaidų (1.21 pav.) ir pasiekti gerų rezultatų, šiltinant lauko sienas turi būti laikomasi šių pagrindinių taisyklių (Ignatavičius *et al.* 2012):

- šilumos izoliacija turi priglusti prie šiltinamo paviršiaus;
- šilumos izoliacijos plokštės turi būti perstumtos viena kitos atžvilgiu;
- įrengiant dviejų sluoksnių šilumos izoliaciją, antro sluoksnio gaminiai turi uždengti po jais esančių plokščių siūles;
- plyšiai tarp šilumos izoliacijos plokščių turi būti užkamšyti (užpildyti);
- kai šilumos izoliacijos sluoksnis vėdinamose sienose įrengiamas iš universalių plokščių, būtina įrengti apsaugą nuo vėjo;
- smeigių kiekis šiltinimo sistemos mechaniniam tvirtinimui turi būti apskaičiuojamas pagal STR 2.01.10:2007 „Išorės tinkuojamos sudėtinės termoizoliacinės sistemos“ priedo reikalavimus.

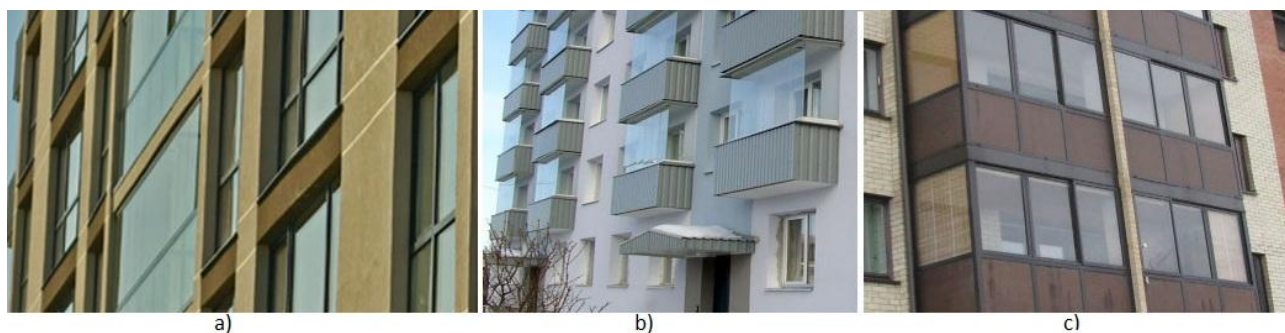


1.21 pav. Nekokybiškai atlikti šiltinimo darbai: a) siūlės tarp šiltinamųjų sluoksnių, b) neteisinga cokolio jungtis, c) netvarkingai išdėstytos smeigės (Ignatavičius 2010)

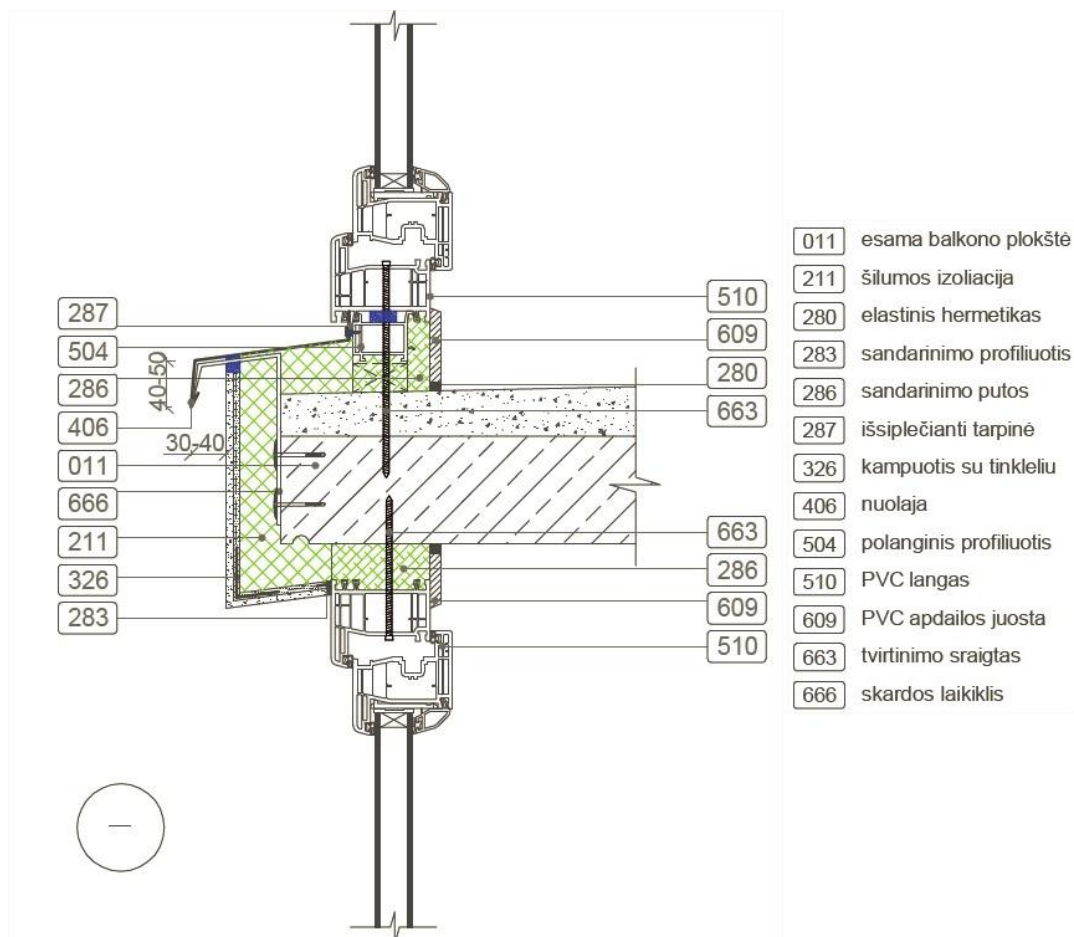
1.4.5. Balkonų ir lodžijų stiklinimas

Balkonų ir lodžijų stiklinimas atnaujinant daugiabučius namus pagerina namo estetinį vaizdą ir apsaugo atitvaras nuo žalingo aplinkos poveikio, žymiai pagerina šilumos izoliacijos savybes. Taip pat sumažėja triukšmo lygis patalpose. Įstiklinus ir apšiltinus balkonus atsiranda galimybė išplėsti naudingą buto plotą, sujungiant juos su gyvenamąja erdve (Ignatavičius, Skrodenis 2011).

Balkonus galima stiklinti įvairiais būdais (1.22 pav.) – berėmėmis, aliuminio, PVC profilių sistemomis ir kt. Aliumininiai profiliuočiai yra tvirti ir atsparūs atmosferos poveikiams. Pagrindiniai aliumininiai profiliuočiai yra viršutinis ir apatinis. Viršutinis aliumininis profiliuotis tvirtinamas prie viršutinės balkono perdengimo plokštės, apatinis profiliuotis – ant balkono (lodžijos) aptvaro. Toks montavimo būdas leidžia be pakitimų išsaugoti esamą balkono aptvarą. Profiliuočiai į betoną tvirtinami sraigtais. Stiklinant balkonus ir lodžijas galima panaikinti esamą jų aptvarą, tokiu būdu į gyvenamas patalpas pateks daugiau šviesos. Balkonus (lodžijas) stiklinant PVC profilių langais (1.23 pav.) naudojami tie patys plastikinių langų profiliai ir stiklo paketai kaip ir keičiant pastato langus. Varstomos dalys gali būti atidaromos ar atverčiamos. Taip įstiklintas balkonas (lodžija) yra sandarus, o butas izoliuojamas nuo išorinių veiksnių – kritulių, triukšmo ir taupoma šiluma. Montavimui naudojamos tokios pat medžiagos kaip ir montuojant langus.



1.22 pav. Balkonų stiklinimo būdai: a) PVC profiliais b) berėmė sistema c) rėminė sistema



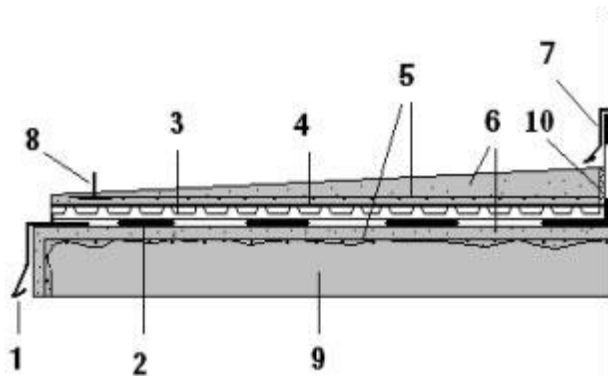
1.23 pav. Balkonų stiklinimas PVC profiliuotais langais (Ignatavičius, Skrodenis 2011)

Kitas galimas balkonų renovacijos variantas – balkonų praplėtimas. Šiuo atveju, įvertinus senų balkonų būklę, nuardžius esamas atitvaras, galima praplėsti balkoną iki pageidaujamo ir techniškai leistino balkono pločio (Ignatavičius, Skrodenis 2011).

Modernizuojant balkonus ir lodžijas reikia ne tik juos įstiklinti, tačiau ir sustiprinti jo betoninį pagrindą, kuris nuo aplinkos bei temperatūros poveikių būna nusidėvėjęs. Stiprinant balkonus (1.24 pav.) suiręs balkono pagrindo betonas turi būti nuvalomas jį nudaužant mechanizuotai, arba rankiniu būdu. Paliekamas tik tvirtas balkono pagrindo betonas. Nuvalius netvirtą betoną, patikrinamas armatūros stovis ir, jei reikia, ji sustiprinama privirinant papildomus armatūros strypus.

Naujam betono sluoksniui išlieti gelžbetoninės plokštės kraštuose ir apačioje įrengiami klojiniai. Cinkuota skarda apskardinami g/b plokštės kraštai. Ant naujo betono įrengiama polimerbituminė armuota arba EPDM hidroizoliacija, bei drenažinis sluoksnis.

Toliau formuojamas armuotas betoninis nuolydis ir įdedamos metalinės įdėtinės detalės naujo balkono aptvėrimo suvirinimui. Viršutinio aukšto balkonams, kurie yra be stogelių, rekomenduojama įrengti prijungimą prie vertikalaus paviršiaus.

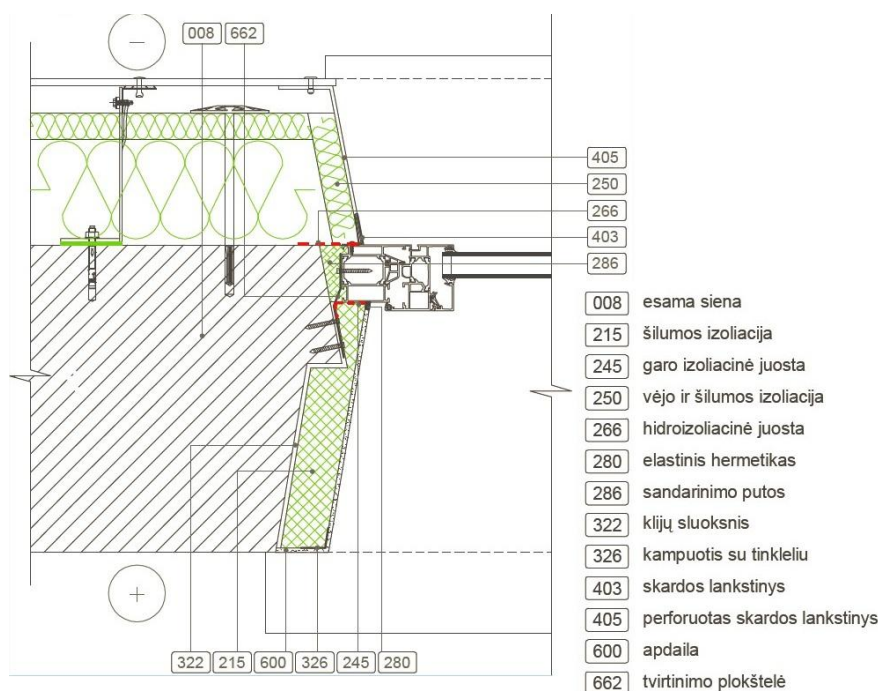


1.24 pav. Balkono gelžbetoninės plokštės atnaujinimas: 1 – nuolaja; 2 – prilydoma polimerbituminė hidroizoliacija; 3 – korys; 4 – geotekstilė; 5 – armuotas tinkas; 6 – betonas; 7 – nuolaja; 8 – įdėtinė detalė; 9 – sena gelžbetoninė plokštė; 10 – tarpinė. (Balkonų lodžijų... 2013)

1.4.6. Laiptinių lauko, tambūro durų ir butų langų keitimas

Tinkamas langų ir išorinės durų montavimas turi didelę įtaką pastato energijos taupymui ir šilumos išsaugojimui. Langų ir išorinių durų techniniai parametrai priklauso nuo to, ar kokybiškai buvo atlikti montavimo darbai ir kokios medžiagos buvo naudojamos užsandarinant tarpus tarp rėmo ir sienos. Labi svarbu yra tinkamai ir kokybiškai užsandarinti siūles, kad drėgmė nepatektų į siūlės vidų.

Keičiant pastato langus ar duris, galima juos montuoti išorinėje pastato sienos pusėje (1.25 pav.). Tokiu būdu išvengiama lauko angokraščio apšiltinimo problemų ir lango (durų) išorinis angokraštis būna ne toks platus. Išorinės durys gaminamos iš PVC, aliumininio ar metalinio profiliuotio, o seni langai ir balkono durys keičiami į naujus PVC ar medinius gaminius su selektyvinio stiklo paketais, balkono durų apatinėje dalyje naudojama plokštė su šilumos izoliacijos užpildu arba stiklo paketas.

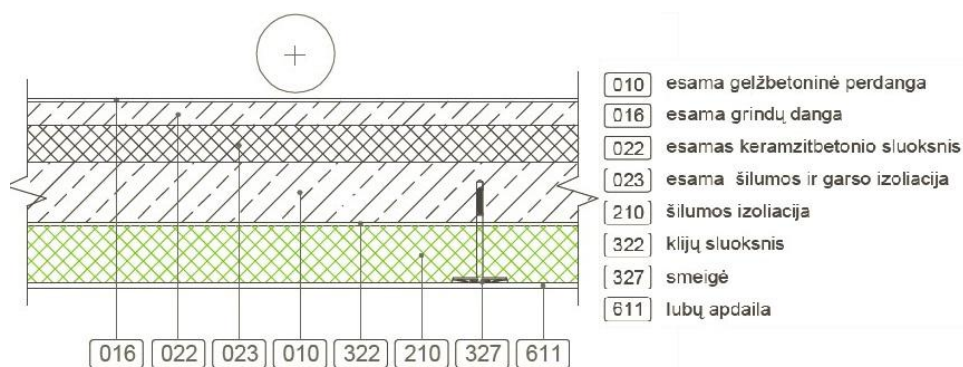


1.25 pav. Lango įstiklinimas išorinėje sienos pusėje (Ignatavičius, Skrodenis 2011)

Naudojant šiuolaikinius šešių kamerų, trigubų stiklų paketų langus, kurių šilumos laidumo koeficientas siekia tik $U=0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$ galima sutaupyti daug energijos, tačiau montuojant langus ir duris svarbu tinkamai apšiltinti ir užsandarinti sienų ir langų bei sienų ir durų sujungimus. Vidinėje lango ar durų pusėje būtina įrengti garo izoliaciją. Iš išorinės pusės būtina gerai užsandarinti lango ar durų ir sienos siūlę, tam naudojamos vandens garams pralaidžios medžiagos, kurios apsaugo nuo kenksmingo atmosferos poveikio.

1.4.7. Rūsio perdangos šiltinimas

Po pirmojo aukšto grindimis yra nešildomo rūsio patalpos. Norint sumažinti šilumos nuostolius per perdangą su nešildomu rūsiu, reikia perdangą papildomai apšiltinti iš apačios (1.26 pav.). Prie sausų ir nuvalytų rūsio lubų klijuojamos šilumos izoliacijos plokštės. Jos tinkuojamos plonasluoksniu armuotu tinku. Jei klijai negali atlaikyti šiltinimo sistemos, tada ji papildomai tvirtinama smeigėmis. Smeigės kalamos pro armavimo tinklą (Ignatavičius, Skrodenis 2011).



1.26 pav. Grindų virš nešildomo rūsio šiltinimas

1.5. PIRMO SKYRIAUS IŠVADOS

1. Apžvelgus teisės aktus, reglamentuojančius stambiaplokščių daugiabučių namų atnaujinimą (modernizavimą) matyti, kad valstybės parama daugiabučių namų savininkams teikiama atsižvelgiant į modernizavimo priemonių energinį efektyvumą, todėl naudinga siekti geriausio rezultato.
2. Išanalizavus Lietuvos stambiaplokščių daugiabučių namų konstrukcijų būklę, galima teigti, kad labiausiai nusidėvėję stogo parapetai, balkonai ir stogeliai virš įėjimo, tačiau pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų nusidėvėjimo laipsnis nedidelis, todėl šiuos pastatus tikslinga modernizuoti.
3. Parenkant priemones daugiabučiams namams modernizuoti svarbu atsižvelgti į aplinkos sąlygas, pastato konstrukcijų būklę, gyventojų poreikius, darbus atlikti kokybiškai ir kompleksiškai.

2. DAUGIABUČIŲ NAMŲ MODERNIZAVIMO ENERGINIO IR EKONOMINIO NAUDINGUMO VERTINIMO METODIKOS

Šiame skyriuje apžvelgiamos Lietuvoje naudojamos energinio ir ekonominio naudingumo įvertinimo metodikos. Pastato energinio naudingumo įvertinimas atliekamas pagal statybos techniniame reglamente STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ aprašytą metodiką. Ekonominio naudingumo vertinimo metodikų yra daug, todėl šiame skyriuje apžvelgiamos pagrindinės iš jų.

Šios analizės tikslas – išanalizuoti energinio ir ekonominio naudingumo vertinimo metodikas ir išsiaiškinti, kokie kriterijai yra svarbūs, siekiant, kad modernizuotas daugiabutis suvartotų kuo mažiau energijos ir galėtų būti priskirtas mažai energijos vartojantiems pastatams (B, A ir A+ energinio naudingumo klasės) arba beveik nevartojantiems energijos pastatams (A++ energinio naudingumo klasė).

2.1. ENERGINIO NAUDINGUMO ĮVERTINIMO METODIKA

Ši metodika skirta energijos suvartojimui pastate skaičiuoti ir pastato energiniam naudingumui įvertinti. Pastato energinio naudingumo klasė nustatoma pagal šių pastato rodiklių vertes (STR 2.01.09:2012):

- pastato atitvarų skaičiuojamųjų savitųjų šilumos nuostolių;
- pastato sandarumo;
- mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistemos techninių rodiklių;
- pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklio C_1 vertę, apibūdinančią pirminės neatsinaujinančios energijos vartojimo efektyvumą šildymui, vėsinimui ir apšvietimui;
- pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklio C_2 vertę, apibūdinančią pirminės neatsinaujinančios energijos vartojimo efektyvumą karštam buitiniam vandeniui ruošti;
- pastate sunaudojamos energijos dalį iš atsinaujinančių išteklių.

Atitinkamos energinio naudingumo klasės pastatų energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelėje nurodytus reikalavimus.

2.1 lentelė. Energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės (pagal STR 2.01.09:2012)

Energinio naudingumo klasė	C_1	C_2
A++	$C_1 < 0,25$	$C_2 \leq 0,70$
A+	$0,25 \leq C_1 < 0,375$	$C_2 \leq 0,80$
A	$0,375 \leq C_1 < 0,5$	$C_2 \leq 0,85$
B	$0,5 \leq C_1 < 1$	$C_2 \leq 0,99$
C	$1 \leq C_1 < 1,5$	$C_2 \leq 0,99$
D	$1,5 \leq C_1 < 2$	-
E	$2 \leq C_1 < 2,5$	-
F	$2,5 \leq C_1 < 3$	-
G	$C_1 \geq 3$	-

Aukštesnių energinio naudingumo klasių (D, C, B, A, A+, A++) pastatai turi tenkinti visus 2.2 lentelėje išvardintus reikalavimus.

2.2 lentelė. Reikalavimai D, C, B, A, A+, A++ energinio naudingumo klasės pastatams (STR 2.01.09:2012)

Pastatų energinio naudingumo klasė	Reikalavimai atitinkamos energinio naudingumo klasės pastatams
D klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklio C_1 vertė turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už atskaitinių pastatų atitvarų savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.19) formulę: $H_{env} \leq H_{env.R}$
C ir B klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už norminius savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.20) formulę: $H_{env} \leq H_{env.N}$
A klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už norminius savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.21) formulę: $H_{env} \leq H_{env.(A)}$
	3. Pastato sandarumas turi atitikti šio STR 2.01.09:2012 priedo XXVII skyriaus reikalavimus
	4. Jei pastate įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,65, o rekuperatoriaus ventiliatoriaus naudojamas elektros energijos kiekis turi būti ne didesnis už 0,75 Wh/m ³
A+ klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už norminius savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.22) formulę: $H_{env} \leq H_{env.(A+)}$
	3. Pastato sandarumas turi atitikti šio STR 2.01.09:2012 priedo XXVII skyriaus reikalavimus
	4. Jei pastate įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,80, o rekuperatoriaus ventiliatoriaus naudojamas elektros energijos kiekis turi būti ne didesnis už 0,55 Wh/m ³
A++ klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už norminius savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.23) formulę: $H_{env} \leq H_{env.(A++)}$
	3. Pastato sandarumas turi atitikti STR 2.01.09:2012 priedo XXVII skyriaus reikalavimus
	4. Jei pastate įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,90, o rekuperatoriaus ventiliatoriaus naudojamas elektros energijos kiekis turi būti ne didesnis už 0,45 Wh/m ³
	5. Pastate sunaudota energijos dalis iš atsinaujinančių išteklių turi tenkinti šio STR 2.01.09:2012 priedo 90 punkto reikalavimus

Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai. Daugiabučiame name šilumos nuostoliai patiriami per lauko sienas, stogą, grindis virš nešildomų vėdinamų rūšių, langus ir išorės duris.

Šilumos nuostoliai dėl išorės sienų nesandarumo. Šilumos nuostoliai dėl pastato išorės sienų nesandarumo skaičiuojami pagal (2.1) formulę.

$$Q_{1.w} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H.w,m} \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} (Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m})}; \quad (2.1)$$

čia $Q_{H.w,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per pastato sienas (kWh/(m²·mėn));

$Q_{H,m}$ – skaičiuojamieji šilumos poreikiai pastatui šildyti (kWh/(m²·mėn));

$Q_{H.env,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai dėl pastato šildymo (kWh/(m²·mėn));

$Q_{H.vent,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo (kWh/(m²·mėn)).

Šilumos nuostoliai dėl pastato stogo nesandarumo. Šilumos nuostoliai dėl pastato stogo nesandarumo skaičiuojami pagal (2.2) formulę.

$$Q_{1.r} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H.r,m} \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} (Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m})}; \quad (2.2)$$

čia $Q_{H.r,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per pastato stogą (kWh/(m²·mėn)).

Šilumos nuostoliai dėl grindų virš nešildomų vėdinamų rūšių nesandarumo. Šilumos nuostoliai dėl grindų virš nešildomų vėdinamų rūšių nesandarumo skaičiuojami pagal (2.3) formulę.

$$Q_{1.fg5} = \sum_{m=1}^{12} \left(\frac{0,001 \cdot t_m \cdot 24}{A_p} \cdot \Phi_{H.fg5,m} \right) \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} (Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m})}; \quad (2.3)$$

čia $\Phi_{H.fg5,m}$ – skaičiuojamasis šilumos srautas per grindis virš nešildomų vėdinamų rūšių (W);

0,001 – daugiklis W pervesti į kW;

t_m – dienų skaičius atitinkamame metų mėnesyje (vnt);

24 – valandų kiekis dienoje (h);

A_p – pastato šildomas plotas (m²).

Šilumos nuostoliai dėl pastato langų ir kitų skaidrių atitvarų nesandarumo. Šilumos nuostoliai dėl pastato langų ir kitų skaidrių atitvarų nesandarumo skaičiuojami pagal (2.4) formulę.

$$Q_{1.wda} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H.wda,m} \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} (Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m})}; \quad (2.4)$$

čia $Q_{H.wda,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per pastato langus (kWh/(m²·mėn)).

Šilumos nuostoliai dėl pastato durų, vartų nesandarumo. Šilumos nuostoliai dėl pastato lauko durų, vartų nesandarumo skaičiuojami pagal (2.5) formulę.

$$Q_{1.d} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H.d,m} \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} (Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m})}; \quad (2.5)$$

čia $Q_{H.d,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per pastato lauko duris (kWh/(m²·mėn)).

Pastato sandarumas. Šilumos nuostolių skaičiavimas per pastato ilginius šiluminius tiltelius turi būti atliktas šiems tilteliams:

- tarp pastato pamatų ir išorinių sienų;
- apie langų angas sienose;
- apie išorinių įėjimo durų angas sienose;
- tarp pastato sienų ir stogo;
- fasadų išoriniuose ir vidiniuose kampuose;
- balkonų grindų susikirtimo vietose su išorinėmis sienomis;
- tarp perdangų, kurios ribojasi su išore, ir sienų;
- stoglangių ir švieslangių bei kitų skaidrių atitvarų angų perimetru.

Šilumos nuostoliai per pastato ilginius šiluminius tiltelius, susiję su energijos poreikiais pastatui šildyti, skaičiuojami pagal (2.6) formulę.

$$Q_{1.\Psi} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H.\Psi,m} \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} (Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m})}; \quad (2.6)$$

čia $Q_{H.\Psi,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per pastato ilginius šiluminius tiltelius (kWh/(m²·mėn)).

Šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo. Šilumos nuostolių dėl pastato vėdinimo skaičiuojami pagal (2.7) formulę.

$$Q_{1.vent} = \sum_{m=1}^{12} Q_{H.vent,m} \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} (Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m})}; \quad (2.7)$$

čia $Q_{H.vent,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo (kWh/(m²·mėn)).

Skaičiavimuose turi būti įvertintos šios pastato vėdinimo sistemos:

- natūralaus vėdinimo sistema;
- mechaninio vėdinimo be rekuperacijos sistema be į patalpas tiekiamo oro pašildymo;
- mechaninio vėdinimo be rekuperacijos sistema su į patalpas tiekiamo oro pašildymu;
- mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema be į patalpas tiekiamo oro pašildymo;
- mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema su į patalpas tiekiamo oro pašildymu.

Šilumos nuostoliai dėl viršnorminės oro infiltracijos. Šilumos nuostoliai dėl viršnorminės oro infiltracijos skaičiuojami pagal (2.8) formulę.

$$Q_{1.inf} = \sum_{m=1}^{12} (0.001 \cdot t_m \cdot 24 \cdot \rho_{air} \cdot c_{air} \cdot (v_{inf,m} + v_{do,m} - v_o) \cdot (\theta_{iH} - \theta_{e,m}) \cdot \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{H,m}}{\sum_{m=1}^{12} Q_{H.env,m} + Q_{H.vent,m}}); \quad (2.8)$$

čia ρ_{air} – oro tankis (kg/m^3), $\rho = 1,21 \text{ kg/m}^3$;

c_{air} – oro šiluminė talpa ($\text{Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$);

$v_{inf,m}$ – vidutinis mėnesio į patalpas per valandą infiltruojamas išorės oro kiekis pastato šildomo ploto vienetui ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$);

$v_{do,m}$ – vidutinis mėnesio į patalpas per valandą infiltruojamas išorės oro kiekis dėl išorinių įėjimo durų varstymo pastato šildomo ploto vienetui ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$);

v_o – išorės oro kiekis 1 m^2 pastato vėdinimui ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$);

θ_{iH} – pastato patalpų temperatūra šildymo sezono metu ($^{\circ}\text{C}$);

$\theta_{e,m}$ – atitinkamo mėnesio „m“ vidutinė išorės oro temperatūra ($^{\circ}\text{C}$).

Jei $Q_{1.inf,m} < 0$, tada $Q_{1.inf,m} = 0$, kitais atvejais šilumos nuostoliai dėl viršnorminės infiltracijos atitinka suskaičiuotiems pagal (2.8) formulę.

Šilumos pritekėjimai iš išorės pastato šildymo laikotarpiu. Skaičiuojant šilumos pritekėjimus iš išorės, turi būti įvertinta Saulės spinduliuotė ir dangaus skliauto ilgabangė spinduliuotė, patenkančios į pastatą per skaidrias ir nepermatomas atitvaras. Kiekvieno mėnesio skaičiuojamieji šilumos pritekėjimai į pastatą iš išorės ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$) apskaičiuojami pagal (2.9) formulę.

$$Q_{e,m} = Q_{e.wda,m} + Q_{e.op,m}; \quad (2.9)$$

čia $Q_{e.wda,m}$ – mėnesiniai šilumos pritekėjimai į patalpas per skaidrias atitvaras ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{e.op,m}$ – šilumos pritekėjimai į patalpas per nepermatomas atitvaras ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$).

Vidiniai šilumos išskirimai pastato šildymo laikotarpiu. Kiekvieno mėnesio vidiniai šilumos išskirimai pastato šildymo laikotarpiu skaičiuojami pagal (2.10) formulę.

$$Q_{i,m} = 0,001 \cdot t_m \cdot \frac{g_o \cdot t}{A_o} + Q_{E.eq,m} + Q_{E.lg,m} + 0,5 \cdot Q_{hw.Ls,m} + Q_{hw.LSL,m}; \quad (2.10)$$

čia $Q_{E.eq,m}$ – kiekvieno mėnesio pastato šildomose patalpose esančios įrangos skaičiuojamosios elektros energijos sąnaudos ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{E.lg,m}$ – skaičiuojamosios elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{hw.Ls,m}$ – mėnesiniai skaičiuojamieji šilumos nuostoliai prie karšto vandens ruošimo sistemos įrangos prijungtuose karšto vandens paskirstymo stovų vamzdynuose ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{hw.LSL,m}$ – skaičiuojamieji šilumos nuostoliai patalpų skirstomuosiuose vamzdynuose ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

g_o – žmogaus išskiriama šiluma (W);

t – žmonių buvimo patalpoje laikas per parą (h);

A_0 – plotas vienam žmogui (m^2).

Šilumos nuostoliai, kuriuos pastato šildymo laikotarpiu kompensuoja šilumos pritekėjimai iš išorės ir vidiniai šilumos išskyrimai. Šis dydis skaičiuojamas pagal (2.11) formulę.

$$Q_{gn} = \sum_{m=1}^{12} [\eta_{H,gn,m} \cdot (Q_{e,m} + Q_{i,m})]; \quad (2.11)$$

čia $\eta_{H,gn,m}$ – skaičiuojamasis šilumos pritekėjimų suvartojimo pastate faktorius, (vnt.d.).

Suminės elektros energijos sąnaudos pastate. Metinės skaičiuojamosios elektros energijos sąnaudos pastate skaičiuojamos pagal (2.12) formulę.

$$Q_E = \sum_{m=1}^{12} (Q_{E.eq,m} + Q_{E.lg,m} + Q_{E.e,m} + Q_{E.vent,m} + Q_{C.E,m}); \quad (2.12)$$

čia $Q_{E.e,m}$ – kiekvieno mėnesio skaičiuojamosios elektros energijos sąnaudos ne šildomame pastato plote kitoms su pastato paskirtimi susijusioms reikmėms ($kWh/(m^2 \cdot mėn)$);

$Q_{E.vent,m}$ – kiekvieno mėnesio pastato mechaninių vėdinimo sistemų ventiliatorių metinės skaičiuojamosios elektros energijos sąnaudos pastato šildomo ploto vienetui ($kWh/(m^2 \cdot mėn)$);

$Q_{C.E,m}$ – kiekvieno mėnesio skaičiuojamosios elektros energijos sąnaudos pastatui vėsinti ($kWh/(m^2 \cdot mėn)$).

Elektros energijos sąnaudos pastatų apšvietimui. Kiekvieno mėnesio skaičiuojamosios elektros energijos sąnaudos šildomų patalpų apšvietimui skaičiuojamos pagal (2.13) formulę.

$$Q_{E.lg,m} = \frac{k_m}{25,89} \cdot 0,5 \cdot f_E \cdot \psi_E \cdot \frac{1}{A_p} \cdot \sum_{x=1}^n (A_{p,x} \cdot \frac{15}{\eta_{E,x}}); \quad (2.13)$$

čia 0,5 – elektros energijos dalis nuo bendro elektros suvartojimo pastato šildomose patalpose, naudojama apšvietimui;

k_m – koeficientas, apibūdinantis elektros energijos patalpų apšvietimui naudojimą atitinkamą metų mėnesį;

25,89 – mėnesinių koeficientų k_m suma;

f_E – elektros energijos dalis, naudojama pastato šildomose patalpose;

ψ_E – metinis elektros energijos suvartojimas pastato ploto vienetui ($kWh/(m^2 \cdot metai)$);

$A_{p,x}$ – pastato patalpų plotas, kuriose įrengta atitinkama patalpų apšvietimo įranga (m^2);

$\eta_{E,x}$ – atitinkamos patalpų apšvietimo įrangos efektyvumo rodiklis (lm/W).

Šiluminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti. Metinės skaičiuojamosios šiluminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti skaičiuojamos pagal (2.14) formulę.

$$Q_{hw} = \sum_{m=1}^{12} (\frac{Q_{hw,m}}{\eta_{hw.eq}} - Q_{hw.SK+WE+HE,m}); \quad (2.14)$$

čia $Q_{hw,m}$ – karšto buitinio vandens ruošimo sistemos mėnesinis šiluminės energijos poreikis karštam vandeniui ruošti ($kWh/(m^2 \cdot mėn)$);

$Q_{hw.SK+WE+HE,m}$ – vėjo elektrinėse, hidroelektrinėse ir Saulės kolektoriuose pagamintas šiluminės energijos kiekis karštam vandeniui ruošti pastato ploto vienetui (kWh/(m²·mėn));

$\eta_{hw.eq}$ – karšto vandens ruošimo sistemos įrangos naudingumo koeficientas.

Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti. Jeigu pastatui šildyti naudojamas vienas šilumos šaltinis, metinės skaičiuojamosios šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti skaičiuojamos pagal (2.15) formulę, o jei pastatui šildyti naudojami du šilumos šaltiniai – pagal (2.16) formulę.

$$Q_H^I = \sum_{m=1}^{12} \left(\frac{Q_{H,m} + Q_{HSW,m}}{\eta_{hs}} - Q_{H.SK+WE+HE,m} \right); \quad (2.15)$$

$$Q_H^I = \sum_{m=1}^{12} \left(\tau_1 \cdot \frac{Q_{H,m} + Q_{HSW.1,m}}{\eta_{hs.1}} + \tau_2 \cdot \frac{Q_{H,m} + Q_{HSW.2,m}}{\eta_{hs.2}} - Q_{H.SK+WE+HE,m} \right); \quad (2.16)$$

čia $Q_{H,m}$ – skaičiuojamieji šilumos poreikiai pastatui šildyti (kWh/(m²·mėn));

$Q_{HSW.1,m}$, $Q_{HSW.2,m}$ – mėnesiniai šilumos nuostoliai atitinkamai prie pirmojo ir antrojo šilumos šaltinio prijungtose akumuliacinėse talpose (kWh/(m²·mėn));

η_{hs} – skaičiuojamasis pastato šildymo sistemos naudingumo koeficientas kai pastatui šildyti naudojamas vienas ar šilumos šaltinis;

$\eta_{hs.1}$, $\eta_{hs.2}$ – pastato šildymo sistemos su atitinkamai pirmuoju ir antruoju šilumos šaltiniu skaičiuojamieji šildymo sistemos naudingumo koeficientai.

Šiluminės energijos sąnaudos pastatui vėsinti. Metinės skaičiuojamosios šiluminės energijos sąnaudos pastatui vėsinti skaičiuojamos pagal (2.17) formulę.

$$Q_C^I = \sum_{m=1}^{12} Q_{C,m}; \quad (2.17)$$

čia $Q_{C,m}$ – skaičiuojamieji šiluminės energijos poreikiai pastatui vėsinti (kWh/(m²·mėn)).

Pastato savitųjų šilumos nuostolių skaičiavimas. Pastato savitieji šilumos nuostoliai skaičiuojami pagal (2.18) formulę.

$$\begin{aligned} H_{env} = & \sum_{x=1}^n (A_{w,x} \cdot U_{w,x} \cdot k_{w,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{r,x} \cdot U_{r,x} \cdot k_{r,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{ce,x} \cdot U_{ce,x} \cdot k_{ce,x}) + \\ & + \sum_{x=1}^n (A_{fg1,x} \cdot U_{fg1,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{fg2,x} \cdot U_{fg2,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{fg3,x} \cdot U_{fg3,x}) + \\ & + \sum_{x=1}^n (A_{fg4,x} \cdot U_{fg4,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{fg5,x} \cdot U_{fg5,x}) + \\ & + \sum_{x=1}^n (A_{wd,x} \cdot U_{wd,x} \cdot k_{wd,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{gw,x} \cdot U_{gw,x} \cdot k_{gw,x}) + \sum_{x=1}^n (A_{bw,x} \cdot U_{bw,x} \cdot k_{bw,x}) + \\ & + \sum_{x=1}^n (A_{d,x} \cdot U_{d,x} \cdot k_{d,x}) + \sum_{x=1}^n (\Psi_{f-w,x} \cdot l_{f-w,x}) + \sum_{x=1}^n (\Psi_{wdp,x} \cdot l_{wdp,x}) + \\ & + \sum_{x=1}^n (\Psi_{dp,x} \cdot l_{dp,x}) + \sum_{x=1}^n (\Psi_{w-r,x} \cdot l_{w-r,x}) + \sum_{x=1}^n (\Psi_{c,x} \cdot l_{c,x}) + \\ & + \sum_{x=1}^n (\Psi_{bc-w,x} \cdot l_{bc-w,x}) + \sum_{x=1}^n (\Psi_{c-w,x} \cdot l_{c-w,x}) + \sum_{x=1}^n (\Psi_{s,x} \cdot l_{s,x}); \end{aligned} \quad (2.18)$$

čia A – atitinkamos atitvaros plotas (m^2);
 U – atitinkamos atitvaros projektinis šilumos perdavimo koeficientas;
 k – pataisos koeficientas;
 Ψ – atitinkamo išilginio šiluminio tiltelio projektinis šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2K)$);
 $w, r, ce, fg, d, f-w, wdp, dp, w-r, c, bc-w, c-w, s$ – poraidžiai atitinkamai nusako atitvaros ar ilginio šiluminio tiltelio rūšį, kaip nurodyta 2.3 lentelėje;
 wd, gw, bw, og – poraidžiai atitinkamai nusako langus, stoglangius, švieslangius ir kitas skaidrias atitvaras;
 $A_{fg1,x}$ ir $U_{fg1,x}$ – atitinkamų „x“ grindų ant grunto, kai grindys neapšiltintos arba jose įrengtas išsistinis horizontalus termoizoliacinis sluoksnis, plotas (m^2) ir šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2 \cdot K)$);
 $A_{fg2,x}$ ir $U_{fg2,x}$ – atitinkamų „x“ grindų ant grunto, kai grindys apšiltintos pakraščiuose, plotas (m^2) ir šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2 \cdot K)$);
 $A_{bf3,x}$ ir $U_{bf3,x}$ – atitinkamų „x“ šildomų rūšių atitvarų, kurios ribojasi su gruntu, grindų plotas (m^2) ir šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2 \cdot K)$);
 $A_{fg4,x}$ ir $U_{fg4,x}$ – atitinkamų „x“ grindų virš vėdinamų pogrindžių plotas (m^2) ir šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2 \cdot K)$);
 $A_{bf5,x}$ ir $U_{bf5,x}$ – atitinkamų „x“ grindų virš nešildomų rūšių plotas (m^2) ir šilumos perdavimo koeficientas ($W/(m^2 \cdot K)$).

2.3 lentelė. Pastatų atitvarų žyminčių poraidžių žymėjimas (pagal STR 2.01.09:2012)

Atitvarų apibūdinimas	Atitvarą žymintis poraidis
Stogai	r
Perdangos	ce
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	fg
Durys, vartai	d
Tarp pastato pamatų ir išorinių sienų	$f-w$
Apie langų angas sienose	wdp
Apie išorinių įėjimo durų angas sienose	dp
Tarp pastato sienų ir stogo	$w-r$
Fasadų išoriniuose ir vidiniuose kampuose	c
Balkonų grindų susikirtimo vietose su išorinėmis sienomis	$bc-w$
Tarp perdangų, kurios ribojasi su išore, ir sienų	$c-w$
Stoglangių, švieslangių ir kitų skaidrių atitvarų angų perimetru	s

D energinio naudingumo klasės pastatų atitvarų savitieji šilumos nuostoliai turi būti ne didesni už atskaitinių pastatų atitvarų savituosius šilumos nuostolius $H_{env,R}$ (W/K), kurie skaičiuojami pagal (2.19) formulę.

$$H_{env,R} = K_{ds1} \cdot [A_{w.sum} \cdot U_{R,w} + A_{r.sum} \cdot U_{R,r} + A_{ce.sum} \cdot U_{R,ce} + (A_{fg1.sum} + A_{fg2.sum} + A_{fg3.sum}) \cdot U_{R,fg} + (A_{fg4.sum} + A_{fg5.sum}) \cdot U_{R,cc} + (A_{wd.sum} + A_{gw.sum} + A_{bw.sum}) \cdot U_{R,wda} + A_{d.sum} \cdot U_{R,d} + \Psi_R \cdot l_{\Psi.sum}]; \quad (2.19)$$

čia K_{ds1} – skaičiavimų paklaidas, susidarantis pastato projektavimo metu dėl skirtinguose teisės aktuose nustatytų skirtingų reikalavimų projektinėms vidaus ir išorės temperatūroms, įvertinantis koeficientas. Imama, kad $K_{ds1} = 1,1$;

C ir B energinio naudingumo klasės pastatų atitvarų savitieji šilumos nuostoliai turi būti ne didesni už pastatų atitvarų norminius savituosius šilumos nuostolius $H_{env,N}$ (W/K), kurie skaičiuojami pagal (2.20) formulę.

$$H_{env,N} = K_{ds1} \cdot [A_{w.sum} \cdot U_{N,w} + A_{r.sum} \cdot U_{N,r} + A_{ce.sum} \cdot U_{N,ce} + (A_{fg1.sum} + A_{fg2.sum} + A_{fg3.sum}) \cdot U_{N,fg} + (A_{fg4.sum} + A_{fg5.sum}) \cdot U_{N,cc} + (A_{wd.sum} + A_{gw.sum} + A_{bw.sum}) \cdot U_{N,wda} + A_{d.sum} \cdot U_{N,d} + \Psi_N \cdot l_{\Psi.sum}]; \quad (2.20)$$

A energinio naudingumo klasės pastatų atitvarų savitieji šilumos nuostoliai $H_{env,(A)}$ (W/K) turi būti ne didesni už suskaičiuotus pagal (2.21) formulę.

$$H_{env,(A)} = K_{ds2} \cdot [A_{w.sum} \cdot U_{(A),w} + A_{r.sum} \cdot U_{(A),r} + A_{ce.sum} \cdot U_{(A),ce} + (A_{fg1.sum} + A_{fg2.sum} + A_{fg3.sum}) \cdot U_{(A),fg} + (A_{fg4.sum} + A_{fg5.sum}) \cdot U_{(A),cc} + (A_{wd.sum} + A_{gw.sum} + A_{bw.sum}) \cdot U_{(A),wda} + A_{d.sum} \cdot U_{(A),d} + \Psi_{(A),wdp} \cdot l_{\Psi.wdp.sum} + \Psi_{(A),dp} \cdot l_{\Psi.dp.sum} + \Psi_{(A),bs-w} \cdot l_{\Psi.bc-w.sum} + \Psi_{(A),s} \cdot l_{\Psi.s.sum}]; \quad (2.21)$$

čia: K_{ds2} – leistinas skaičiavimų paklaidas įvertinantis koeficientas. Imama, kad $K_{ds2} = 1,05$;

A+ energinio naudingumo klasės pastatų atitvarų savitieji šilumos nuostoliai $H_{env,(A+)}$ (W/K) turi būti ne didesni už suskaičiuotus pagal (2.22) formulę.

$$H_{env,(A+)} = K_{ds2} \cdot [A_{w.sum} \cdot U_{(A+),w} + A_{r.sum} \cdot U_{(A+),r} + A_{ce.sum} \cdot U_{(A+),ce} + (A_{fg1.sum} + A_{fg2.sum} + A_{fg3.sum}) \cdot U_{(A+),fg} + (A_{fg4.sum} + A_{fg5.sum}) \cdot U_{(A+),cc} + (A_{wd.sum} + A_{gw.sum} + A_{bw.sum}) \cdot U_{(A+),wda} + A_{d.sum} \cdot U_{(A+),d} + \Psi_{(A+),wdp} \cdot l_{\Psi.wdp.sum} + \Psi_{(A+),dp} \cdot l_{\Psi.dp.sum} + \Psi_{(A+),bs-w} \cdot l_{\Psi.bc-w.sum} + \Psi_{(A+),s} \cdot l_{\Psi.s.sum}]; \quad (2.22)$$

A++ energinio naudingumo klasės pastatų atitvarų savitieji šilumos nuostoliai $H_{env,(A++)}$ (W/K) turi būti ne didesni už suskaičiuotus pagal (2.23) formulę.

$$\begin{aligned}
H_{env.(A++)} = & K_{ds2} \cdot [A_{w.sum} \cdot U_{(A++).w} + A_{r.sum} \cdot U_{(A++).r} + A_{ce.sum} \cdot U_{(A++).ce} + \\
& + (A_{fg1.sum} + A_{fg2.sum} + A_{fg3.sum}) \cdot U_{(A++).fg} + (A_{fg4.sum} + A_{fg5.sum}) \cdot U_{(A++).cc} + \\
& + (A_{wd.sum} + A_{gw.sum} + A_{bw.sum}) \cdot U_{(A++).wda} + A_{d.sum} \cdot U_{(A++).d} + \\
& + \Psi_{(A++).wdp} \cdot l_{\Psi.wdp.sum} + \Psi_{(A++).dp} \cdot l_{\Psi.dp.sum} + \\
& + \Psi_{(A++).bs-w} \cdot l_{\Psi.bc-w.sum} + \Psi_{(A++).s} \cdot l_{\Psi.s.sum}];
\end{aligned} \tag{2.23}$$

Pastato sandarumas. Pagal statybos techninio reglamento STR 2.01.09:2005 „Pastato energetinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ XXVII skyriaus reikalavimus A, A+ ir A++ energinio naudingumo klasių gyvenamosios, paskirties pastatuose turi būti išmatuotas jų sandarumas. Esant 50 Pa slėgių skirtumui tarp pastato vidaus ir išorės, oro apykaita turi neviršyti 0,6 karto per valandą.

Tais atvejais, kai keliama reikalavimai pastato sandarumui, sandarumo matavimai turi būti atliekami užbaigus visus statybos darbus pastate. Pastato sandarumas turi būti matuojamas baigiamame statyti pastate prieš atliekant pastato energinio naudingumo sertifikavimą.

Daugiabučiuose gyvenamuosiuose pastatuose matuojamas viso pastato arba atskirų jo butų sandarumas. Kai matuojamas atskirų pastato butų sandarumas, matavimai turi būti atlikti ne mažiau kaip 10 % pastato butų, tačiau ne mažiau kaip 3 butuose: iš jų turi būti išmatuotas sandarumas ne mažiau kaip vieno buto, turinčio atitvaras pastato pakraščiuose, ir ne mažiau vieno buto, turinčio atitvaras pastato kampuose.

Pastate sunaudojamos energijos dalis iš atsinaujinančių išteklių. Aukščiausios A++ energinio naudingumo klasės pastatuose didžiąją sunaudojamos energijos dalį turi sudaryti energija iš atsinaujinančių išteklių. Pastate sunaudota energijos dalis K_{ers} (vnt) iš atsinaujinančių išteklių turi būti didesnė už 1 ir skaičiuojama pagal (2.24) formulę.

$$K_{ers} = \frac{Q_{PRr} - Q_{PRr(H)} - Q_{PRr(C)}}{Q_{PRn} - \sum_{m=1}^{12} Q_{E.eq,m} \cdot f_{PRn.E} - \sum_{m=1}^{12} Q_{E.e,m} \cdot f_{PRn.E}}; \tag{2.24}$$

čia Q_{PRr} – pirminė energija iš atsinaujinančių energijos išteklių (kWh/(m²·metai));

$Q_{PRr(H)}$ – nenaudingai pastate sunaudota energija iš atsinaujinančių išteklių, kai energijos poreikio pastatui vėsinti nėra (kWh/(m²·metai));

$Q_{PRr(C)}$ – nenaudingai pastate sunaudota energija iš atsinaujinančių išteklių, kai yra energijos poreikis pastatui vėsinti (kWh/(m²·metai));

Q_{PRn} – pirminė energija iš neatsinaujinančių energijos išteklių (kWh/(m²·metai));

$f_{PRn.E}$ – neatsinaujinančios pirminės energijos faktorius, kai energijos šaltinis elektra (vnt.).

Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklis C_1 . Šio rodiklio vertė skaičiuojama pagal (2.25) formulę.

$$C_1 = \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{PRn.H,m} + Q_{PRn.E}^I}{\sum_{m=1}^{12} Q_{N.PRn.H,m} + \sum_{m=1}^{12} (Q_{N.E.lg,m} \cdot f_{N.PRn.E})}; \quad (2.25)$$

čia $Q_{N.PRn.H,m}$ – kiekvieno mėnesio norminės neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos pastatui šildyti ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{R.PRn.H,m}$ – kiekvieno mėnesio ataskaitinės neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos pastatui šildyti ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{PRn.H,m}$ – kiekvieno mėnesio skaičiuotinės neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos pastatui šildyti ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{N.E.lg,m}$, $Q_{R.E.lg,m}$ – norminės ir ataskaitinės elektros energijos sąnaudos šildomų patalpų apšvietimui ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$f_{N.PRn.E}$, $f_{R.PRn.E}$ – norminis ir ataskaitinis neatsinaujinančios pirminės energijos faktorius elektros energijai;

$Q_{PRn.E}^I$ – skaičiuojama pagal (2.26) formulę.

$$Q_{PRn.E}^I = \left(\sum_{m=1}^{12} Q_{E.lg,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{E.vent,m} + \sum_{m=1}^{12} Q_{C.E,m} - \sum_{m=1}^{12} Q_{E.SK+WE+HE,m} \right) \cdot f_{PRn.E} + \sum_{m=1}^{12} Q_{PRn.E.SK+WE+HE,m}; \quad (2.26)$$

Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklis C_2 . Šio rodiklio, apibūdinančio pirminės neatsinaujinančios energijos vartojimo efektyvumą karštam buitiniam vandeniui ruošti, vertė skaičiuojama pagal (2.27) formulę.

$$C_2 = \frac{\sum_{m=1}^{12} Q_{PRn.hw,m}}{\sum_{m=1}^{12} Q_{N.PRn.hw,m}}; \quad (2.27)$$

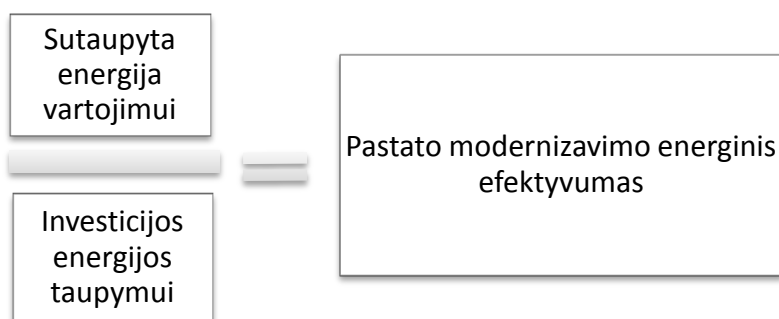
čia $Q_{N.PRn.hw,m}$ – kiekvieno mėnesio norminės ir neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$);

$Q_{PRn.hw,m}$ – pastato karšto vandens ruošimo sistemų mėnesinės skaičiuojamosios neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mėn})$).

2.2. EKONOMINIO NAUDINGUMO ĮVERTINIMO METODIKOS

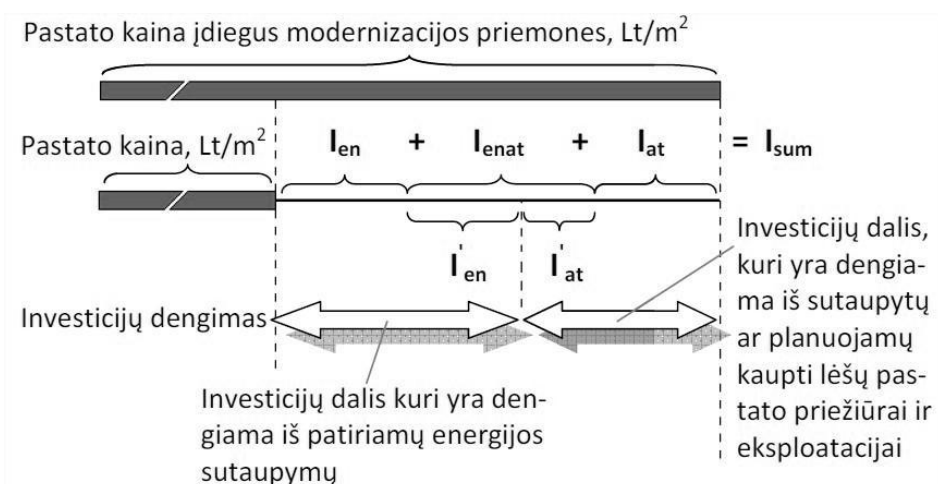
Daugiabučio namo patalpų savininkams ar naudotojams svarbus kuo greitesnis investicijų į atnaujinimą (modernizavimą) atsipirkimas, noras mažiau mokėti už šildymą ir mažinti eksploatacijos išlaidas. Šie rodikliai dažniausiai lemia gyventojų apsisprendimą dalyvauti modernizavimo programoje. Todėl daugiabučių modernizavimas ekonominio vertinimo metodai yra labai svarbūs. Ekonominiai vertinimo metodai leidžia nustatyti pasirinktų pastato modernizavimo priemonių naudingumą arba palyginti keletą alternatyvių variantų ir išsirinkti ekonomiškai naudingiausią.

Dažniausiai daugiabučių modernizavimas vertinamas kaip investicijos ir jos lyginamos su dėl sumažėjusio energijos vartojimo gaunamais sutaupymais (2.1 pav.). Šis metodas remiasi išlaidomis už šildymą prieš ir po renovacijos įgyvendinimo.



2.1 pav. Pastato modernizavimo energinis efektyvumas

Martinaitis (Martinaitis *et al.* 2007) pasiūlė modernizavimo ekonominio naudingumo vertinimo metodą (2.2 pav.), kuris visas pastato modernizavimo investicijas išskiria į investicijas skirtas pastato elementų fizinei būklei atstatyti, investicijas skirtas energijos vartojimo efektyvumui didinti ir investicijas, kurios didina energijos vartojimo efektyvumą ir prisideda prie pastato atitvarų atnaujinimo.



2.2 pav. Modernizavimo priemonių ekonominio vertinimo schema (Martinaitis *et al.* 2004)

Schemoje vaizduojamos investicijos į energijos vartojimo efektyvumo didinimo priemones, tokias kaip šilumos punktų modernizavimas, šildymo sistemos apskaitos įdiegimas, karšto vandens sistemų atnaujinimas žymimas I_{en} . Laiptinių remontui ir kitoms panašioms priemonėms, kurios skirtos pastato atitvarų atnaujinimui ir negeneruoja jokių energijos sutaupymų, skirtos investicijos žymimos I_{at} . Investicijos, skirtos priemonėms, tokioms kaip išorinių sienų apšiltinimas, langų ir durų keitimas, kurios didina energijos vartojimo efektyvumą ir prisideda prie pastato atitvarų atnaujinimo, žymimos I_{enat} . Toks investicijų išskirstymo būdas leidžia tiksliau ir teisingiau nustatyti modernizavimo naudą, tobulinti patį procesą.

Priemonių, skirtų energijos vartojimo efektyvumui didinti, vertinimui naudojami įprasti ekonominio vertinimo metodai:

- grynosios dabartinės vertės nustatymas;
- vidutinės gražos normos nustatymas;
- paprastojo atsipirkimo laiko nustatymas;
- sutaupytos energijos kainos nustatymas;
- butų rinkos vertės padidėjimo nustatymas.

Grynosios dabartinės vertės nustatymas. Šis rodiklis svarbus vertinant ilgalaikių projektų su ilgu vertinamuoju laikotarpiu naudingumą, nes skaičiuojant grynąją dabartinę vertę įvertinamas pinigų vertės sumažėjimas laikui bėgant – diskontas. Grynoji dabartinė vertė skaičiuojama pagal (2.28) formulę.

$$GDV = PS_0 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{PS_t}{(1+r)^t}; \quad (2.28)$$

čia PS_0 – pinigų srautas nulisiais metais (Lt);

PS_t – pinigų srautai sekančiais projekto įgyvendinimo metais (Lt);

r – diskonto norma (%).

Jei grynoji dabartinė vertė yra teigiama, tai reiškia, kad modernizavimo projektas yra naudingas ir į jį apsimoka investuoti. Gyventojams atidavus paskolą su palūkanomis liks dalis investuotų pinigų. Jei grynoji dabartinė vertė yra neigiama, reiškia į modernizavimo projektą neapsimoka investuoti.

Vidutinės gražos normos nustatymas. Šis dydis parodo investicijų pelningumo normą. Vidutinė gražos norma yra tokia diskonto norma, kuriai esant energijos taupymo priemonės grynoji dabartinė vertė yra lygi nuliui (Ginevicius, Zubrecovas 2009).

Ekonomiškai naudingo modernizavimo projekto vidutinė gražos norma turi būti lygi arba didesnė už naudojamą diskonto normą. Kuo didesnė vidutinė gražos norma, tuo projektas naudingesnis. Jei vidutinė gražos norma mažesnė už diskonto normą, tai modernizavimo projektas yra nuostolingas.

Paprastasis atsipirkimo laikas. Šis dydis rodo, per kiek laiko sutaupyti pinigai padengs pradinės investicijas. Kai metinių sutaupymų suma per projekto laikotarpį išlieka tokia pati, paprastas atsipirkimo laikas skaičiuojamas pagal (2.29) formulę.

$$PAL = \frac{I}{S}; \quad (2.29)$$

čia I – investicijos (Lt);

S – metiniai sutaupymai (Lt).

Sutaupytos energijos kaina. Šis rodiklis taikomas energijos taupymo priemonių finansiniam efektyvumui įvertinti, kai metiniai sutaupymai nesikeičia. Pradinės investicijos yra paskirstomos per visą priemonės gyvavimo laiką, atsižvelgiant į pinigų vertę laike. Šis rodiklis vertina energijos taupymo priemonių ekonominį naudingumą tais pačiais vienetais kaip ir energijos kaina (Lt/MWh) ir skaičiuojamas pagal (2.30) formulę. Modernizacija yra naudinga, jei jos sutaupyta energijos kaina yra mažesnė už energijos kainą.

$$SEK = \frac{I}{S} \cdot \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}}; \quad (2.30)$$

čia I – investicijos (Lt);

r – diskonto norma (%);

n – technologijos gyvavimo laikas (m).

Namo modernizavimo įtaka butų rinkos vertei. Tai būsto ir urbanistinės plėtros agentūros parengtos atnaujinimo (modernizavimo) investicijų ekonominio naudingumo įvertinimo metodikos (Atnaujink būstą 2013) rodiklis. Daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) įtaka šiame name esančių butų bei kitų patalpų rinkos vertei skaičiuojama pagal (2.31) formulę.

$$A\dot{I} = RV_a - RV_{na}; \quad (2.31)$$

čia RV_a – būsto, analogiško nagrinėjamam būstui rinkos vertė atnaujintame name (Lt);

RV_{na} – būsto, analogiško nagrinėjamam būstui rinkos vertė neatnaujintame name (Lt).

2.3. ANTRO SKYRIAUS IŠVADOS

1. Išanalizavus Lietuvoje taikomą pastato energinio naudingumo įvertinimo metodiką matyti, kad aukštesnių energinio naudingumo klasių pastatams keliama didesni reikalavimai. Aukščiausių klasių pastatai, be pastato energijos vartojimo efektyvumo ir savitųjų šilumos nuostolių reikalavimų, turi tenkinti ir nustatytus pastato sandarumo reikalavimus, o jei pastatuose įrengta mechaninė vėdinimo sistema, jos rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už nustatytą. Norint, kad pastatas būtų priskirtas aukščiausiai A++ klasei, be aukščiau išvardintų reikalavimų, tokiuose pastatuose didžiausią pastato sunaudojamos energijos dalį turi sudaryti energija iš atsinaujinančių išteklių.
2. Vertinant ekonominį modernizavimo projekto naudingumą, be kitų rodiklių svarbiausias yra investicijų atsipirkimo laikas. Šis rodiklis turi didžiausią įtaką gyventojų apsisprendimui.

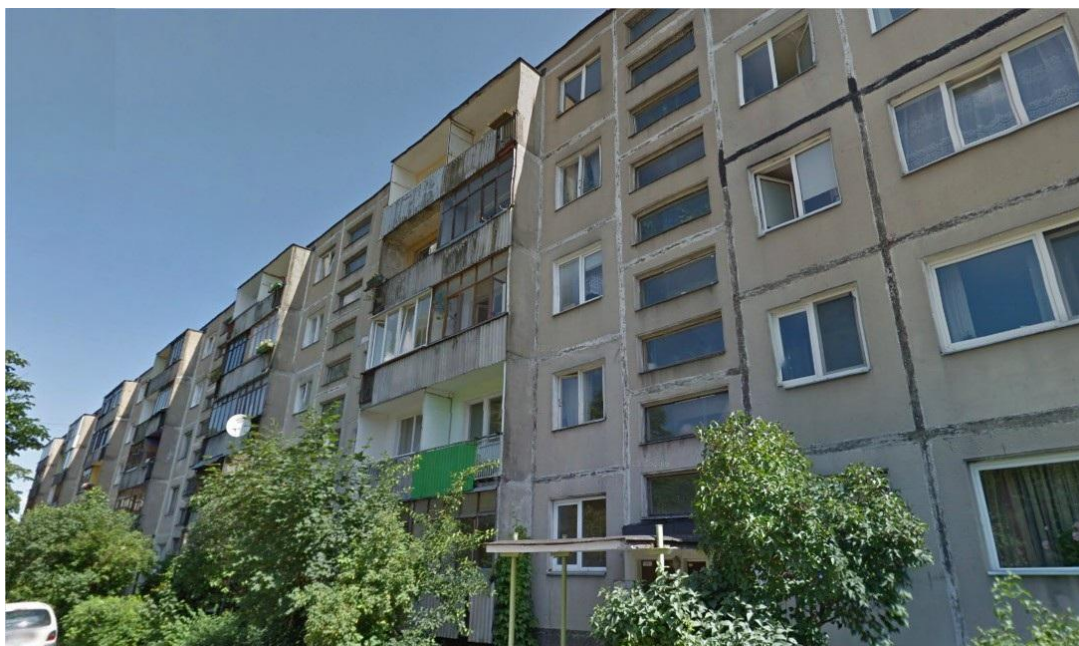
3. DAUGIABUČIO STAMBIAPLOKŠČIO GYVENAMOJO NAMO ENERGINIO IR EKONOMINIO NAUDINGUMO ĮVERTINIMAS

Šiame skyriuje pateikiamas realaus tipinio daugiabučio gyvenamojo namo konstrukcijų būklės aprašymas iki atnaujinimo, trys atnaujinimo (modernizavimo) projekto variantai ir šių variantų energinio bei ekonominio naudingumo įvertinimas.

Šio tyrimo tikslas – palyginti tris atnaujinimo (modernizavimo) projekto variantus energijos taupymo ir ekonominiu požiūriu.

3.1. PASIRINKTO TIRIAMOJO DAUGIABUČIO PASTATO APRAŠYMAS

Tyrimui ir vertinimui pasirinktas tipinis daugiabutis gyvenamasis namas Žirmūnų g. 73 Vilniuje (3.1 pav). Pasirinktas 5 aukštų, 6 laiptinių, 1–484–L1 serijos pastatas pastatytas 1967 metais. Daugiabutyje yra 100 butų, iš kurių 15 yra vieno kambario, 60 – dviejų kambarių ir 25 – trijų kambarių butai.



3.1 pav. Daugiabutis gyvenamas namas Žirmūnų g. 73, Vilniuje

Pagrindinės pastato laikančiosios konstrukcijos – betoninės sienos ir gelžbetoninės perdangos. Perdangos ant vidinių laikančiųjų betoninių sienų remiasi kontūru, laisvai per cementinio skiedinio sluoksnį. Išorės sienų plokštės metalinėmis įdėtinėmis detalėmis tvirtinamos prie vidinių laikančiųjų sienų ir perdangų. Laikančiosios sienos per cemento skiedinį remiasi į pamatus.

Bendrieji pasirinkto daugiabučio namo techniniai rodikliai, atsižvelgiant į parengtus tipinius daugiabučių namų modernizavimo projektus ir atliktą natūrinę apžiūrą, pateikti 3.1

lentelėje. Lentelėje taip pat pateikti ir atskirų pastato atitvarų plotai ir skaičiuojamosios šilumos energijos sąnaudos.

3.1 lentelė. Statinio bendrieji techniniai rodikliai

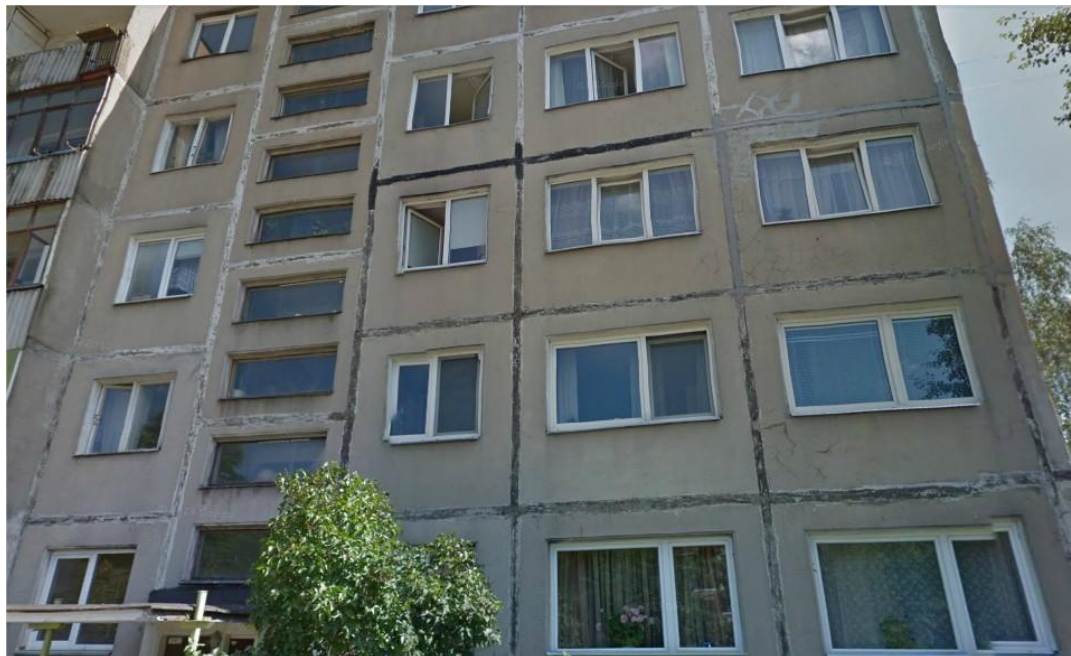
Bendrieji statinio techniniai rodikliai	Rodiklio reikšmė
Bendras plotas	5260,63 m ²
Gyvenamasis plotas	3000,63 m ²
Naudingas plotas	4380,13 m ²
Pagalbinis plotas	1379,50 m ²
Rūsio plotas	871,26 m ²
Pastato tūris	18630 m ³
Pastato aukštis	15,37 m
Sienų plotas	2882,74 m ²
Stogo plotas	1188,0 m ²
Rūsio perdangos plotas	1152,0 m ²
Langų plotas	883,36 m ²
Lauko durų plotas	24,6 m ²
Šilumos sąnaudos prieš modernizavimą	845,93 MWh/metai

Pastato pamatai gelžbetoniniai iš surenkamų blokų. Cokolinė pastato dalis iš betoninių 280 mm storio sieninių plokščių, kurių tankis 2200 kg/m³. Dauguma vertikalių sandūrų tarp rūšio išorinių sienų plokščių užtaisytos, tačiau yra vietų į kurias patenka drėgmė. Nuogrindos iš betono plytelių aplink pastatą susikraipiusios (žr. 3.2 pav.), blogi arba iš viso nėra nuolydžių. Aplink pastatą nėra įrengto drenažo, todėl lietui lyjant drėksta rūšio siena, taip pat ardomi pamatai, pažeidžiama cokolinė apdaila.



3.2 pav. Daugiabučio namo nuogrindos iš betono plytelių

Pastato išorės sienos iš surenkamų 300 mm storio keramzitbetonio plokščių (3.3 pav.), kurių tankis 1000 kg/m^3 . Sienų šilumos perdavimo koeficientas yra $1.09 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (žr. 3.2 lentelę) ir neatitinka dabartinių norminių reikalavimų. Dauguma siūlių pastato fasade yra užtaisytos, tačiau yra vietų, pro kurias skverbiasi drėgmė ir teršalai. Pastato vidinės laikančiosios sienos betoninės. Perdangos iš surenkamų gelžbetoninių plokščių.



3.3 pav. Pastato išorės sienos

Daugiabučio gyvenamojo namo stogas yra plokščias, apšiltintas dujų silikatų plokštėmis, kurių tankis 700 kg/m^3 . Stogo šilumos perdavimo koeficientas yra $1.859 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (žr. 3.2 lentelę) ir neatitinka dabartinių norminių reikalavimų. Kritulių vandens surinkimas ir nuleidimas yra vidinis. Dabartinė stogo danga – prilydoma ritininė stogo danga. Nuo saulės, temperatūros pokyčių, kritulių ši stogo danga vietomis atsiskyrusi nuo parapetų, o jungtys, dengtos cinkuota skarda, korodavusios (3.4 pav.). Parapetuose ir kitose vertikaliose konstrukcijose esantys lakštai taip pat nusidėvėję.



3.4 pav. Pastato stogas

Keliuose viršutinių aukštų butuose vietomis pro stogą prasiskverbęs vanduo sugadino vidaus apdailą, tai reiškia, kad drėksta ir pati šilumos izoliacija, didėja namo šilumos nuostoliai. Vietomis nuotėkio stovai yra užsiteršę lapais ir šakomis (3.5 pav.).



3.5 pav. Nuotėkio stovas ant pastato stogo

Dalis daugiabučio namo langų pakeisti į plastikinius, likusių medinių dvigubo stiklo langų šilumos perdavimo koeficientas yra $2.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (žr. 3.2 lentelę), jis neatitinka dabartinių norminių reikalavimų. Dauguma daugiabučio namo balkonų įstiklinti, tačiau nesandarūs. Balkonų gelžbetoninis pagrindas nusidėvėjęs. Pastato įėjimo ir rūšio durys metalinės, jų šilumos perdavimo koeficientas $2.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (žr. 3.2 lentelę). Virš įėjimų į pastatą yra gelžbetoniniai stogeliai dengti ritinine danga. Keli stogeliai yra avarinės būklės (3.6 pav.) ir nors jie neturi įtakos pastato stiprumui ir stabilumui, kelia pavojų žmonėms, menkina pastato estetinį vaizdą.



3.6 pav. Stogelis virš įėjimo

Visų pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientai prieš daugiabučio modernizavimą pateikti 3.2 lentelėje, o norminės atitvarų šilumos perdavimo koeficiento vertės D, C, B, A, A+ ir A++ energinio naudingumo klasės gyvenamiesiems pastatams pateikti 3.3 lentelėje.

3.2 lentelė. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientai

Atitvarų šilumos perdavimo koeficientai	U, $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
Lauko sienų	1,09
Langų	2,50
Durų	2,50
Stogo	1,85
Rūsio atitvarų	0,57

3.3 lentelė. Norminės įvairių atitvarų šilumos perdavimo koeficiento vertės D, C, B, A, A+ ir A++ energinio naudingumo klasės gyvenamiesiems pastatams

Atitvarų apibūdinimas	Atitvarą žymintis poraidis	Energinio naudingumo klasė				
		D	C ir B	A	A+	A++
Stogai	r	0.25	0.165	0.10	0.09	0.08
Perdangos virš nešildomų rūšių	fg	0.48	0.258	0.14	0.12	0.10
Sienos	w	0.48	0.21	0.12	0.11	0.10
Langai	wda	1.9	0.165	1.00	0.85	0.70
Durys	d	1.81	0.165	1.00	0.85	0.70

Modernizavimo projektų sprendiniai ir įgyvendinamos priemonės. Pasirinkto daugiabučio namo modernizavimui parenkami trys skirtingi atnaujinimo (modernizavimo) projektų variantai (žr. 3.4 lentelę).

3.4 lentelė. Modernizavimo projektuose numatytos įgyvendinti atnaujinimo (modernizavimo) priemonės

Modernizavimo variantai		
I	II	III
Šiltinamos pastato išorės sienos ir cokolis	Šiltinamos pastato išorės sienos ir cokolis	Šiltinamos pastato išorės sienos ir cokolis
Šiltinamas stogas	Šiltinamas stogas	Šiltinamas stogas
Keičiami langai ir durys	Keičiami langai ir durys	Keičiami langai ir durys
Stiklinami balkonai, stiprinami jų gelžbetoniniai pagrindai	Stiklinami balkonai, stiprinami jų gelžbetoniniai pagrindai	Stiklinami balkonai, stiprinami jų gelžbetoniniai pagrindai
Pertvarkomos šildymo ir karšto vandens sistemos	Pertvarkomos šildymo ir karšto vandens sistemos	Pertvarkomos šildymo ir karšto vandens sistemos
Įrengiama mechaninė vėdinimo sistema	Sutvarkomi stogeliai virš įėjimo	Įrengiama mechaninė vėdinimo sistema
Sutvarkomi stogeliai virš įėjimo		Sutvarkomi stogeliai virš įėjimo
Įrengiami vakuuminiai saulės kolektoriai karštam vandeniui ruošti		

Pirmasis modernizavimo projekto variantas yra brangiausias. Projekte numatyta įgyvendinti tokias atnaujinimo priemones, kurios leistų pasiekti aukščiausią – A++ energinio naudingumo klasę. Projekte taip pat numatyta, kad dalį pastato sunaudojamos energijos sudarys energija iš atsinaujinančių išteklių.

Antrajame modernizavimo projekte numatyta įgyvendinti tokias priemones, kurios yra nurodytos patvirtintame tipiniame 1–484–L1 serijos daugiabučio gyvenamojo namo modernizavimo projekte (Patvirtinti tipiniai... 2013).

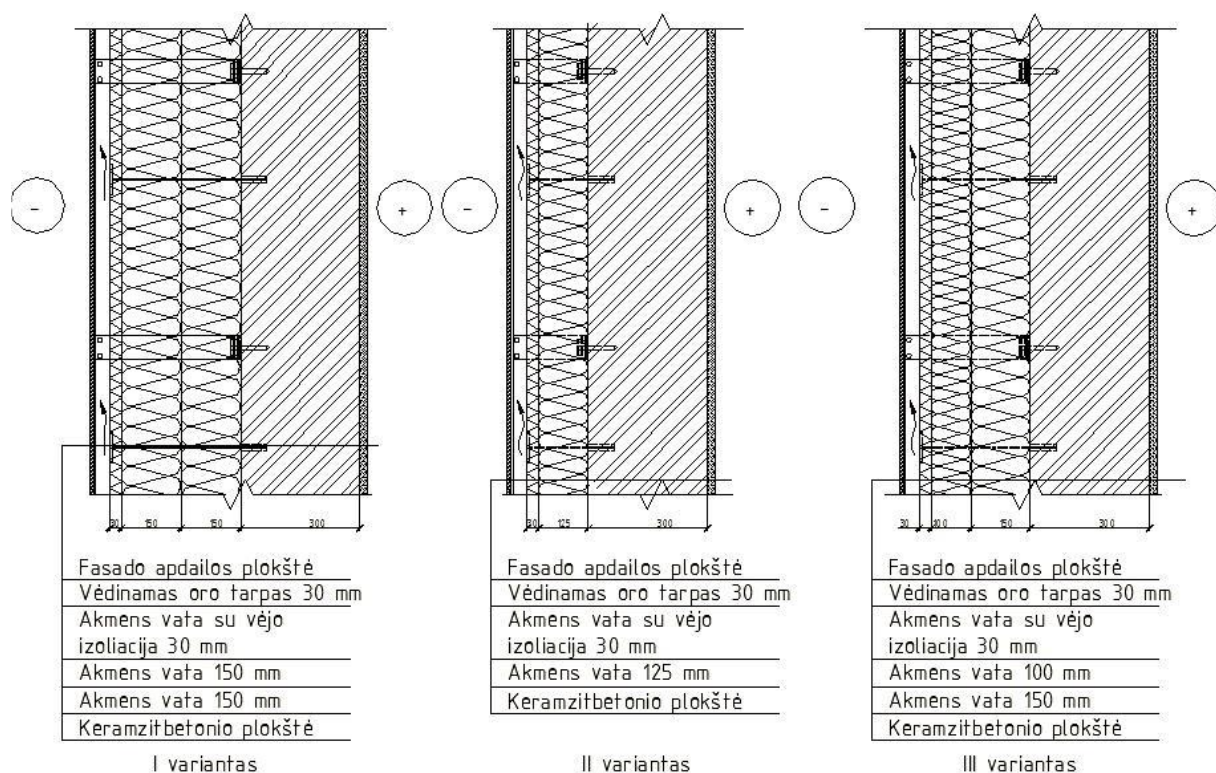
Trečiajame – tarpiniame modernizavimo projekto variante numatyta įgyvendinti tokias atnaujinimo priemones, kurios leistų pasiekti A+ energinio naudingumo klasę.

Pastato išorės sienų ir cokolio šiltinimas. Visuose trijuose modernizavimo variantuose pastato išorės sienų šiltinimui parenkama vėdinama sienų šiltinimo sistema. Darbai atliekami 1.3 poskyryje aprašyta tvarka. Cokolio požeminė dalis šiltinama 100 mm storio ekstruzinio polistireninio putplasčio plokštėmis, kurių $\lambda=0,036$ W/(m·K). Apšiltinus požeminę cokolio dalį, įrengiama drenажinė membrana. Cokolio apdaila – akmens masės plytelės. Vėdinamo fasado konstrukcija įrengiama ant aliumininio karkaso. Apdailai naudojamos fasadinės apdailos plokštės. Vėdinamo oro tarpo storis – 30 mm. Sienų šiltinimo mazgai pavaizduoti 3.7 pav.

Pagal pirmąjį modernizavimo variantą pastato lauko sienos šiltinamos dviem sluoksniais 150 mm storio akmens vatos plokščių, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,033$ W/(m·K) ir 30 mm storio akmens vatos plokštėmis su vėjo izoliacija, kurių $\lambda=0,033$ W/(m·K). Bendras išorės sienos šilumos izoliacijos sluoksnio storis 330 mm (žr. 3.5 lentelę).

Pagal antrąjį modernizavimo variantą pastato lauko sienos šiltinamos dviem sluoksniais: 125 mm storio akmens vatos plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,037$ W/(m·K) ir 30 mm storio akmens vatos plokštėmis su vėjo izoliacija, kurių $\lambda=0,034$ W/(m·K). Bendras išorės sienos šilumos izoliacijos sluoksnio storis 155 mm (žr. 3.6 lentelę).

Pagal pirmąjį modernizavimo variantą pastato lauko sienos šiltinamos trimis sluoksniais: 150 mm storio akmens vatos plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,033$ W/(m·K), 100 mm storio akmens vatos plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,033$ W/(m·K) ir 30 mm storio akmens vatos plokštėmis su vėjo izoliacija, kurių $\lambda=0,033$ W/(m·K). Bendras išorės sienos šilumos izoliacijos sluoksnio storis 280 mm (žr. 3.7 lentelę).



3.7 pav. Išorės sienos šiltinimo detalė (I, II, III variantai)

3.5 lentelė. Išorės sienų šiltinimas vėdinama sienų šiltinimo sistema (I variantas)

Siena	Storis, m	λ , W/(m·K)	R (m ² ·K/W)
R _{si} – vidinio paviršiaus šiluminė varža			0,130
Keramzitbartonio plokštė ($\rho=1000$ kg/m ³)	0,300	0,400	0,750
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,150	0,033	4,454
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,150	0,033	4,454
Šilumos izoliacija (akmens vatos su vėjo izoliacija plokštė)	0,030	0,033	0,910
R _{se} – išorinio paviršiaus šiluminė varža			0,040
Bendra sienos šiluminė varža			10,65
Projektuojamas šilumos perdavimo koeficientas $U=1/R$, (W/m²·K)			0,094

3.6 lentelė. Išorės sienų šiltinimas vėdinama sienų šiltinimo sistema (II variantas)

Siena	Storis, m	λ , W/(m·K)	R (m ² ·K/W)
R _{si} – vidinio paviršiaus šiluminė varža			0,130
Keramzitbartonio plokštė ($\rho=1000$ kg/m ³)	0,300	0,400	0,750
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,125	0,037	3,378
Šilumos izoliacija (akmens vatos su vėjo izoliacija plokštė)	0,030	0,034	0,882
R _{se} – išorinio paviršiaus šiluminė varža			0,040
Bendra sienos šiluminė varža			5,180
Projektuojamas šilumos perdavimo koeficientas $U=1/R$, (W/m²·K)			0,193

3.7 lentelė. Išorės sienų šiltinimas vėdinama sienų šiltinimo sistema (III variantas)

Siena	Storis, m	λ , W/(m·K)	R (m ² ·K/W)
R _{si} – vidinio paviršiaus šiluminė varža			0,130
Keramzitbartonio plokštė ($\rho=1000$ kg/m ³)	0,300	0,400	0,750
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,150	0,033	4,454
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,100	0,033	3,030
Šilumos izoliacija (akmens vatos su vėjo izoliacija plokštė)	0,030	0,033	0,910
R _{se} – išorinio paviršiaus šiluminė varža			0,040
Bendra sienos šiluminė varža			9,410
Projektuojamas šilumos perdavimo koeficientas $U=1/R$, (W/m²·K)			0,106

Stogo šiltinimas. Stogo šiltinimo darbų seka aprašyta 1.3 poskyryje. Pagal pirmąjį ir trečiąjį modernizavimo variantą stogas šiltinamas trimis šilumos izoliacijos sluoksniais: 180 mm storio akmens vatos plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,038$ W/(m·K), 170 mm storio akmens vatos plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,033$ W/(m·K) ir 20 mm storio polisterinio putplasčio plokštėmis, kurių $\lambda=0,034$ W/(m·K). Bendras šilumos izoliacijos sluoksnio storis yra 370 mm (žr. 3.8 lentelę). Stogo šiltinimo mazgai pavaizduoti 3.8 pav.

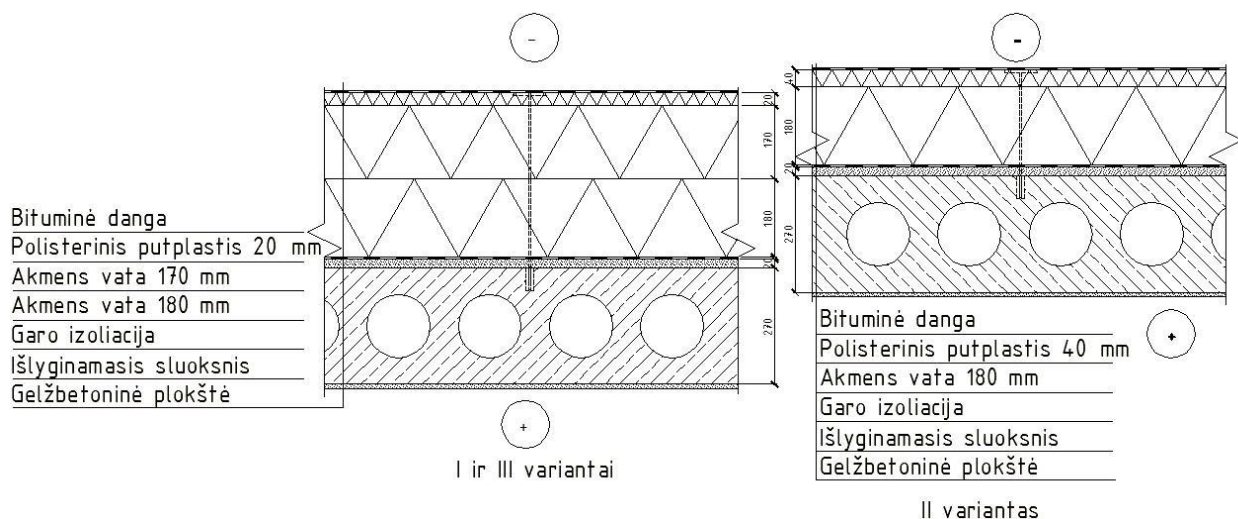
Pagal antrąjį modernizavimo variantą stogas šiltinamas 2 šilumos izoliacijos sluoksniais: 180 mm storio akmens vatos plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,037$ W/(m·K) ir 40 mm storio polisterinio putplasčio plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,039$ W/(m·K). Bendras šilumos izoliacijos sluoksnio storis yra 220 mm (žr. 3.9 lentelę).

3.8 lentelė. Stogo šiltinimas (I ir III variantai)

Stogas	Storis, m	λ , W/(m·K)	R (m ² ·K/W)
R _{si} – vidinio paviršiaus šiluminė varža			0,100
Gelžbetonio plokštė ($\rho=1000$ kg/m ³)	0,270	1,300	0,208
Išlyginamasis sluoksnis	0,020	2,000	0,010
Garų izoliacija	0,010	0,200	0,050
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,180	0,038	4,737
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,170	0,033	5,152
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,020	0,034	0,588
Ruloninė danga	0,014	0,230	0,061
R _{se} – išorinio paviršiaus šiluminė varža			0,040
Bendra stogo šiluminė varža			10,964
Projektuojamas šilumos perdavimo koeficientas $U=1/R$, (W/m²·K)			0.09

3.9 lentelė. Stogo šiltinimas (II variantas)

Stogas	Storis, m	λ , W/(m·K)	R (m ² ·K/W)
R _{si} – vidinio paviršiaus šiluminė varža			0,100
Gelžbetonio plokštė ($\rho=1000$ kg/m ³)	0,270	1,300	0,208
Išlyginamasis sluoksnis	0,020	2,000	0,010
Garų izoliacija	0,010	0,200	0,050
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,180	0,037	4,865
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,040	0,039	1,028
Ruloninė danga	0,014	0,230	0,061
R _{se} – išorinio paviršiaus šiluminė varža			0,040
Bendra stogo šiluminė varža			6,473
Projektuojamas šilumos perdavimo koeficientas $U=1/R$, (W/m²·K)			0,155



3.8 pav. Stogo šiltinimo detalė (I, II, III variantai)

Rūsio perdangos šiltinimas. Pagal pirmąjį ir trečiąjį pastato modernizavimo projekto variantą rūsio perdanga šiltinama iš apačios 100 mm storio akmens vatos plokštėmis (žr. 3.9 pav.), kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Rūsio lubų šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimai pagal pirmąjį ir trečiąjį modernizavimo projekto variantą pateikti 3.10 lentelėje.

Pagal antrąjį pastato modernizavimo projekto variantą perdanga virš nešildomo rūsio šiltinama 50 mm storio akmens vatos plokštėmis, kurių šilumos laidumo koeficientas $\lambda=0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Rūsio lubų šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas pagal antrąjį variantą pateiktas 3.11 lentelėje.

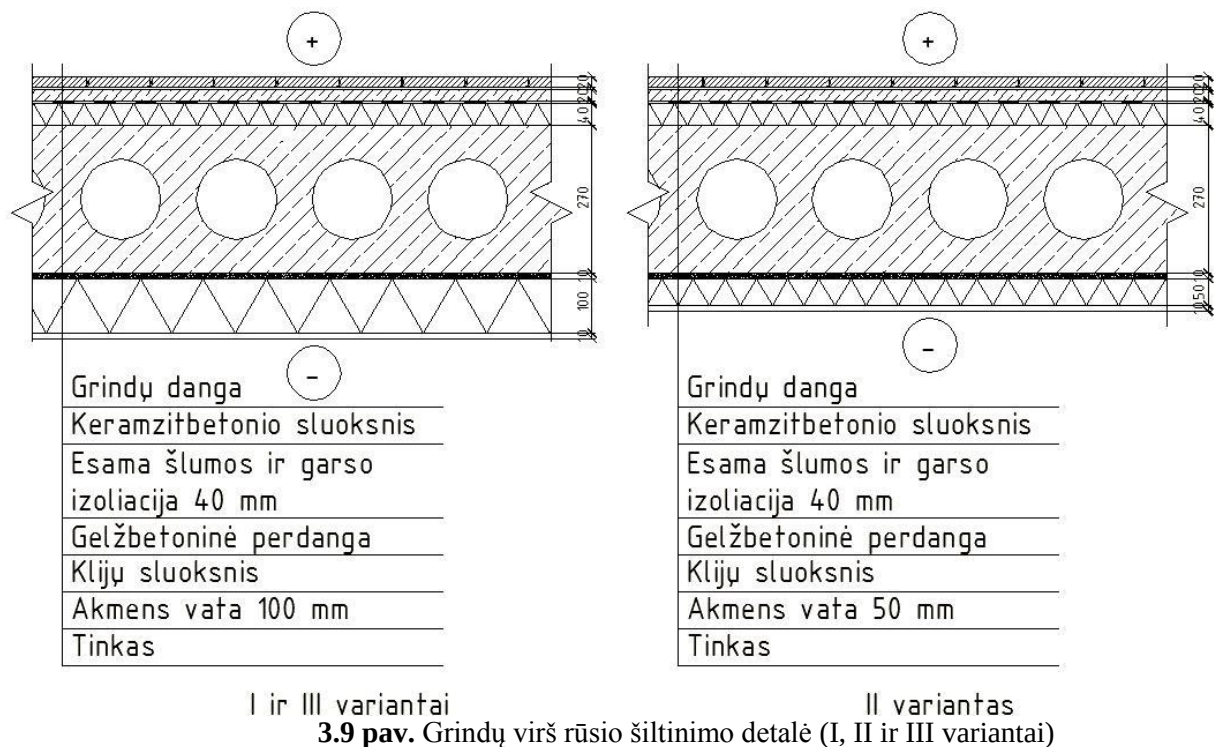
Apšiltinta rūsio perdanga yra armuojama ir tinkuojama. Rūsio perdangos šiltinimo darbų eiga aprašyta 1.3 poskyryje.

3.10 lentelė. Rūsio perdangos šiltinimas (I ir III variantai)

Rūsio perdanga	Storis, m	λ , W/(m·K)	R (m ² ·K/W)
R _{si} – vidinio paviršiaus šiluminė varža			0,170
Grindų danga	0,020	0,090	0,222
Keramzitbetonio sluoksnis	0,020	0,120	0,167
Esama šilumos ir garso izoliacija	0,040	0,042	0,952
Gelžbetonio plokštė ($\rho=2400 \text{ kg/m}^3$)	0,270	1,300	0,208
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,100	0,033	3,030
Tinkas	0,010	0,950	0,910
R _{se} – išorinio paviršiaus šiluminė varža			0,040
Bendra rūsio perdangos šiluminė varža			5,700
Projektuojamas šilumos perdavimo koeficientas $U=1/R$, (W/m²·K)			0,175

3.11 lentelė. Rūsio perdangos šiltinimas (II variantas)

Rūsio perdanga	Storis, m	λ , W/(m·K)	R (m ² ·K/W)
R _{si} – vidinio paviršiaus šiluminė varža			0,170
Grindų danga	0,020	0,090	0,222
Keramzitbetonio sluoksnis	0,020	0,120	0,167
Esama šilumos ir garso izoliacija	0,040	0,042	0,952
Gelžbetonio plokštė ($\rho=2400 \text{ kg/m}^3$)	0,270	1,300	0,208
Šilumos izoliacija (akmens vatos plokštės)	0,050	0,033	1,515
Tinkas	0,010	0,950	0,910
R _{se} – išorinio paviršiaus šiluminė varža			0,040
Bendra rūsio perdangos šiluminė varža			5,001
Projektuojamas šilumos perdavimo koeficientas $U=1/R$, (W/m²·K)			0,200



Langų, durų keitimas ir balkonų stiklinimas. Naujai keičiami visi pastato langai ir išorės durys. Jie montuojami išorinėje pastato sienos pusėje. Tokiu būdu angokraštis bei nuolaja būna ne tokie platūs, o tik šiltinamosios medžiagos ir išorinės apdailos storio. Seni langai keičiami naujais, kurių šilumos perdavimo koeficientas pirmuoju atveju yra $U=0,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, antruoju – $U=1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, trečiuoju – $U=0,85 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Varstomų langų dalių varstymas fiksuojamas trimis padėtimis (atidarymas, atvėrimas ir mikroventiliacija). Keičiami visi laiptinės langai ir vidaus bei išorės palangės.

Senos išorės (rūsio, įėjimo į laiptinę ir tambūro) durys keičiamos naujomis apšiltintomis metalinėmis durimis. Duryse įrengiami pritraukimo mechanizmai. Durų šilumos perdavimo koeficientas pirmuoju atveju yra $U=0,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, antruoju – $U=1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, trečiuoju – $U=0,85 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Visais modernizavimo projekto variantais esama balkonų konstrukcija (metaliniai turėklai, aptvaro plokštės) ir įstiklinimai demontuojami. Balkono betoninės plokštės stiprinamos taip, kaip aprašyta 1.3 poskyryje. Įrengiama aliuminio profilio balkonų stiklinimo sistema. Viršutinė balkono dalis slankiojanti aliumininiais bėgeliais. Balkonų vidinėje pusėje įrengiami 1,20 m aukščio metaliniai turėklai.

Šildymo ir karšto vandens tiekimo sistemų modernizavimas. Pastato šilumos šaltinis yra miesto šilumos tinklai. Šilumos punkto patalpa yra rūsyje, į ją patenkama iš rūsio bendro naudojimo koridoriaus. Per šildymo sistemos eksploatavimo metus šildymo prietaisai nusidėvėjo, juose atsirado nuosėdų, jungiamieji stovai, vamzdžiai surūdijo ir užkalkėjo. Pastate nėra galimybės kiekvienam butui individualiai reguliuoti temperatūra patalpose.

Atliekant šildymo ir karšto vandens tiekimo sistemų modernizavimą visais atvejais keičiami visi šildymo sistemos prietaisai, stovai, vamzdžiai, demontuojama esama šildymo sistema. Pastato šildymo ir karšto vandens ruošimo sistemos jungiamos prie miesto šilumos tinklų pagal nepriklausomą schemą per plokštelinius šilumokaičius. Vandens temperatūrą kiekvienoje sistemoje reguliuojama automatiškai pagal lauko oro temperatūrą, paros bei savaitės programą ir kitus nustatytus parametrus. Karšto cirkuliacinio vandentiekio stovuose penktame aukšte įrengiami automatiniai oro išleidikliai. Šaltas vanduo karšto vandens ruošimui tiekiamas iš pastato šalto vandentiekio tinklo, o jo apskaitai šilumos punkto patalpoje įrengiamas šalto vandens skaitiklis. Kaip papildoma sistema karštam vandeniui ruošti, ant pastato stogo montuojami vakuuminiai saulės kolektoriai.

Pastate tiesiami nauji vamzdynai, montuojami nauji plieniniai radiatoriai. Prie kiekvieno šildymo prietaiso montuojamas šilumos daliklis. Šie dalikliai matuoja radiatoriaus ir patalpos oro temperatūrų skirtumus. Pagal jų rodmenis skaičiuojamas kiekvieno buto sunaudotos energijos kiekis.

Pastato vėdinimo sistema. Dėl mažų laiptinių, ortakių, reikalingų centrinės mechaninės vėdinimo sistemos įrengimui, pasirinkto daugiabučio viduje centrinės mechaninės vėdinimo sistemos montavimas techniškai yra beveik neįmanomas. Ortakių montavimas pastato išorėje darytų namo estetinį vaizdą, sudarytų problemas kokybiškam šilumos izoliavimui. Dėl to pasirinktame daugiabutyje pagal pirmąją ir trečiąją modernizavimo projekto variantą numatoma įrengti necentralizuotą mechaninę vėdinimo sistemą.

Vėdinimo įrenginiai montuojami kiekvieno buto koridoriuose. Pagal pirmąją modernizavimo projekto variantą rekuperatoriaus naudingumas – 90 %. Elektrinių ventiliatorių naudojamas elektros energijos kiekis 1 m^3 oro yra $G_{\text{reH,x}}=0,45 \text{ Wh/m}^3$, o pagal trečiąją projekto variantą – rekuperatoriaus naudingumas yra 80 %, $G_{\text{reH,x}}=0,55 \text{ Wh/m}^3$.

Antruoju atveju mechaninė vėdinimo sistema neįrengiama. Numatoma išvalyti esamus natūralaus vėdinimo kanalus. Oro išmetimo kaminėliai pakeliami, kad kanalų išvadai virš papildomai apšildinto stogo dangos būtų ne žemiau kaip 600 mm (atstumas nuo parapeto viršaus iki vėdinimo angos turi būti ne mažesnis kaip 300 mm). Virš vėdinimo šachtų įrengiami stogeliai.

Atsinaujinantys energijos šaltiniai. Pagal pirmąją modernizavimo projekto variantą ant pastato stogo įrengiami vakuuminiai saulės kolektoriai karštam vandeniui ruošti. 560 m^2 vakuuminių saulės kolektorių užima $795,2 \text{ m}^2$ stogo ploto ir montuojant orientuojami į pietų pusę pasvirę 45° kampų. Vakuuminių saulės kolektorių konversijos efektyvumas – 85 %, galia – 392 kW.

3.2. DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO VILNIUJE ENERGINIO NAUDINGUMO ĮVERTINIMAS

Šiame poskyryje pateikiami pasirinkto pastato trijų modernizavimo projektų energinio naudingumo skaičiavimų pagal 2.1 poskyryje aprašytą skaičiavimo metodiką rezultatai. Pastato energijos sąnaudų skaičiavimo rezultatai pagal tris modernizavimo projekto variantus pateikti 3.12 lentelėje. Išsamesni visų variantų energijos sąnaudų skaičiavimai pateikti A priede.

3.12 lentelė. Pastato energijos sąnaudų skaičiavimo rezultatai (I, II, III variantai)

Eil. Nr.	Energijos sąnaudų apibūdinimas	Skaičiavimo formulės numeris	Skaičiuojamosios energijos sąnaudos kvadratiname metre pastato šildomo ploto (4380,23 m ²) per metus kWh/(m ² ·metai)		
			I	II	III
1	Šilumos nuostoliai per pastato sienas	(2.1)	2,02	10,86	3,75
2	Šilumos nuostoliai per pastato stogą	(2.2)	0,88	3,60	1,31
3	Šilumos nuostoliai per grindis virš nešildomų vėdinamų rūšių	(2.3)	1,66	4,55	2,47
4	Šilumos nuostoliai per pastato langus ir kitas skaidrias atitvaras	(2.4)	5,10	22,41	9,21
5	Šilumos nuostoliai per pastato išorės duris, neįskaitant nuostolių dėl durų varstymo	(2.5)	0,14	1,34	0,26
6	Šilumos nuostoliai per pastato ilginius šiluminius tiltelius	(2.6)	1,15	6,50	1,70
7	Šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo	(2.7)	2,24	20,34	7,88
8	Šilumos nuostoliai dėl viršnorminės išorės oro infiltracijos	(2.8)	0	0	0
9	Šilumos pritekėjimai iš išorės pastato šildymo laikotarpiu	(2.9)	1,66	1,23	1,55
10	Vidiniai šilumos išskyrimai pastato šildymo laikotarpiu	(2.10)	29,48	29,48	29,48
11	Šilumos nuostoliai, kuriuos pastato šildymo laikotarpiu kompensuoja šilumos pritekėjimai iš išorės ir vidiniai šilumos išskyrimai	(2.11)	23,94	28,59	26,69
12	Suminės elektros energijos sąnaudos pastate	(2.12)	23,71	21,40	24,21
13	Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui	(2.13)	4,86	4,86	4,86
14	Šiluminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti	(2.14)	5,67	34,68	34,68
15	Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti	(2.15)	14,01	71,30	27,48

3.12 lentelėje pateikti šilumos nuostoliai per pastato atitvaras vienam kvadratiniam metrui pastato šildomo ploto kiekvienu modernizavimo variantu skiriasi, nes visais atvejais yra skirtingi atitvarų šilumos perdavimo koeficientai.

I variantas. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklio $C_1=0,24$ vertė, apibūdinanti pirminės neatsinaujinančios energijos vartojimo efektyvumą šildymui, vėsinimui bei apšvietimui ir energijos vartojimo efektyvumo rodiklio $C_2=0,54$ vertė, apibūdinanti pirminės neatsinaujinančios energijos vartojimo efektyvumą karštam buitiniam vandeniui ruošti atitinka 2.1 lentelėje A++ energinio naudingumo klasės pastatams nurodytus reikalavimus.

Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, apskaičiuoti pagal (2.18) formulę $H_{env}=1327,6$ (W/K) yra mažesni už norminius savituosius šilumos nuostolius $H_{env.(A++)}=1334,1$ (W/K), apskaičiuotus pagal (2.23) formulę.

Modernizuojant pastatą pagal pirmąjį atnaujinimo projekto variantą jame įrengiama mechaninė vėdinimo sistema. Rekuperatoriaus naudingumo koeficientas lygus 0,09, o rekuperatoriaus ventiliatoriaus naudojamas elektros energijos kiekis $G_{reH,x}=0,45$ Wh/m³. Tokia mechaninė vėdinimo sistema atitinka A++ energinio naudingumo klasės pastatams keliamus reikalavimus.

A++ energinio naudingumo klasės pastatuose didžiąją sunaudojamos energijos dalį turi sudaryti energija iš atsinaujinančių išteklių. Pastate sunaudota energijos dalis K_{ers} iš atsinaujinančių išteklių turi būti didesnė už vienetą. Modernizavus pasirinktą pastatą, jame sunaudojama energijos dalis iš atsinaujinančių energijos šaltinių $K_{ers}=0,31$. Pastate sunaudota energijos dalis iš atsinaujinančių išteklių neatitinka STR 2.01.09:2012 90 punkto reikalavimų.

II variantas. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklio $C_1=0,70$ vertė atitinka 2.1 lentelėje B energinio naudingumo klasės pastatams nurodytą vertę. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklio $C_2=0,789$ vertė atitinka 2.1 lentelėje A+ energinio naudingumo klasės pastatams nurodytą vertę.

Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, apskaičiuoti pagal (2.18) formulę $H_{env}=2488,0$ (W/K) yra mažesni už norminius savituosius šilumos nuostolius $H_{env.(B)}=3370,0$ (W/K), apskaičiuotus pagal (2.20) formulę.

III variantas. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklio $C_1=0,372$ ir $C_2=0,789$ vertė atitinka 2.1 lentelėje A+ energinio naudingumo klasės pastatams nurodytus reikalavimus.

Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, apskaičiuoti pagal (2.18) formulę $H_{env}=1524,0$ (W/K) yra mažesni už norminius savituosius šilumos nuostolius $H_{env.(A+)}=1544,0$ (W/K), apskaičiuotus pagal (2.22) formulę.

Modernizuojant pastatą pagal trečiąjį atnaujinimo projekto variantą jame įrengiama mechaninė vėdinimo sistema. Rekuperatoriaus naudingumo koeficientas lygus 0,08, o rekuperatoriaus ventiliatoriaus naudojamas elektros energijos kiekis $G_{reH,x}=0,55$ Wh/m³. Tokia mechaninė vėdinimo sistema atitinka A+ energinio naudingumo klasės pastatams keliamus reikalavimus.

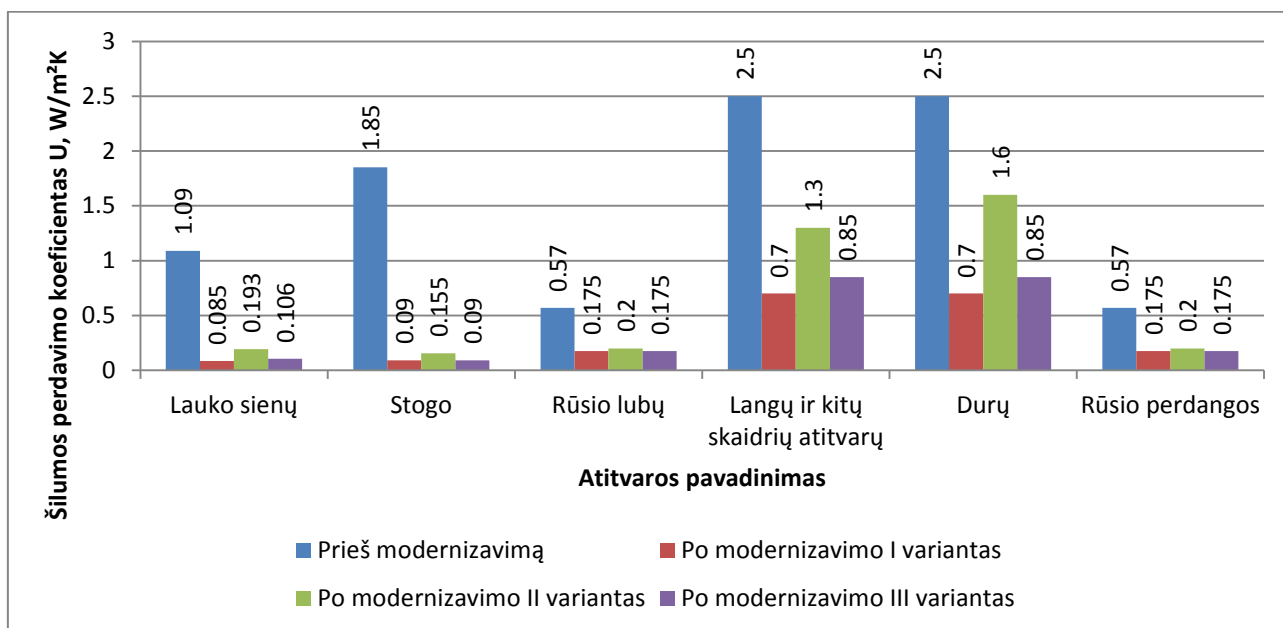
A, A+ ir A++ energinio naudingumo pastatų sandarumas turi būti išmatuotas ir atitikti Statybos techninio reglamento STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ antro priedo XXVII skyriaus reikalavimus. Atsižvelgiant į tai, kad pastato atitvarų savitieji šilumos nuostoliai po modernizavimo pagal pirmąjį ir trečiąjį modernizavimo projekto variantą yra mažesni už norminius, priimama, kad pasirinkto pastato sandarumas atitinka Statybos techninio reglamento STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ antro priedo XXVII skyriaus reikalavimus.

Tam, kad modernizuotą pastatą būtų galima priskirti tam tikrai energinio naudingumo klasei, jis turi tenkinti visus atitinkamai energinio naudingumo klasei keliamus reikalavimus (žr. 2.2 lentelę). Modernizuoto pastato reikalavimų atitinkamos energinio naudingumo klasės pastatams atitikimas pagal tris modernizavimo projekto variantus pateiktas 3.13 lentelėje.

3.13 lentelė. Modernizuoto pastato reikalavimų atitinkamos energinio naudingumo klasės pastatams atitikimas

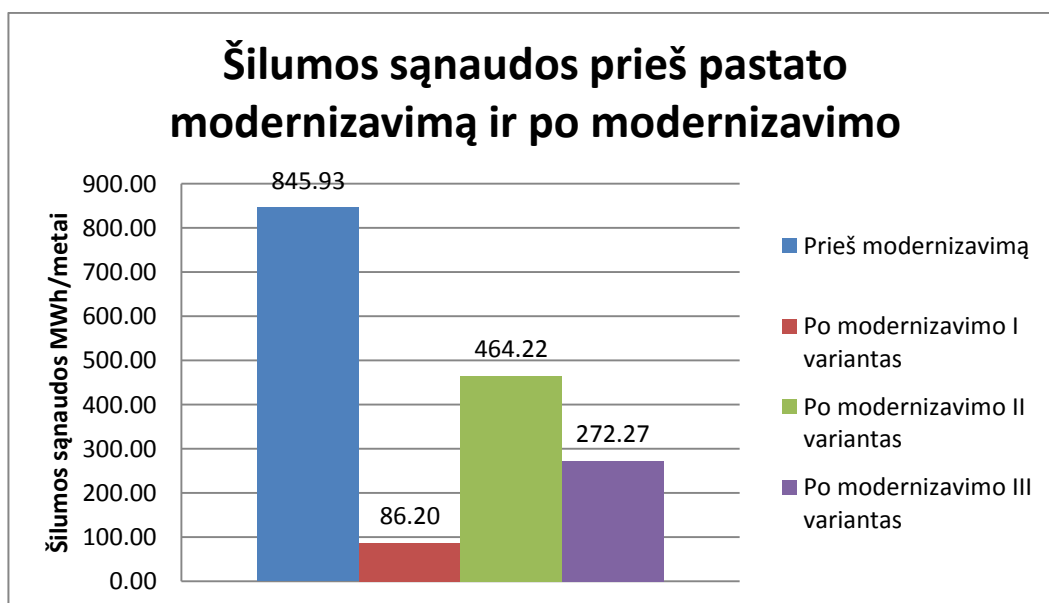
Klasė	Reikalavimai atitinkamos energinio naudingumo klasės pastatams	Taip/ne		
		I	II	III
B klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus	Taip	Taip	Taip
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už norminius savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.20) formulę: $H_{env} \leq H_{env,N}$	Taip	Taip	Taip
A+ klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus	Taip	Ne	Taip
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už norminius savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.22) formulę: $H_{env} \leq H_{env,(A+)}$	Taip	Ne	Taip
	3. Pastato sandarumas turi atitikti šio STR 2.01.09:2012 priedo XXVII skyriaus reikalavimus	Taip	Ne	Taip
	4. Jei pastate įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,80, o rekuperatoriaus ventiliatoriaus naudojamas elektros energijos kiekis turi būti ne didesnis už 0,55 Wh/m ³	Taip	Ne	Taip
A++ klasės pastatai	1. Pastato energijos vartojimo efektyvumo rodiklių C_1 ir C_2 vertės turi tenkinti 2.1 lentelės reikalavimus	Taip	Ne	Ne
	2. Pastato atitvarų skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, suskaičiuoti pagal (2.18) formulę, turi būti ne didesni už norminius savituosius šilumos nuostolius, suskaičiuotus pagal (2.23) formulę: $H_{env} \leq H_{env,(A++)}$	Taip	Ne	Ne
	3. Pastato sandarumas turi atitikti STR 2.01.09:2012 priedo XXVII skyriaus reikalavimus	Taip	Ne	Ne
	4. Jei pastate įrengta mechaninio vėdinimo su rekuperacija sistema, rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,90, o rekuperatoriaus ventiliatoriaus naudojamas elektros energijos kiekis turi būti ne didesnis už 0,45 Wh/m ³	Taip	Ne	Ne
	5. Pastate sunaudota energijos dalis iš atsinaujinančių išteklių turi tenkinti šio STR 2.01.09:2012 priedo 90 punkto reikalavimus	Ne	Ne	Ne

Modernizavus pasirinktą daugiabutį gyvenamąjį namą, sumažėja jo atitvarų šilumos perdavimo koeficientai. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų reikšmės prieš pastato modernizavimą ir po pastato modernizavimo pagal visus tris variantus pateikti 3.10 pavyzdyje.



3.10 pav. Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų reikšmės prieš ir po modernizavimo

Prieš pastato modernizavimą metinės šilumos sąnaudos buvo 845,93 MWh/metai. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad modernizavus pastatą pagal pirmąjį modernizavimo projekto variantą šilumos sąnaudos sumažėtų iki 86,20 MWh/metai, pagal antrąjį – 464,22 MWh/metai, pagal trečiąjį – 272,27 MWh/metai (3.11 pav).

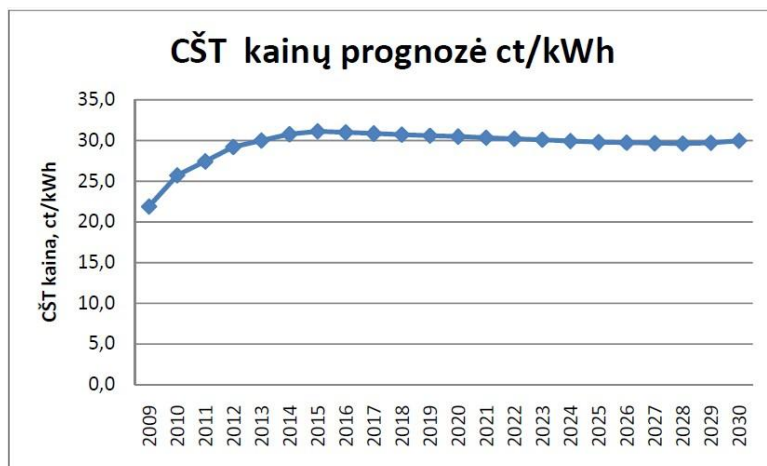


3.11 pav. Metinės pastato šilumos sąnaudos prieš modernizavimą ir po modernizavimo (I, II, III variantai)

3.3. DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO VILNIUJE EKONOMINIO NAUDINGUMO ĮVERTINIMAS

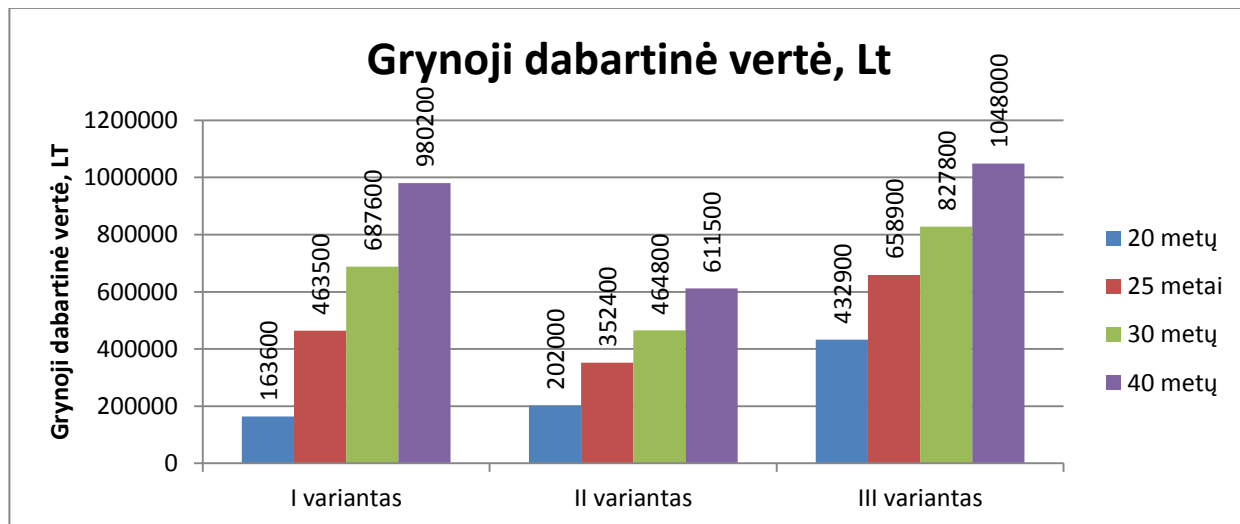
Šiame poskyryje pateikiami visų trijų atnaujinimo (modernizavimo) projekto variantų ekonominio naudingumo skaičiavimo pagal 2.2 poskyryje aprašytą skaičiavimo metodiką rezultatai.

Skaičiuojant pastato atnaujinimo (modernizavimo) ekonominį naudingumą buvo priimta, kad centralizuotai tiekiamos šilumos kaina keisis pagal 3.12 pavyzdyje pateiktą kainų prognozės grafiką.



3.12 pav. Vidutinė centralizuotai tiekiamos šilumos kainos prognozė 2010–2030 m. (Alternatyvių... 2010)

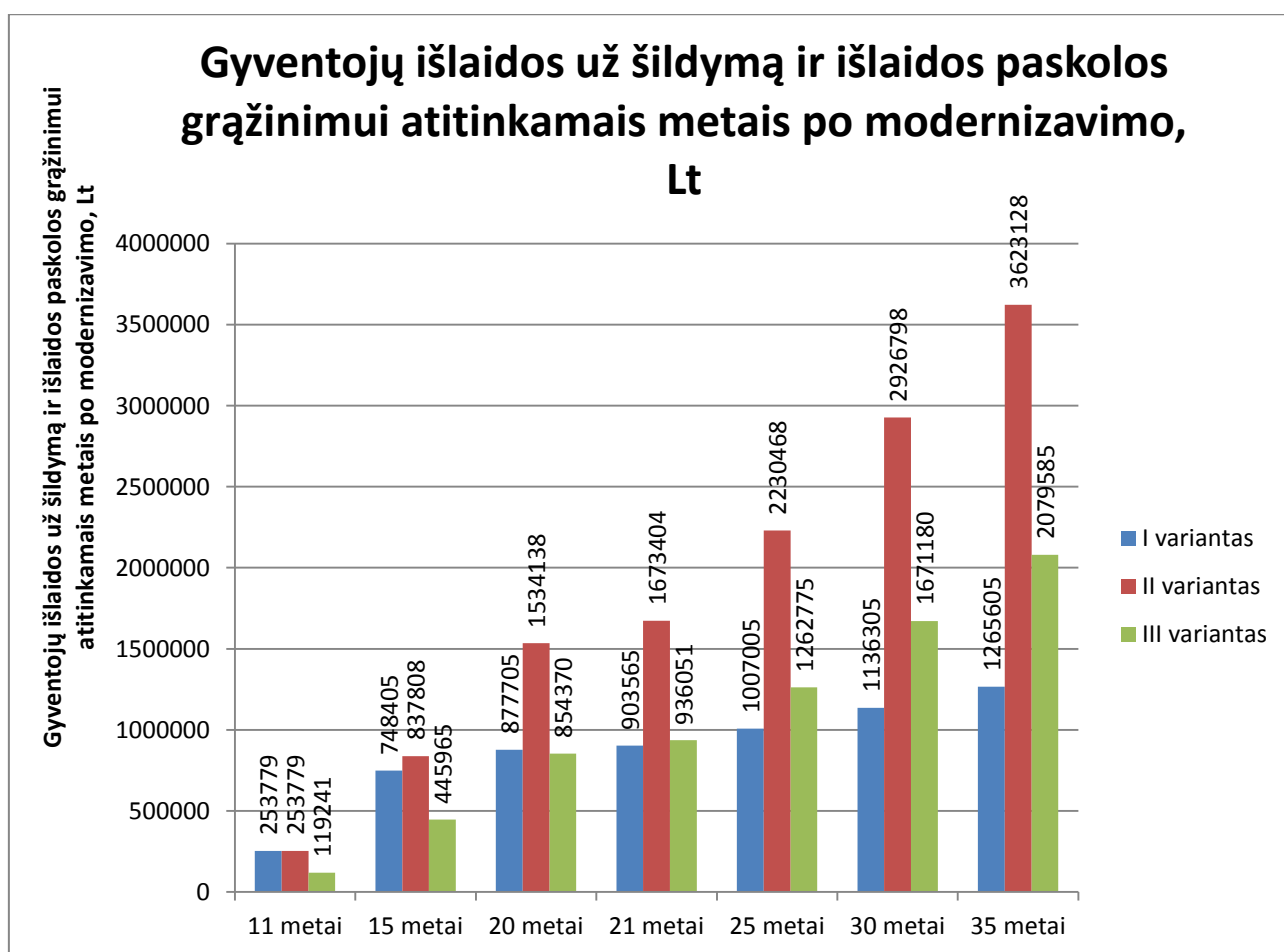
Pirmojo modernizavimo projekto varianto grynoji dabartinė vertė suskaičiuota pagal (2.28) formulę, kai skaičiavimo laikotarpis yra 20 metų $GDV=163600$ Lt. Antrojo modernizavimo projekto varianto grynoji dabartinė vertė – 202000 Lt, trečiojo – 432900 Lt (3.13 pav). Kai skaičiavimo laikotarpis 25 metai: pirmojo – 463500 Lt, antrojo – 352400 Lt, trečiojo – 658 900 Lt. Kai skaičiavimo laikotarpis 30 metų: pirmojo – 687600 Lt, antrojo – 464800 Lt, trečiojo – 827800 Lt. Kai skaičiavimo laikotarpis 40 metų: pirmojo – 980200 Lt, antrojo – 611500 Lt, trečiojo – 1048000 Lt. Grynoji dabartinė vertė tiesiogiai priklauso nuo investicijų ir sutaupymų dydžio. Ją skaičiuojant taip pat yra įvertinamas pinigų nuvertėjimas bėgant laikui.



3.13 pav. Grynoji dabartinė vertė (I, II, III variantai)

Atlikus skaičiavimus (žr. B priedą) nustatyta, kad pirmojo pastato modernizavimo projekto investicijos atsipirks 13 metais, antrojo modernizavimo projekto investicijos atsipirks 12 metais, o trečiojo – 11 metais. Skaičiuojant buvo priimta, kad kiekvienais metais yra grąžinama tiek paskolos, kiek sutaupoma lėšų už šildymą modernizavus pastatą įvertinant 3 % fiksuotas metines palūkanas. Priimama, kad modernizavimo projekto įgyvendinimo išlaidoms teikiama 40 % valstybės parama.

Priimant, kad statinio techninė priežiūra po pastato modernizavimo bus vykdoma tinkamai, pastato techninės būklės patikrinimai ir remontai techninei būklei palaikyti bus atliekami periodiškai, 3.14 paveiksle pateiktas gyventojų išlaidų už šildymą ir išlaidų paskolos grąžinimui atitinkamais metais po modernizavimo grafikas.



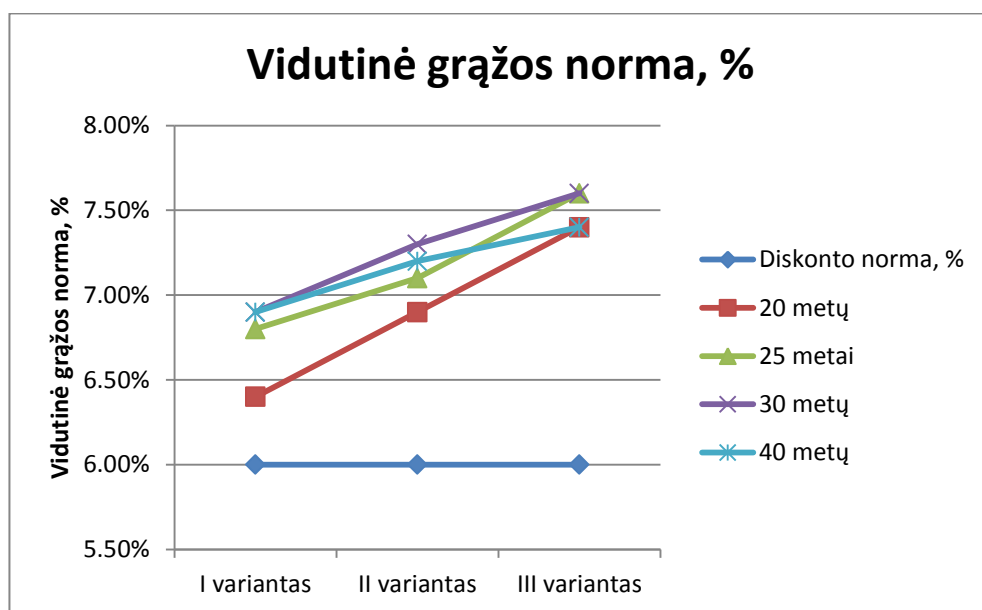
3.14 pav. Gyventojų mokestis už šildymą atitinkamais metais po modernizavimo

Iš grafiko matyti, kad 11 metais (metais, kai atsipirks trečiojo projekto varianto investicijos) bendrosios gyventojų išlaidos už šildymą ir paskolos grąžinimą modernizavus pastatą pagal pirmąjį ir antrąjį projekto variantą susilygins. Dvidešimt pirmais metais po modernizavimo pirmasis projekto variantas taps ekonomiškiausias, nes gyventojų išlaidos už šildymą, lyginant su kitais dviem variantais bus mažiausios, o 35 metais po modernizavimo gyventojų išlaidos už

šildymą modernizavus pastatą pagal pirmąjį projekto variantą bus 2,7 karto mažesnės nei modernizavus pastatą pagal antrąjį projekto variantą ir 1,65 karto mažesnės nei pagal trečiąjį.

Pastato atnaujinimo (modernizavimo) projektas yra ekonomiškai naudingas, kai vidutinė grąžos norma yra lygi arba didesnė už diskonto normą, kuri šiuose skaičiavimuose priimama lygi 6 %.

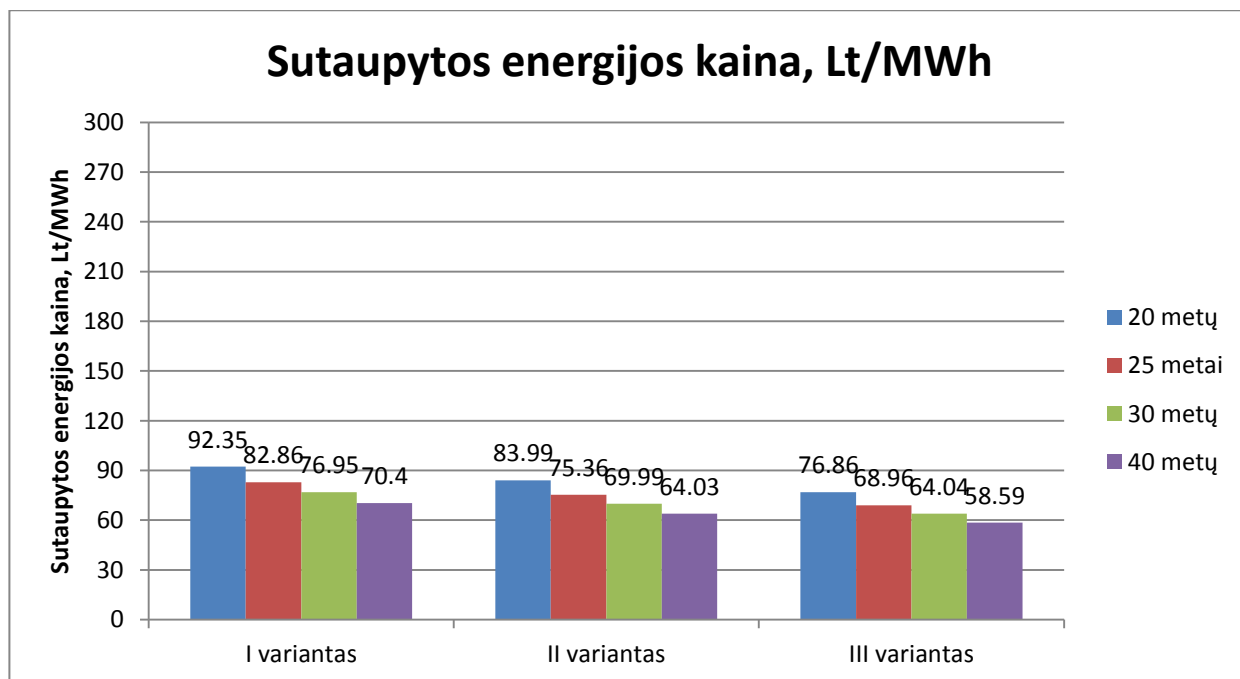
Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad pirmojo modernizavimo projekto vidutinė grąžos norma, kai skaičiavimo laikotarpis yra 20 metų $VGN=6,4\%$, antrojo – $6,9\%$, trečiojo – $7,4\%$ (3.15 pav). Kai skaičiavimo laikotarpis yra 25 metai: pirmojo – $6,8\%$, antrojo – $7,1\%$, trečiojo – $7,6\%$. Kai skaičiavimo laikotarpis yra 30 metų: pirmojo – $6,9\%$, antrojo – $7,3\%$, trečiojo – $7,6\%$. Kai skaičiavimo laikotarpis yra 40 metų: pirmojo – $6,9\%$, antrojo – $7,2\%$, trečiojo – $7,4\%$.



3.15 pav. Vidutinė grąžos norma (I, II, III variantai)

Ekonomiškai naudingi yra tie projektai, kurių sutaupytos energijos kaina yra mažesnė už perkamos energijos kainą. Pirmojo modernizavimo projekto sutaupytos energijos kaina, kai skaičiavimo laikotarpis yra 20 metų $SEK=92,35$ Lt/MWh, antrojo modernizavimo projekto sutaupytos energijos kaina $SEK=83,99$ Lt/MWh, o trečiojo $76,86$ Lt/MWh (3.16 pav). Kai skaičiavimo laikotarpis yra 25 metai: pirmojo – $82,86$ Lt/MWh, antrojo – $75,36$ Lt/MWh, trečiojo – $68,96$ Lt/MWh. Kai skaičiavimo laikotarpis yra 30 metų: pirmojo – $76,95$ Lt/MWh, antrojo – $69,99$ Lt/MWh, trečiojo – $64,04$ Lt/MWh. Kai skaičiavimo laikotarpis yra 40 metų: pirmojo – $70,40$ Lt/MWh, antrojo – $64,03$ Lt/MWh, trečiojo – $58,59$ Lt/MWh.

Visų modernizavimo projekto variantų sutaupytos energijos kainos yra mažesnės už dabartinę energijos kainą (280 Lt/MWh).



3.16 pav. Sutaupyta energijos kaina (I, II ir III variantai)

Daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) įtakai šiame name esančių butų bei kitų patalpų rinkos vertei nustatyti buvo surinkta informacija apie per paskutinius dvylika mėnesių įvykusių analogiško arba panašaus turto sandorių kainas (3.14 lentelė).

3.14 lentelė. Butų kainos atnaujintuose ir neatnaujintuose daugiabučiuose namuose

Atnaujinti daugiabučiai namai			Neatnaujinti daugiabučiai namai		
Adresas	Plotas, m ²	1 m ² rinkos kaina, Lt	Adresas	Plotas, m ²	1 m ² rinkos kaina
Žirmūnų g. 79	44.00	4023	Žirmūnų g. 94	44.70	3058
Žirmūnų g. 19	44.00	4455	Žirmūnų g. 40	44.00	3568
Žirmūnų g. 105	30.10	4020	Žirmūnų g. 38	49.00	2653
Vidutinė rinkos kaina Lt/m ²		4166	Vidutinė rinkos kaina Lt/m ²		3093

Pagal (2.31) formulę suskaičiavus daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) įtaką šiame name esančių butų bei kitų patalpų rinkos vertei nustatyta, kad atnaujintame daugiabutyje esančio buto 1 m² kaina yra 1073 Lt didesnė nei analogiško buto neatnaujintame name.

3.15 lentelėje pateikti kiekvieno modernizavimo projekto visų ekonominio naudingumo vertinimo metodų rezultatai.

3.15 lentelė. Ekonominio naudingumo vertinimo metodų rezultatai

Skaičiavimo laikotarpis	Ekonominio naudingumo vertinimo metodas	Variantai		
		I	II	III
20 metų	GDV, Lt	163600	202000	432900
	VGN, %	6.4	6.9	7.4
	SEK, Lt/MWh	92.35	83.99	76.86
25 metai	GDV, Lt	463500	352400	658900
	VGN, %	6.8	7.1	7.6
	SEK, Lt/MWh	82.86	75.36	68.96
30 metų	GDV, Lt	687600	464800	827800
	VGN, %	6.9	7.3	7.6
	SEK, Lt/MWh	76.95	69.99	64.04
40 metų	GDV, Lt	980200	611500	1048000
	VGN, %	6.9	7.2	7.4
	SEK, Lt/MWh	70.40	64.03	58.59
PAL, metai		13	12	11
AI, Lt		1073		

3.4. TREČIO SKYRIAUS IŠVADOS

1. Pasirinkto tiriamojo daugiabučio gyvenamojo namo Žirmūnų g. 73, Vilniuje, atitvarų šiluminės charakteristikos neatitinka dabartinių norminių reikalavimų. Modernizuojant pastatą reikia ne tik didinti atitvarų varžą, bet ir stiprinti balkonų gelžbetonines plokštes ir stogelius virš įėjimo.
2. Atlikus pastato modernizavimo projekto variantų energinio naudingumo skaičiavimus nustatyta, kad pagal pirmąjį modernizavimo variantą atnaujinus daugiabutį namą jo šilumos energijos sąnaudos nuo 845.93 MWh/metai sumažėtų iki 86.20 MWh/metai. Atnaujinus pastatą pagal antrąjį modernizavimo projekto variantą šilumos energijos sąnaudos sumažėtų iki 464,22 MWh/metai, o pagal trečiąjį – 272,27 MWh/metai. Taigi energiniu požiūriu pirmasis modernizavimo projekto variantas yra naudingiausias, nes įgyvendinus jame numatytas priemones būtų sutaupoma net 89,81 % šilumos sąnaudų. Tuo tarpu įgyvendinus antrąjį ir trečiąjį modernizavimo projekto variantą būtų sutaupoma atitinkamai 45,12 % ir 67,82 % šilumos sąnaudų.
3. Įvertinus pasirinktų modernizavimo projektų ekonominį naudingumą nustatyta, kad pagal atsipirkimo laiką ekonomiškai naudingiausias yra trečiasis modernizavimo projekto variantas. Šiame projekte numatytos investicijos atsipirks greičiausiai – vienuoliktais metais po modernizavimo. Antrojo projekto varianto investicijos atsipirks dvyliktais metais, o pirmojo modernizavimo projekto investicijos atsipirks tryliktais metais po pastato atnaujinimo, tačiau įvertinus ilgalaikį modernizavimo ekonomiškumą matyti, kad dvidešimt pirmais metais po modernizavimo pirmasis projekto variantas taps ekonomiškiausias, nes gyventojų išlaidos už šildymą, lyginant su kitais dviem variantais bus mažiausios.

IŠVADOS

1. Išanalizavus teisės aktus, reglamentuojančius stambiaplokščių daugiabučių namų atnaujinimą (modernizavimą), matyti, kad valstybės parama daugiabučių namų savininkams teikiama ne tik projekto įgyvendinimo išlaidoms, bet ir projektui parengti bei statybos techninei priežiūrai vykdyti. Valstybė teikia finansinę paramą visoms būtinoms modernizavimo priemonėms, kurios didina energinį efektyvumą, taip pat skatina atsinaujinančių energijos šaltinių įrengimą.
2. Praktikoje atlikti tyrimai, kuriais buvo nustatoma tipinių daugiabučių namų konstrukcijų būklė, parodė, kad šiuos daugiabučius namus galima toliau eksploatuoti dar apie 40 metų ir jų modernizavimas yra ekonomiškai pagrįstas ir tikslingas.
3. Parenkant priemones daugiabučių namų atnaujinimui (modernizavimui) svarbu atsižvelgti į pastato konstrukcijų būklę, priemonių įgyvendinimo galimybes, gyventojų poreikius, darbus atlikti kokybiškai ir kompleksiškai.
4. Išanalizavus pasirinkto daugiabučio gyvenamojo namo būklę, nustatyta, kad jo atitvarų šiluminės charakteristikos neatitinka šiuo metu galiojančių norminių reikalavimų.
5. Atsižvelgiant į pasirinkto daugiabučio gyvenamojo namo konstrukcijų būklę ir atitvarų šilumines charakteristikas, pasiūlyti trys daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projekto variantai. Pagal aprašytas vertinimo metodikas įvertintas kiekvieno iš pasirinktų modernizavimo projekto variantų energinis ir ekonominis naudingumas.
6. Pagal pirmąjį projekto variantą buvo norima pasiekti aukščiausią – A++ energinio naudingumo klasę. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad įgyvendinus projekte numatytas priemones būtų galima pasiekti A++ energinio naudingumo klasę tuo atveju, jei pastate sunaudota energijos dalis iš atsinaujinančių išteklių atitiktų STR 2.01.09:2012 „Pastato energetinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ 90 punkto reikalavimus, t. y. jei pastate didžiąją sunaudojamos energijos dalį sudarytų energija iš atsinaujinančių išteklių. Šiuo atveju tokio rezultato pasiekti nepavyko, tačiau jei, kaip numatyta Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme, nuo 2020 m. centralizuotai tiekiamos šilumos energijos, pagamintos iš atsinaujinančių energijos išteklių, dalis šilumos energijos balanse padidėtų ne mažiau kaip iki 60 %, daugiabutį, modernizuotą pagal pirmąjį projekto variantą, būtų galima priskirti beveik nulinės energijos pastatams. Pagal antrąjį modernizavimo projekto variantą buvo pasiekta B energinio naudingumo klasė, pagal trečiąjį – A+ klasė.
7. Pagal ekonominio naudingumo vertinimo metodus suskaičiavus visų trijų modernizavimo projekto variantų ekonominį naudingumą nustatyta, kad visi projektai yra ekonomiškai naudingi ir į juos apsimoka investuoti.

8. Vertinant modernizavimo projektus pagal grynąją vidutinę vertę, vidutinę grąžos normą ir sutaupytos energijos kainą ekonomiškai naudingiausias yra trečiasis modernizavimo projekto variantas. Investicijos, numatytos pirmajame projekto variante atsipirks 13 metais po modernizavimo, antrajame – 12 metais, trečiajame – 11 metais. Įvertinus ilgalaikį modernizavimo ekonomiškumą matyti, kad 21 metais po modernizavimo pirmasis projekto variantas taps ekonomiškiausias, nes gyventojų išlaidos už šildymą, lyginant su kitais dviem variantais bus mažiausios. 35 metais po modernizavimo gyventojų išlaidos už šildymą modernizavus pastatą pagal pirmąjį projekto variantą bus 2,7 karto mažesnės nei modernizavus pastatą pagal antrąjį projekto variantą ir 1,65 karto mažesnės nei pagal trečiąjį.

LITERATŪRA IR ŠALTINIAI

Atnaujink būstą. 2010-2013a. *Institucinė sąranga* [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. balandžio 5 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.atnaujinkbusta.lt/index.php/lt/p/atnaujink-busta/apie-programa/institucine-saranga>>.

Atnaujink būstą. 2013. *Daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) investicijų ekonominio naudingumo įvertinimo metodika* [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. gegužės 7 d.]. Prieiga per internetą: <<http://atnaujinkbusta.lt/index.php/lt/p/busto-ir-urbanistines-pletros-agentura/modernizavimo-vykdomi-projektai>>.

Balkonų lodžių renovacija ir remontas [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2013-04-14]. Prieiga per internetą: <http://www.balkonurenovacija.lt/balkonu_renovacija.html>.

Būsto ir urbanistinės plėtros agentūra. 2010. Alternatyvių energijos šaltinių, taip pat ir rekuperacinės sistemos panaudojimo, įgyvendinant daugiabučių namų (atnaujinimo) modernizavimo programą, galimybių studija [žiūrėta 2013-04-27]. Prieiga per internetą: <http://www.atnaujinkbusta.lt/public/gallery/studijos_dokumentai/AES_Ataskaita_K.pdf>.

Europos direktyva. 2006. Europos parlamento ir tarybos direktyva 2006/23/EB [interaktyvus], [žiūrėta 2012 m. lapkričio 3 d.]. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:LT:PDF>>.

Europos direktyva. 2010. Europos parlamento ir tarybos direktyva 2010/31/ES [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. balandžio 5 d.]. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:LT:PDF>>.

Europos direktyva. 2012. Europos parlamento ir tarybos direktyva 2012/27/ES [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. gegužės 30 d.]. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:LT:PDF>>.

Europos komisijos 2011 m. efektyvaus energijos vartojimo planas. 2011 [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. gegužės 30 d.]. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:LT:PDF>>.

Fotoelektros geografinė informacinė sistema. Duomenų bazė. 2010 [žiūrėta 2013-04-27]. Prieiga per internetą: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>>.

Ginevicius, R.; Zubrecovas, V.; Ginevicius, T. 2009. Nekilnojamojo turto investiciniu projektu efektyvumo vertinimo metodikos, *Verslas: teorija ir praktika* 10(3): 181–190.

Ignatavičius, Č. 2004. *Pastatų konstrukcijos*: Rekomendacijos būsto ir gyvenamosios aplinkos renovacijai. Savivaldybės įmonė „Vilniaus planas“. 135–179.

Ignatavičius, Č. 2009. *Stambiaploščių namų natūriniai tyrimai, išvados ir rekomendacijos namų modernizavimui*: Mokslo darbo ataskaita. 100 p.

Ignatavičius, Č. 2010. Daugiabučių modernizavimo kokybė dar taisytina, *Statyk* 3(68): 48–50.

Ignatavičius, Č. 2010. Neužtaisytos stambiaploščių namų siūlės kasdien brangina būsimą remontą, *Statyk* 5(70): 36–38.

Ignatavičius, Č., et al. 2012. *Pastatų rekonstrukcijos ir remonto technologijos*. Vilnius: Technika. 113–138 p.

Ignatavičius, Č.; Skrodenis S. V. 2011. *Daugiabučių namų atnaujinimui (modernizavimui) skirtų tipinių detalių bei priemonių katalogas*. ISBN 978-609-95318-0-9.

Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas. Nr: XI-1375. Aktuali redakcija 2013 m. vasario 1 d, *Valstybės žinios*, 2011, Nr. 62-2936; 2013, Nr. 12-560.

Lietuvos Respublikos statybos įstatymas. Nr: I-1240. Aktuali redakcija 2012 m. birželio 30 d, *Valstybės žinios*, 1996, Nr. 32-788; 2001, Nr. 101-3597.

Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2004. *Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programa*. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2004 m. rugsėjo 23 d. nutarimu Nr. 1213 (Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2011 m. gruodžio 28 d. nutarimo Nr. 1556 redakcija) [interaktyvus], [žiūrėta 2013 m. balandžio 4 d.]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=418701>.

Martinaitis, V.; Kazakevicius, E.; Vitkauskas, A. 2007. A two-fold method for apprising building renovation and energy efficiency improvement projects, *Energy Policy* 35(1): 192–201. doi:10.1016/j.enpol.2005.11.003.

Martinaitis, V.; Rogoža, A.; Bikmanienė, I. 2004. Criterion to evaluate the „twofold benefit“ of the renovation of buildings and their elements, *Energy and Buildings* 36(1): 3–8.

Namo siūlių hermetizavimas [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2012-07-01]. Prieiga per internetą: <<http://klaipedacity.olx.lt/blokiniu-namo-siulu-hermetizavimas-remontas-iid-164269823>>.

Parasonis, J., et al. 1997. *1959-1970 m. stambiaplokščių gyvenamųjų namų atnaujinimo perspektyva ir ekonominis pagrindimas*: mokslinio tyrimo darbo ataskaita. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika. 10–11 p.

Pastato energinio naudingumo sertifikavimas [interaktyvus]. 2013. Paslaugos [žiūrėta 2013-05-15]. Prieiga per internetą <<http://www.termodata.lt/atliekami-darbai/energinis-sertifikavimas/>>.

Patvirtinti tipiniai projektai [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2013-04-04]. Prieiga per internetą <<http://www.atnaujinkbusta.lt/index.php/lt/p/pagalba-igyvendinant/tipiniai-projektai/patvirtinti-tipiniai-projektai>>.

Saulės kolektorių tipai [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2013-02-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.sildymas.lt/index.php?id=7506>>.

STR 1.02.09:2011 Teisės atlikti pastatų energinio naudingumo sertifikavimą įgijimo tvarkos aprašas. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-972 dėl statybos techninio reglamento patvirtinimo. 2011. *Valstybės žinios* Nr. 157-7448. 1 p.

STR 2.01.09:2005 Pastato energetinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-624 dėl statybos techninio reglamento patvirtinimo. 2005. *Valstybės žinios* Nr. 151-5568.

STR 2.01.09:2012 Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-674 dėl statybos techninio reglamento patvirtinimo. 2012. *Valstybės žinios* Nr. 99-5071.

STR 2.01.10:2007 Išorės tinkuojamos sudėtinės termoizoliacinės sistemos. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-219 dėl statybos techninio reglamento patvirtinimo. 2007. *Valstybės žinios* Nr. 43–1651.

STR 2.01.11:2012 Išorės vėdinamos termoizoliacinės sistemos. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-212 dėl statybos techninio reglamento patvirtinimo. 2012. *Valstybės žinios* Nr. 30–1417.

Sužinok, kaip apsaugoti savo būstą nuo rasojančių langų ir pelėsio [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2012-05-15]. Prieiga per internetą <<http://www.viskassodybai.lt/pages/index/page/c642df07b2>>.

Tyrimas: dauguma Vilniaus „chruščiovinių“ daugiabučių balkonų – avarinės būklės ir kelia pavojų aplinkiniams [interaktyvus]. 2012. 15min [žiūrėta 2013-04-14]. Prieiga per internetą: <<http://www.15min.lt/naujiena/verslas/bustas/665-284419>>.

PRIEDAI