

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

Deimantė Jotkaitė

**ENERGETIŠKAI EFEKTYVŪS IR
EKOLOGIŠKI DAUGIABUČIŲ NAMŲ
RENOVACIJOS SPRENDINIAI PAJŪRIO
REGIONE**

Uosto statinių studijų programos

Magistro baigiamasis darbas

Darbo vadovė:

lekt. dr. Jevgenija Rutė

Klaipėda, 2017

KLAIPĖDA UNIVERSITY

Marine technology and natural sciences department

Maritime engineering department

Deimantė Jotkaitė

**ENERGY EFFICIENT AND ECOLOGICAL
SOLUTIONS FOR THE RENOVATION OF
APARTMENT BUILDINGS IN THE SEASIDE
REGION**

Port structures study program in the final master's work

Studines code: 621H20004

Academic supervisor

lekt. dr. Jevgenija Rutė

Klaipėda, 2017

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

TVIRTINU _____

Studijų programos vadovė

lekt. dr. J. Rutė

ENERGETIŠKAI EFEKTYVŪS IR EKOLOGIŠKI DAUGIABUČIŲ NAMŲ RENOVACIJOS SPRENDINIAI PAJŪRIO REGIONE

Magistro baigiamasis darbas

Autorius

**TMNUS-15 gr. magistrantė
D. Jotkaitė**

(data, parašas)

Vadovas

lekt. dr. J. Rutė

(data, parašas)

Recenzentas

lekt. dr. D. Narmontas

(data, parašas)

Recenzentas

lekt. dr. V. Bagočius

(data, parašas)

CD pateiktas

lekt. dr. J. Rutė

(data, parašas)

Klaipėda, 2017

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS
JŪROS TECHNOLOGIJŲ IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
JŪRŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Uosto statinių studijų programa,
Valstybinis kodas 612H20004
Antra pakopa:
Statybos inžinerijos magistro kvalifikacija

TVIRTINU:
Studijų programos vadovė
lekt. dr. Jevgenija Rutė
.....
(parašas)
2016 m mėn d

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO
UŽDUOTIS

Studentė Deimantė Jotkaitė
(vardas, pavardė)

Baigiamojo magistro darbo tema

**ENERGETIŠKAI EFEKTYVŲS IR EKOLOGIŠKI DAUGIABUČIŲ NAMŲ RENOVACIJOS
SPRENDINIAI PAJŪRIO REGIONE**

Darbe išnagrinėti, ištirti ir aprašyti šias dalis:

1. Įvadas;
2. Ekologiškų ir neekologiškų termoizoliacinių medžiagų tipų apžvalga;
3. Tyrimo sprendiniai ir metodika;
4. Šiaudų skydų techniniai rodikliai;
5. Tiriamoji dalis;
6. Šiaudų skydų kompiuterinis modelio parinkimas;
7. Ekonomiškumo apskaičiavimas;
8. Išvados;
9. Literatūros sąrašas.

Darbą parengti ir pateikti pagal KU Senato 2010 m. balandžio mėn. 09 d. nutarimu Nr. 11 – 56 patvirtintu „Klaipėdos universiteto studentų savarankiškų rašto ir meno darbų bendrųjų reikalavimų aprašo“ patvirtinimo.

Užduoties gavimo data: 2016 vasario mėn. 17 d.
Darbo baigimo terminas: 2017 gegužės mėn. 12 d.
Studentė: Deimantė Jotkaitė
(vardas, pavardė)
Darbo vadovė: lekt. dr. Jevgenija Rutė
(vardas, pavardė)

.....
(parašas)
.....
(parašas)

Baigiamąjį darbą pateikti dviem popieriniais egzemplioriais (recenzantai, po recenzavimo grąžinama gynimo komisijai) ir kompiuterinė „V_Pavarde temos_pirmi_penki_zodziai.pdf“ laikmena. Kompiuterinė laikmena pateikiama dviem egzemplioriais: baigiamojo darbo vadovui ir studijų programos vadovei.

Klaipėdos universitetas
Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas
Jūrų inžinerijos katedra

Uosto statinių studijų programos baigiamasis magistro darbas

ENERGETIŠKAI EFEKTYVŲS IR EKOLOGIŠKI DAUGIABUČIŲ NAMŲ RENOVACIJOS SPRENDINIAI PAJŪRIO REGIONE

Autorė: D. Jotkaitė

Vadovė: dr. J. Rutė

Kalba: lietuvių

SANTRAUKA

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjamos ekologiškos ir neekologiškos termoizoliacinės medžiagos, analizuojami pagrindiniai daugiabučių namų renovacijos (modernizacijos) sienos konstrukcijos sprendimai. Iš pasirinktų ekologiškų ir neekologiškų renovacijos sprendimų renkames tinkamiausia sprendimą daugiabučio namo renovacijai (modernizacijai).

Teorinėje dalyje yra atlikta literatūros apžvalga apie ekologiškų ir neekologiškų statybinių termoizoliacinių medžiagų sampratą (šiaudai, linas, kanapių pluoštas, avies vilnos, biri celiuliozė, mineralinė vata, mineralinė stiklo vata, polistireninis putplastis, putų poliuretanai, ekstruizinis polistirenas). Aptarti pagrindiniai šių termoizoliacinių medžiagų techniniai duomenys (degumo klasė, ilgaamžiškumas, šilumos varža, degumo klasė ir tankis).

Tiriamąjame dalyje yra pasirinktos trys energiją taupantys daugiabučių namų renovacijos sprendiniai. Daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) sprendiniai detalčiai aprašomi. Taip pat išnagrinėta šiaudų skydų techniniai rodikliai. Suprojektuota ekologiški daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) mazgai. Apskaičiuota pasirinktų mazgų energetinio naudingumo rodikliai, sienos visuminė šiluminė varža R_t ($m^2 \cdot K/W$) ir šilumos perdavimo koeficientas U ($W/(m^2 \cdot K)$). Parinktas šiaudų skydų kompiuterinis skaičiavimo modelis.

Baigiamąjį darbą sudaro: 63 puslapių, 33 paveikslėliai ir 16 lentelių.

Raktažodžiai: šiaudų blokas, daugiabučių namų renovacija (modernizacija), ekologiškos statybinės medžiagos.

Klaipėda university
Faculty of maritime technology and life sciences
Department of maritime engineering
Master's thesis of port installation study programme

ENERGY EFFICIENT AND ECOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE RENOVATION OF APARTMENT BUILDINGS IN THE SEASIDE REGION

Author: D. Jotkaitė
Supervisor: PhD. J. Rutė
Language: Lithuanian

SUMMARY

Master's thesis examines ecological and non-ecological thermal materials, and analyses the main solutions of the apartment block renovation (modernisation) wall construction. The most suitable solution for the renovation (modernisation) of the apartment block is being selected from the chosen ecological and non-ecological renovation solutions.

Literature review regarding the concept of the ecological and non-ecological thermal insulation construction materials (straws, linen, hemp fiber, sheep wool, loose cellulose, mineral wool, mineral glass wool, polystyrene foam, polyurethane foam, extruded polystyrene) is performed in the theoretical part. The main technical specifications of these thermal insulation materials were discussed (fire class, durability, thermal resistance and density).

In the research part, three energy saving apartment block renovation solutions were chosen. Apartment block renovation (modernisation) solutions are described in detail. Technical indicators of straw panels were examined as well. Ecological renovation (modernisation) nodes for the apartment blocks were designed. Energy efficiency indicators of the selected nodes, total thermal resistance of the wall $R_t (m^2 \cdot K/W)$ and a coefficient of heat transmission $U (W/(m^2 \cdot K))$ were calculated. The computer calculation model for straw panels was selected.

Thesis is comprised of: 63 pages, 33 figures and 16 tables.

Keywords: straw block, apartment block renovation (modernisation), ecological construction materials.

Lentelių sąrašas

Lent. Nr.	Lentelės pavadinimas	Psl.
1.	Ekologiškų termoizoliacinių medžiagų techniniai duomenys	14
2.	Neekologiškų termoizoliacinių medžiagų techniniai duomenys	22
3.	Šiaudų blokų fragmentų oro pralaidumo vertė	49
4.	Lygiagrečiai nustatytos skiedinio savybės	51
5.	Daugiabučio gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas prieš renovaciją (modernizaciją)	53
6.	Pagrindiniai daugiabučio gyvenamojo namo rodikliai	53
7.	Skaičiavimo duomenys ir rezultatai	55
8.	Skaičiavimo duomenys ir rezultatai	58
9.	Gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas po renovacijos (modernizacijos)	58
10.	Skaičiavimo duomenys ir rezultatai	60
11.	Skaičiavimo duomenys ir rezultatai	62
12.	Gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas po renovacijos (modernizacijos)	62
13.	Skaičiavimo duomenys ir rezultatai	64
14.	Gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas po renovacijos (modernizacijos)	65
15.	Poslinkių, įrašų ir įtempimų reikšmės	69
16.	Daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) rezultatai	71

Paveikslėlių sąrašas

Pav. Nr.	Paveikslėlio pavadinimas	Psl.
1.	Ekologiškų namų konstrukcijų variantai	15
2.	Vėdinamo fasado šiltinimo sprendimas	28
3.	Konsolių įrengimas	29
4.	Apšiltinimo įrengimas	30
5.	Kreipiančiųjų profilių įrengimas	31
6.	Apdailos įrengimas ant ventiliuojamo fasado karkaso	32
7.	Šiaudų blokų skydas	33
8.	Šiaudų blokų šiltinimo sprendimas	35
9.	Steico Special – medžio plaušo plokštės įrengimas	36
10.	Garų izoliacijos įrengimas	36
11.	Šiaudų skydų tvirtinimas	37
12.	Difuzinės ir vėjo izoliacinės membranos įrengimas	38
13.	Medžio plaušo plokštės įrengimas	39
14.	Šiaudų skydų molio tinko apdailos įrengimas	39
15.	Dvitėjinė sija su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu	41
16.	Dvitėjos sijos šiltinimo sprendimas	42
17.	Pažeidimo rūšis a) be pažeidimų ir b) viršutinis sluoksnis atsisluoksneves	45
18.	Pažeidimo rūšis a) armavimo tinklelis matomas ir b) armavimo tinklelis matomas	45
19.	Garų izoliacijos rodiklis	47
20.	Bandinio vaizdas	48
21.	Presuotų šiaudų blokas įmontuotas bandymo stende	48
22.	Šiaudų bloko Nr. 1 oro pralaidumo priklausomybė nuo slėgių skirtumo	49
23.	Šiaudų bloko Nr. 2 oro pralaidumo priklausomybė nuo slėgių skirtumo	49
24.	Šiaudų bloko Nr. 3 oro pralaidumo priklausomybė nuo slėgių skirtumo	50
25.	Skiedinio traukimosi deformacijų diagrama	50
26.	Daugiabutis gyvenamasis namas	52
27.	Vėdinamo fasado šiltinimo sprendimas	54
28.	Šiaudų blokų šiltinimo sprendimas	59
29.	Dvitėjos sijos šiltinimo sprendimas	63
30.	Erdvinis šiaudų skydų skaičiavimo modelio schema	66
31.	Deformuota konstrukcijos schema	67
32.	Plokštuminis šiaudų skydų skaičiavimo modelio schema	68
33.	II skaičiavimo varianto deformuota schema (a) ir įtempimų schema (b)	68

TURINYS

IVADAS	11
I. LITERATŪROS APŽVALGA	13
1. 1. Ekologiškų termoizoliacinių medžiagų tipai, jų trūkumai ir privalumai	13
1.1.1. Biri celiuliozinė vata	15
1.1.2. Kanapių pluošto vata	16
1.1.3. Avies vilnos šilumos izoliacija	17
1.1.4. Linų pluošto izoliacija	18
1.1.5. Šiaudų termoizoliacinė medžiaga	19
1.1.6. Pūstoji kamštinė	19
1.1.7. Medžio pluošto izoliacija	20
1. 2. Neekologiškų termoizoliacinių medžiagų tipai, jų trūkumai ir privalumai	21
1.2.1. Mineralinė akmens vata	22
1.2.2. Mineralinė stiklo vata	23
1.2.3. Polistireninio putplasčio EPS gaminiai	23
1.2.4. Putų poliuretano (PUR, PIR) gaminiai	24
1.2.5. Ekstruzinis polistireninis putplastis XPS	25
1.2.6. Purškiama šilumos izoliacija (poliuretano pagrindu)	25
1. 3. Atitvaros šiluminės varžos skaičiavimas	25
II. TYRIMO SPRENDINIAI IR METODIKA	28
2. 1. Ventiliuojamas fasadas	28
2. 1.1. Ventiliuojamo fasado įrengimo technologija su tvirtinimo sistema	28
2. 1.2. Konsolių įrengimas	29
2. 1.3. Apsauginio profilio ventiliuojamam tarpui įrengti	30
2. 1.4. Apšiltinimo įrengimas	30
2. 1.5. Kreipiančiųjų profilių įrengimas	31
2. 1.6. Apdailos įrengimas ant ventiliuojamo fasado karkaso	32
2. 2. Šiaudų skydų fasadas	33
2. 2.1. Apšiltinimo įrengimas	34
2. 2.2. Šiaudų skydų apdaila	34
2. 2.3. Rasos taškas šiaudų skyduose	40
2. 2.4. Papildomas pamatas	40
2. 3. Dvitėjinių sijų šiaudų skydų fasadas	40
2. 3.1. Dvitėjinės sijos įrengimas	41
2. 3.2. Dvitėjinės sijos apdaila	42

2. 3.3. Dvitėjinės sijos privalumai	44
III. ŠIAUDŲ SKYDŲ TECHNINIAI RODIKLIAI	45
3. 1. Atsparumas smūgiui	45
3. 2. Biologinis tyrimas.....	46
3. 3. Šiaudų skydų degumo klasė.....	46
3. 4. Laidumas vandens garams	46
3. 5. Oro garso izoliacija	47
3. 6. Oro pralaidumo tyrimas	47
3. 7. Tankio nustatymas	50
3. 8. Skiedinio traukimosi deformacija	50
IV. TYRIAMOJI DALIS	52
4. 1. Pastato esamos būklės analizė	52
4. 2. Vėdinamo fasado šiluminės varžos skaičiavimas	54
4. 3. Šiaudų blokų šiluminės varžos skaičiavimas.....	59
4. 4. Dvitėjinės sijos su termoizoliaciniu medžio plaušo plokštės sluoksniu ir molio apdailos šiluminės varžos skaičiavimas	63
V. ŠIAUDŲ SKYDŲ MODELIO PARINKIMAS.....	66
5. 1. Kompiuterinis šiaudų skydų erdvinis skaičiavimo modelis	66
5. 2. Kompiuterinis šiaudų skydų plokštuminis skaičiavimo modelis.....	67
5. 3. Poslinkiai, įrašos ir įtempiai	69
VI. EKONOMIŠKUMO APSKAIČIAVIMAS.....	70
VII. REZULTATŲ SUGRETINIMAS	71
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	72
LITERATŪRA.....	74
PRIEDAI	77
1 priedas	77
2 priedas	79
3 priedas	82
4 priedas	85
5 priedas	88
6 priedas	92

IVADAS

Statybos sektoriaus plėtra ir vystymas neatsiejamas nuo visos ES ir nacionalinės ekonomikų plėtrą ir augimą skatinančių iniciatyvų ir su jomis susijusių strateginių dokumentų. Efektyvus išteklių naudojimas daro poveikį energetikai, aplinkai ir jos pokyčiams dėl klimato kaitos. Eurostato duomenimis, Lietuva yra viena iš ES valstybių, kurios pramonė naudojama daugiausia energijos. Europa turės daugiau negu du kartus pagerinti dabar pasiektus efektyvumo rodiklius. Vienas iš efektyvaus energijos vartojimo pavyzdžių yra sumažinti būstų šilumos nutekėjimo nuostolius. Termoizoliacinės medžiagos užima ypatingą vietą tarp statybinių medžiagų. Jos daro įtaką praktiškai visiems statybų aspektams – nuo kokybės, kainos iki pastatų ir statinių eksploatacinių išlaidų. Statyboje plačiai naudojamos termoizoliacinės medžiagos, tokios kaip mineralinė vata (akmens vata, stiklo vata), polistireninis putplastis (EPS), ekstruzinis polistireninis putplastis (XPS), putų poliuretanai ir kitos medžiagos. Tačiau sparčiai didėjant termoizoliacinių medžiagų panaudojimui rinkoje yra ir ekologiškos termoizoliacinės medžiagos, tokios kaip kanapių pluošto, linų pluošto, avies vilnos, šiaudų ir kitos termoizoliacinės medžiagos. Ekologiškos termoizoliacinės medžiagos pasižymi tokiomis savybėmis kaip lengvumas, geros šilumos ir garso izoliacinės savybės, ilgaamžiškumu. Todėl atsirado poreikis išnagrinėti ekologiškų ir neekologiškų termoizoliacinių medžiagų savybės atidžiau ir palyginti medžiagų savybes.

Lietuvoje yra naudojama įvairių termoizoliacinių medžiagų, bet buvo nuspręsta daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijai (modernizacijai) pritaikyti šiaudų gaminį. Lietuvoje dar nėra niekas apšiltinęs daugiabutį gyvenamąjį namą iš šios pasirinktos technologijos.

Siūlomas sprendinys reikalauja papildomo dėmesio nagrinėjant renovacijos (modernizacijos) sprendinius Lietuvoje, dėl savo naujumo. Sprendinys kelia žmonių susidomėjimą, todėl ši konstrukcija gali būti plačiau analizuojama ateityje.

Pastatai ir jų sudedamosios dalys turi būti pagaminti ir surinkti iš statybinių medžiagų, kurios tarpusavyje funkcionuoja ir turi užtikrinti saugumą pastatuose ir aplink juos esantiems žmonėms. Statybinės medžiagos ir statybos produktai privalo būti saugūs, nekenkti aplinkai ir žmogui. Tai turi tęstis viso medžiagų gyvavimo ciklo metu: nuo žaliavos išgavimo, medžiagos gamybos, statybos iki surinkimo, utilizavimo ar perdirbimo.

Darbo objektas – daugiabučio gyvenamojo namo renovacija (modernizacija).

Problema – Lietuvoje apie 60 – 70 procentų daugiabučių gyvenamųjų namų yra pastatyta iki 1993 metų. Normatyviniuose dokumentuose numatyta, kad senesnės statybos daugiabučiai, pagal konstrukcijų tipą, privalo būti renovuojami (modernizuoti): mūriniai pastatai – kas 75 metus, monolitiniai – kas 50 metų, gelžbetoniniai – kas 25 metus. Sparčiai didėjant daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijoms (modernizacijoms) reikalingos kokybiškos termoizoliacinės medžiagos. Šiuolaikinė statyba didelę įtaką padaro aplinkai, nes energija naudojama visose statybų

būvio ciklo stadijose. Daugiabučių gyvenamųjų namų renovacija (modernizacija) turėtų pagerinti saugią ir sveiką gyvenamąją aplinką. Reikia taupiai naudoti gamtos išteklius bei siekti ekonominės naudos žmogui ir gamtai. Neigiamas pastatų poveikis aplinkai gali būti žymiai sumažinantis, naudojant ekologiškas termoizoliacines medžiagas. Naudojant ekologiškas termoizoliacines medžiagas galima sutaupyti energiją ir kitus išteklius, taip pat sumažinti gamtos taršą.

Darbo aktualumas – renovacija (modernizacija), dar žinoma kaip atnaujinimo atkūrimo ir sutvarkymo procesas ypatingai aktualus šalyje, kur didžiojo dalis gyvenamųjų namų yra energetiškai neefektyvūs. Tai grandis turinti labai svarbų vaidmenį energetikos politikoje ir ateities perspektyvoje. Renovacijos esmė yra efektyvus energijos vartojimas, siekiant sumažinti energijos praradimo nuostolius. Šiuo metu renovacijos (modernizacijos) procesui Lietuvoje skiriamas ypatingas dėmesys. Šiaudų naudojimas, renovuojant (modernizuojant) pastatus, leistų ne tik taupyti, tačiau kartu atsižvelgti į klimato kaitos problemas, vykdyti aplinkosauginius reikalavimus.

Darbo tikslas – išnagrinėti rinkoje esančius ir naudojamas ekologiškas ir neekologiškas termoizoliacinių medžiagų techninius rodiklius ir pritaikyti daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) projektams. Parinkti ir pritaikyti šiuolaikinių inovatyvių, energiją taupančių bei ekologiškų priemonių ekologišką daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijai (modernizacijai).

Darbo uždaviniai:

1. Apžvelgti rinkoje siūlomas ekologiškas ir neekologiškas termoizoliacines medžiagas;
2. Aprašyti ekologiškų ir neekologiškų termoizoliacinių medžiagų techninius rodiklius;
3. Išanalizuoti ir parinkti tinkamą ekologišką daugiabučio gyvenamojo namo renovacijos (modernizacijos) konstrukcijų statybos variantus;
4. Atlikti ekologiško daugiabučio gyvenamojo namo konstrukcijų kompiuterinį renovacijos (modernizacijos) sprendimo modelį;
5. Pateikti daugiabučių gyvenamųjų namų šiltinimo sprendimo rekomendacijas.

I. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Ekologiškų termoizoliacinių medžiagų tipai, jų trūkumai ir privalumai

Dabar Europoje yra madinga statyti namus iš ekologiškų statybinių medžiagų. Lietuvoje šių medžiagų madą diktuoja Aplinkos ministerija ir asmeniniai užsakovų finansiniai pajėgumai, kadangi ekologiški namai kainuoja ypač brangiai.

Lietuvoje, kaip ir kitose ES šalyse statyboms galima naudoti tik oficialiai atestuotas medžiagas – to reikalauja Statybos įstatymas. Pagal įstatymą, gaminys yra tinkamas naudoti, jeigu jis atitinka produktų saugos nustatytus reikalavimus. Taigi, importuojama prekė nebus tinkama naudoti vien todėl, jeigu ant jos pakuotės bus nurodytas „EU“ (Europos sąjunga) žymėjimas.

Perkeliant ES reikalavimus statybos produktams į nacionalinę teisę bei siekiant užtikrinti statybos produktų, kuriems dar nėra parengti Europos darnieji standartai, saugą, Aplinkos ministro įsakymu kasmet tvirtinamas Reglamentuojamų statybos produktų sąrašas. Toks yra įstatymas, todėl negalima pirmiausia namų statyti ir renovuoti (modernizuoti) iš bet kokių medžiagų ir tik po to galima spręsti, ar jos bus ekologiškos, ar – neekologiškos. Ypač Statybos įstatyme akcentuojami higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos kriterijai (Ekologiškos medžiagos: brangios ir madingos).

Vokiečiai ir Švedai Europoje daugiausia skiria lėšų aplinkos apsaugai ir ekologijai. Turtingos ES šalys skiria ypač daug lėšų ekologiškoms statyboms, kadangi skaičiavimai rodo, kad anksčiau ar vėliau šios pastangos atsiperka (Verikas, 2010). Pasak P. Laicono, „užsieniečiai yra labiau pamišę, taupydami energijos išteklius“, tad jie negaili lėšų ekologiškoms medžiagoms.

Mokslininkai siūlo termoizoliacinių medžiagų variantinius panaudojimus ekologiškai statybai (1 lentelė). Naudojant ekologiškas statybinės medžiagas į patalpas ir į aplinką iš konstrukcijų neišsiskiria kenksmingos medžiagos, statiniai harmoningai susilieja su aplinka, eksploatavimo atliekos neteršia aplinkos. Aptarti ekologiškų termoizoliacinių medžiagų savybės, bei techniniai duomenys pateikti 1 lentelėje.

Ekonominis pastatų renovacijos efektyvumas priklauso nuo energiją taupančių priemonių įgyvendinimo. Pastatų sienų šiltinimas yra viena iš geriausių ir efektyviausių priemonių energijos taupymo požiūriu. Pastatų sienų šiltinimo variantai skiriasi vienas nuo kito pagal medžiagas, darbo sąnaudas ir panašiai. Nuo to priklauso renovacijos (modernizacijos) kaina. Kriterijai, atspindintys skirtingus sienų šiltinimo variantus, gali turėti įvairių reikšmių. Gali skirtis jų kitimo kryptys, tai yra vieno kriterijų reikšmių didėjimas padėtų gerina, o kitų – blogina. Kompromisiniam variantui pasirinkti padeda daugiakriterio vertinimo metodai (Ginevičius, R.; Podvezko, V.; Raslanas, S.).

Vykstant klimato kaitai, didėjant aplinkos taršai ir brangstant tradiciniams energetikos ištekliams, statybų rinkoje vis sparčiau populiarėja idėjos apie ekologiškų medžiagų ir alternatyvių

produktų panaudojimą – tai niša, kuri Lietuvoje dar nėra pakankamai išnaudota, tačiau vis daugiau žmonių susimąsto apie tokio būsto statybas.

Aplinką tausojanti statyba arba tvarioji statyba – tai statybų praktika, kai statybų procesas (darbų planavimas ir vykdymas) atitinka statybai keliamus reikalavimus, bet kartu tausoja aplinką.

Aplinką tausojančios statybos ypatumai:

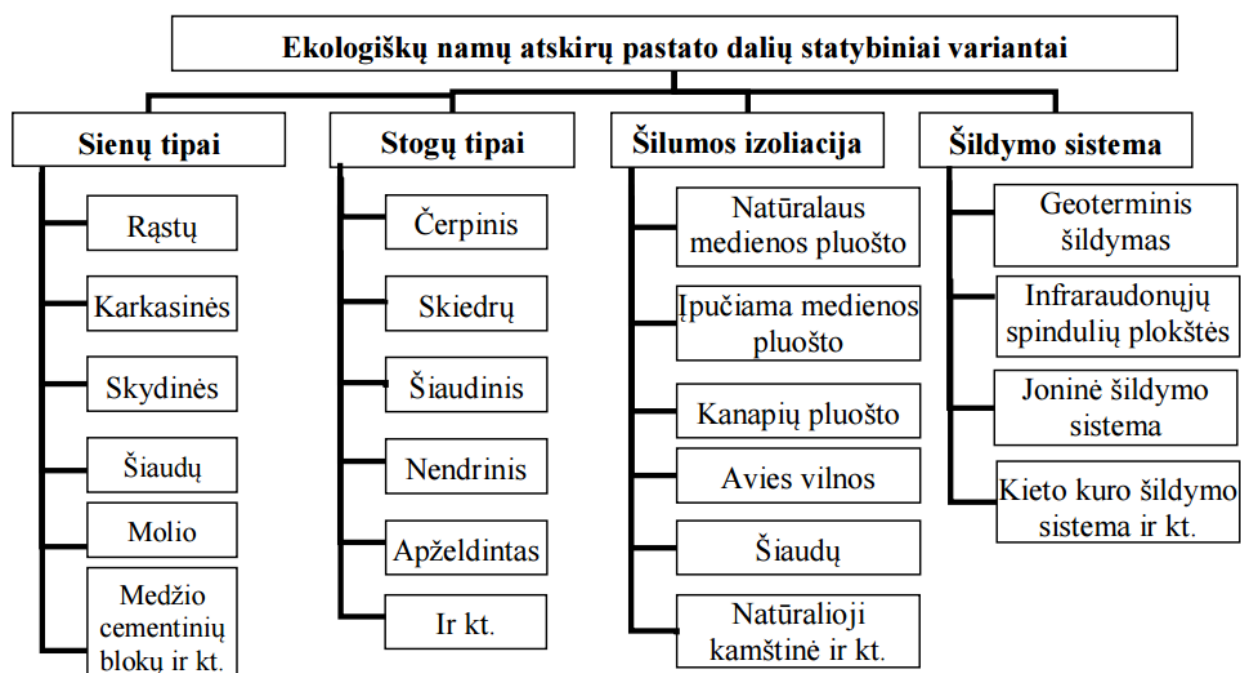
1. Naudojamos medžiagos, kurių gamyba reikalauja mažai išteklių;
2. Duodančios mažai atliekų ir tausojantis gamtą;
3. Pastatai projektuojami taip:
 - 3.1. Eksploatacija reikalaujanti mažai energijos;
 - 3.2. Eksploatavimo atliekos neterštų aplinkos;
 - 3.3. Naudotų atsinaujinančius energijos išteklius (vėjo energija ar saulės);
 - 3.4. Statiniai harmoningai susilietu su aplinka;
 - 3.5. Į patalpas ir aplinką iš konstrukcijų neišsiskirtų kenksmingų medžiagų.

1 lentelė. Ekologiškų termoizoliacinių medžiagų techniniai duomenys

Termoizoliacinės medžiagos tipas	Biri celiuliozinė vata (ekovata)	Kanapių pluošto vata	Avies vilnos šilumos izoliacija	Linų pluošto izoliacija	Šiaudų termoizoliacija
Termoizoliacinės medžiagos vaizdas					
Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas λ_d , +10°C	0,038-0,045	0,04-0,06	0,0356-0,039	0,035-0,07 (priklausomai nuo tankio)	0,045-0,06
10cm sluoksnio šilumos varža	2,2-3,3	2,5	2,5	2,2	2,5
Tankis (kg/m ³)	25-65	20-45	30	20-100	90-150
Degumo klasė	B1	E	E	B1, B2	B
Medžiagos ilgaamžiškumas (metai)	>80	~75	~50	~75	~100

Šaltinis: Sudaryta autorių, panaudojant Dämmstoff aus Schafschurwolle 2015; Dämmplatten aus Flachs 2009; UAB „Ecococon“; Gurskis ir Juodis 2014; Kijevičius ir Valančius 2014.

Kiekvieno namo, taip pat ir statomo naudojant ekologiškas statybines medžiagas, pagrindinės konstrukcijos yra sienos, stogas, šilumos izoliacija, šildymo sistema ir kiti. Toliau aptariami sienų tipų termoizoliacinių medžiagų variantai panaudojant ekologiškas statybines medžiagas (1 pav.).



1 pav. Ekologiškų namų konstrukcijų variantai

Šaltinis: (Verikas, 2010).

1.1.1. Biri celiuliozinė vata

Pastaruoju metu ir Lietuvoje po truputį ėmė plisti gana naujas šiltinimo būdas – tai pastatų šiltinimas ekologiškomis medžiagomis. Celiuliozės pagrindu gaminama šilumos izoliacija tai natūrali bei ekologiška termoizoliacinė medžiaga. Ši šilumos izoliacija turi tarptautinį pripažinimą Europos Sąjungoje – tai patvirtina ir gautasis EOTA CE sertifikatas. Vokietijoje ši medžiaga vadinama „Izoflok“, Suomijoje – „Ekovila“, o Lietuvoje ši pastatų šiltinimo medžiaga jau trylika metų žinoma pavadinimu „Ekovata“ (UAB „Gera vata“).

Ekovata - tai visų tipų pastatams šiltinti naudojama ekologiška medžiaga, gaminama iš celiuliozės pluošto, impregnuojama chemiškai nelakiais organiniais junginiais, pasižyminti puikiomis šilumos izoliacijos savybėmis (UAB „Ekorema“). Šis celiuliozės pluoštas yra prisotintas netoksinėmis mineralinėmis druskomis. Pati „ekovata“ yra pilka arba balta smulkia pluoštė vatos pavidalo medžiaga, susidedanti iš mechaniškai susmulkintos makulatūros boro rūgšties ir borakso mišinio. Ji priklauso sunkiai užsiliepsnojančių degių medžiagų grupei. Dėl „ekovatos“ sudėtyje esančių antipireninių priedų (boro junginių) „ekovata“ sunkiai užsiliepsnoja ir apsaugo nuo užsiliepsnojimo ją padengtas medinės konstrukcijų detales. Taigi, namo šiltinimas ekovata taip pat užtikrina ir didesnę pastato saugumą.

Birios celiuliozės vatos savybės lemia būtent tai, jog ji yra gamina iš celiuliozės pluošto – taip ji įgauna medienai būdingas teigiamas savybes. Kita svarbi savybė – ekovatos struktūroje esantis nejudrus oras, kuris dažnai sudaro iki 85 % viso medžiagos tūrio. Smulkiaplaukštė ekovatos

struktūra lemia ir mažą oro pralaidumą. O pagrindinė ir svarbiausia šios termoizoliacinės medžiagos savybė yra mažas pralaidumas šilumai. Ekovatos šiluminė charakteristika yra gera $\lambda = 0,038 - 0,045 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, gretinus su kitomis termoizoliacinėmis medžiagomis.

Suomijoje atlikti tyrimai parodė, kad Ekovata turi geras akustines savybes ir aukštą garso izoliavimo koeficientą. Dėl termoizoliacinėje medžiagoje esančios boro ir borakso druskos celiuliozės pluošto izoliacija priskiriama sunkiai degių medžiagų grupei (B1 klasė), todėl ji tiek medines, tiek metalines konstrukcijas saugo nuo tiesioginio ugnies poveikio ir aukštos temperatūros. Šis antiseptikas apsaugo medžiaga nuo grybelių, vabzdžių ir graužikų. Teisingai eksploatuojant pastatą, „Ekovata“ termoizoliacinių savybių nepraranda apie 80 metų (UAB „Ekorema“). Vienas pagrindinių privalumų, šiltinant pastatą „Ekovata“, yra tai, jog nereikia gadinti sienų ar stogo apdailų – vata yra tiesiog įpučiama į vidų. Ji užpildo visas tuščias ertmes, net siauriausius plyšelius, todėl nelieka siūlių – tai leidžia pasiekti geresnę šilumos varžą. Taip mažinamos patalpų šildymo bei vėsinimo išlaidos. Kitas labai didelis privalumas yra gera garso izoliacija (Verikas, 2010).

Celiuliozės šilumos izoliacija skiriasi nuo akmens ar stiklo vatos tuo, jog šiltinant pastatus akmens ir stiklo vata, yra būtina dėti drėgmę izoliuojančias plėveles. Jeigu to nepadarome, tuomet žiemos metu šiluma kartu su garais skverbiasi į vidų, o susidūrusi su lauko šaltais paviršiais kondensuojasi ir taip termoizoliacinė medžiaga tampa ledo gabalu. Šiltinant pastatą celiuliozės šilumos izoliacija, tokių drėgmę izoliuojančių plėvelių dėti nereikia, kadangi ši vata, skirtingai nuo mineralinių akmens bei stiklo vatų nekaupia drėgmės. Taip nutinka dėl to, jog „ekovata“ turi organinį medžio – celiuliozės plaušą (UAB „Gera vata“).

1.1.2. Kanapių pluošto vata

Kanapės – daugiametis augalas, puikiai pasisavinantis saulės energiją ir sumažinantis anglies dioksido dujų išmetimą į atmosferą. Mokslininkai iš VGTU pristatė statybinius blokelių iš kanapių spalių. Šie ekologiški blokeliai yra pigesni ir paprasčiau pagaminami, pasižymi geresnėmis akustinėmis bei termoizoliacinėmis savybėmis (Balčiūnas, 2014).

Kanapės – vienos seniausių kultūrinių augalų pasaulyje. Iš jų gaminami aliejus, maistas, degalai ir kita. Kanapės iki 4 m aukščio užauga per 100 – 120 dienų. Kanapių sudėtis: 82 – 85 % kanapių pluoštas, 3 – 5 % poliesteris ir 10 – 15 % soda, kuri apsaugo nuo ugnies.

Kanapės pluošto izoliacinės medžiagos apsaugo nuo karščio, šalčio ir triukšmo. Be to, jos leidžia taupyti energiją ir išlaidas už šildymą. Kadangi pagamintos iš natūralių medžiagų, jos yra ypač ekonomiškos. Kanapių pluošto izoliacija galima naudoti apšiltinant stogus, perdangas ir sienas.

Kanapių pluošto izoliacija yra natūralus produktas be papildomų kenksmingų medžiagų. Dėl kanapės esančios natūralios karčiosios medžiagos jos negrauzia jokie vabzdžiai ir kenkėjai. Iš kanapių ir šiandien dar gaminami laivų lynai, nes ši medžiaga yra atspari ir drėgmei.

Tiek gaminant, tiek montuojant kanapių pluošto šilumos izoliaciją nėra jokio kenksmingo poveikio žmogaus sveikatai. Montavimo metu neišsiskiria jokios kenksmingos medžiagos, nedirginama oda, taip pat nėra jokių dulkių. Medžiagų likučiai ar pasenusi vata taip pat neteršia aplinkos, nes ji yra perdirbama. Iš trūkumu galima pažymėti: sudėtingesnis kompostavimas ir perdirbimas dėl vatoje esančio poliesterio; nesunkiai gali užsiliepsnoti. Kanapės pluošto privalumai: atspari ugniai, nedirgina odos, neišskiria jokių nuodingų garų, nekenksminga žmogaus sveikatai, negražia kenkėjai, galima perdirbti.

Medžiaga pasižymi labai geromis techninėmis ir šilumą izoliuojančiomis savybėmis. Ekologiška vata gerai apsaugo šaltą žiemą nuo šalčio, o šiltą vasarą patalpos išlieka vėsios. Kanapių pluošto vata yra dukart sunkesnė nei kitos šilumą izoliuojančios medžiagos, pavyzdžiui, 1 m³ kanapių pluošto vatos sveria 30 kg, o stiklo vata tik 12 kg. Tai lemia ir tai, kad didesnio tankio šilumos izoliacija pagerina ne tik šilumos izoliacines savybes, tačiau ir sugeria geriau garsą, nei kitos izoliacinės medžiagos (Hanf – Baustoff der Zukunft).

Geros difuzinės vatos savybės reguliuoja natūralų patalpų drėgnumą, todėl patalpoje jaučiamas malonus ir sveikas mikroklimatas. Patalpose esanti drėgmė gali laisvai difunduoti. Perteklinę drėgmę sugeria pluoštai, ją sulaiko ir priklausomai nuo patalpų mikroklimato, ji patenka į patalpas arba pašalinama į lauką. Todėl kartą su kanapių pluošto izoliacija turi būti naudojama ir difuzinė plėvelė.

1.1.3. Avies vilnos šilumos izoliacija

Vilna – unikalus pačios gamtos sukurtas aukšto kokybės produktas. Nuo cheminės ir fizikinės sudėties priklauso vilnos unikalumas – vilnos plauko susisukimas į garbanėles, elastingumas ir unikali galimybė sugerti drėgmę.

Keletas faktų apie avies vilnos izoliacija:

1. Vilna yra atspari ugniai;
2. Vilna kvėpuoja. Viršutinis vilnos sluoksnis (cuticula) susideda iš mažyčių mikroporų, kurios leidžia jai kvėpuoti;
3. Vilna apsaugo ir nuo šalčio, ir nuo karščio. (Lajos Joos).

Jau tūkstančius metų žmogus žino avies vilnos naudą. Iš vilnos gaminami siūlai, audiniai, drabužiai, patalai, šilumos izoliacija ir kiti gaminiai. Populiariausia yra avių vilna. Perdirbtas avies pluoštas yra labai ilgaamžė medžiaga. Vatą sudaro gryna avies vilna, boraksas (boro junginys, mineralas) ir natūralus kaučiukas.

Šilumos izoliacijos gamyba nėra sudėtinga. Pirmiausia vata yra nuriebalinama, mirkant ir valant ją sodos ir muilo tirpale. Toliau, naudojant specialią technologiją, ji apdorojama su boraksu ir kaučiuku. Išdžiovinus vilna, iš jo pašalinamos likusios nereikalingos liekanos ir toliau ji veliama į austinį. Iš austinio suformuojamas šilumos izoliacijos rulonas, kuris yra supakuojamas ir paruoštas montavimui.

Vilnos vatos geros šilumos izoliacinės savybės išlieka net ir tada, kai ji sudrėgsta. Vata greitai sugeria drėgmę, bet taip pat greitai ją išgarina. Vykstant šiam procesui slopinama aukšta temperatūra vasarą, o žiemą šiluma saugoma. Vata labai gerai išlaiko savo pradinę formą. Tai lemia vilnos plaukelių struktūrą, tad suspaudus vilnos vatą, ji po kiek laiko grįžta į pradinę formą.

Vilna pasižymi nedegiomis savybėmis. Pagal ugnies atsparumo Europos standartus EN 13501 – 1 ši medžiaga priskiriama E klasei. Svarbi savybė, į kurią vartotojai dažnai nekreipia dėmesio yra ta, kad ši medžiaga ne tik puikiai izoluoja šilumą, bet ir garsą. Dėl šios savybės vilnos šilumos izoliacija naudojama ir kaip paklotas po grindimis.

Didžiausias pavojus vilnai yra vabzdžiai ir kenkėjai, tačiau šilumos izoliacija gamybos metu yra specialiai apdirbama, todėl šis pavojus yra visiškai panaikintas. Šilumos izoliacijos gamybos metu nedaroma jokio žala nei gamtai, nei žmogui. Visos naudojamos medžiagos yra tik natūralios kilmės. Vokietijoje atlikus testą „Ekotest“ (Öko-Test) nustatytą, kad ši medžiaga gamybos metu suvartoja labai nedaug energijos, todėl užima pirmąją vietą tarp šilumos izoliacijų. (Dämmstoff aus Schafschurwolle).

Svarbi savybė į kurią vartotojai dažnai nekreipia dėmesio yra ta, kad ši medžiaga ne tik puikiai izoluoja šilumą, bet ir garsą. Dėl šios savybės vilnos šilumos izoliacija naudojama ir kaip paklotas po grindimis. (Dämmstoff aus Schafschurwolle).

1.1.4. Linų pluošto izoliacija

Vokietijoje linų pluoštas naudojamas ne tik tekstilės gaminiams, bet ir šilumą izoliuojančioms plokštėms gaminti. Gamybos metu pluoštai tarpusavyje jungiami panaudojant krakmolą, o apsaugai nuo ugnies dedama natūrali boro druska. Dėl savybės reguliuoti drėgnumą patalpose natūralaus lino šilumos izoliacija sukuria malonią gyventi aplinką.

Lino pluošta naudoja:

1. Šilumos izoliacijai tarp gegnių;
2. Izoliacija karkasinėse konstrukcijose;
3. Grindų, lubų šilumos izoliacija;
4. Šilumos izoliacija pertvaroms.

Pagrindinės termoizoliacinės medžiagos savybės, kuriomis pasižymi linų pluoštas yra ekologiškumas. Vatos plokštės saugo žiemą nuo šalčio, o vasarą nuo karščio. Šilumos laidumo koeficientas $\lambda = 0,038 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$. Linų pluošto vata yra elastinga, todėl lengvai gali būti montuojama tarp gegnių ar tvirtinama smeigėmis. Vatos storis nuo 40 – 200 mm, gali būti gaminama ir ritiniais; vata nedirgina odos, lengvai pjaustoma ir montuojama; garso izoliacija. Linų pluošto vata pertvarinėse konstrukcijose gerai izoluoja garsą. Firmos „Flachshaus“ linų vatos plokštės oficialiai suteiktas Vokietijoje pripažintas ekologinis „Ekotest“ (Öko-Test) ženklas.

Trūkumai: ji yra pakankamai brangi, mažai paplitusi rinkoje.

Lino pluošto termoizoliacinės medžiagos privalumai: nekenksminga aplinkai; ritinio forma sumažina siūlių skaičių (išvengiama šalčio tiltų) ir pagreitina įrengimo procesą; taupo energiją; įrengiant nereikia vilkėti apsauginių priemonių, nes medžiaga nesukelia jokių akių, odos ar plaučių dirginimų.

Lino pluošto izoliacinę medžiaga naudoja: šilumos izoliacija tarp gegnių, izoliacija karkasinėse konstrukcijose, šilumos izoliacija pertvaroms ir grindų, lubų šilumos izoliacija (Dämmplatten aus Flachs).

1.1.5. Šiaudų termoizoliacinė medžiaga

Šiaudai pastatų apšiltinimui naudojami seniai. Jais dažniausiai buvo apšiltinamos ūkinių pastatų perdangos. Žiemos metu šiaudų kūliais buvo apdedami pastatų pamatai.

Šiaudai, kaip pastatų šiltinimo medžiaga, pastaraisiais metais yra išsamiau ištirta. Austrijoje, Danijoje, JAV, Vokietijoje kitose šalyse standartiniais metodais nustatytos pagrindinės savybės: šilumos laidumas, atsparumas ugniai, drėgmei, ilgalaikiškumas, presuotų šiaudų stiprumas ir kt. Šiaudai pagal šilumos laidumą atitinka efektyvių šilumą izoliuojančių medžiagų grupei, nes $90 - 150 \text{ kg/m}^3$ tankio presuotų šiaudų šilumos laidumo koeficientas $\lambda = 0,045 - 0,060 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, kai jie sausi šilumos laidumo koeficientas yra $\lambda = 0,054 - 0,072 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, kai jie eksploatacinio orausio drėgnio. Presuoti sausi šiaudai priskiriami sunkiai degių medžiagų B grupei. Tiriant drėgminei būseną, nustatyta, kad šiaudų drėgnis nepasiekia ribinio, puvimą sukeliančio, jei jie instaliuojami atitvarų išorėje, padengiami garams laidžiomis medžiagomis arba tarp šiaudų ir apdailos paliekamas vėdinamas oro tarpas. Tai yra nustatomi tie patys reikalavimai kaip ir apšiltinimui naudojant tradicines šiltinimo medžiagas. Šiaudų ilgalaikiškumą sprendžiama pagal seniau šia medžiaga apšiltinimui panaudoti prieš 150 metų. Presuotų šiaudų naudojimo patirtis siekia apie 100 metų – yra išlikusių praėjusio amžiaus pradžioj statytų pastatų. Užsienio patirtis rodo, kad presuotus šiaudus galima naudoti ne tik naujų pastatų statybai, bet ir esamų pastatų apšiltinimui (Vincas Gurskis ir Jonas Juodis).

1.1.6. Pūstoji kamštiena

Kamštiena gaunama apdorojus kamštinio ąžuolo apsauginį sluoksnį, kuris gali būti periodiškai šalinamas nuo jo kamieno ir šakų. Kamštinio ąžuolo žievės struktūra skiriasi nuo daugumos medžių žievės struktūros. Kiekvienas 1 cm^2 ąžuolo žievės turi apie 40 mln. akučių. Kamštinio ąžuolo žievė sudaryta iš sumedėjusių celiuliozės ląstelių, kurias sudaro oras ir siberinas – kamštienos pagrindas.

Kamštienos gaminiai yra ilgaamžiški. Iš visų organinių medžiagų kamštiena labiausiai atspari puvimui ir pelijimui. Dėl akytos struktūros ir tam tikrų sluoksnių išsidėstymo kamštiena yra viena iš geriausių termoizoliacinių medžiagų. Dauguma jos gaminių gali būti perdirbami, deginami ir gaminama energija.

Vidutinis kamštienos gaminių tankis yra maždaug 240 – 260 kg/m³. Termoizoliacinių gaminių tankis – maždaug perpus mažesnis – nuo 110 – 130 kg/m³. Tokių gaminių šilumos laidumo koeficientas yra $\lambda = 0,031 - 0,04$ (W/m·K). Be gerų termoizoliacinių savybių, pūstoji kamštiena turi ir puikių stipruminių savybių. Gniuždomasis stipris – apie 200 kPa, lenkiamasis stipris – 140 kPa. Termoizoliacinės kamštienos eksploatavimo temperatūra nuo -200 °C iki +120 °C. Ši medžiaga absoliučiai ekologiška ir 100 % gaminama iš natūralių žaliavų.

Iš kamštinio ažuolo apsauginio sluoksnio parengiama granuliuota kamštiena, gaunama smulkiai trupinant, malant kamštienos dalis arba apdorotą kamštieną. Termoizoliacinėms medžiagoms gaminti naudojama pūstoji kamštiena, gaunama iš susmulkintos granuliuotosios kamštienos, išpūstos ir sujungtos tik jos pačios natūraliu rišikliu, išsiskiriančiu iš kamštienos žievės ląstelių sienelių kaitinant padidėjusiu vandens garų slėgiu. Terminio apdirbimo metu naudojama 250–300 °C temperatūra. Veikiant aukštai temperatūrai dervingosios dalelės išsiskiria iš ląstelių ir tam tikri grūdėliai susilydo į vientisą masę. Kaitinant dėl įkaitusio oro ir vandens garų uždaroje kamštienos akutėse kamštienos tūris padidėja iki 30 % tūrio. Gauti monolitiniai blokai supjaustomi į reikiamų matmenų plokštes (Gailius A., Vėjelis S.).

1.1.7. Medžio pluošto izoliacija

Europoje žymi kasmet gaminamos energijos dalis naudojama pastatams šildyti, pavyzdžiui Vokietijoje ši dalis siekia beveik 30 %, – skaičius, akivaizdžiai pabrėžiantis svarbią kokybiškos pastatų šiluminės izoliacijos reikšmę.

Medžio pluošto izoliacinės medžiagos siūlo žymiai daugiau nei tik komfortą ir šilumą žiemą: dėl medžiagos gerų izoliacinių savybių jos padeda sumažinti šildymo išlaidas. Medžio pluošto medžiagos geros difuzinės savybės skatina sveikatai palankaus mikroklimato ir nuolatinės oro drėgmės palaikymą patalpose.

Išskiriamos šios Medžio pluošto vatos pagrindinės savybės:

Ekologiškumas ir patvarumas. Ekologija – tai mokslas, tiriantis ryšius tarp žmonių gyvenimo veiklos ir aplinkos bei jų tarpusavio priklausomumą. Ekologišku laikome visa tai, kas duoda naudos mums, žmonėms ir kartu kuo mažiau veikia aplinką.

Apsaugo nuo karščio vasarą. Tai – medienos plaušų plokščių savybių, suteikianti joms pranašumo lyginant su įprastomis izoliacinėmis medžiagomis. Vasaros termoizoliacijos užduotis yra atidėti šilumos skverbimąsi pro konstrukciją. Medienos pluošto vatos izoliacinių medžiagų šilumos kaupimo geba – 2100 J/kgK, o, pvz., mineralinio pluošto gaminių šilumos kaupimo geba yra 1000 J/kgK. Šis dydžių skirtumas leidžia net didžiausio vasaros karščio metu pasiekti patalpose žmogaus buvimui tinkamą bei komfortinę temperatūrą.

Priešgaisrinė apsauga. Statyboje priešgaisrinė apsauga visada yra svarbiausias tikslinis veiksnys. Visos medienos pluošto izoliacinės medžiagos atitinka Europos klasifikaciją DIN EN 13501-1. Taip pat patenkinami ir atitinkamų galiojančių Statybinių taisyklių reikalavimai.

Apdorojimo paprastumas. Turėdama daugelį įvairių pranašumų, mediena yra natūrali statybinė medžiaga, kuri per amžius sėkmingai mus lydi konstruojant sienas, stogus ir perdangas. Medžio pluošto vata vertinama už išskirtines izoliacines savybes, naudojimo patogumą bei natūralų grožį. Šiuolaikinė statyba remiasi optimizuotomis laikančiosiomis konstrukcijomis ir sveikatai nekenksmingomis statybinėmis medžiagomis.

Pagrindinė žaliava, naudojama medienos plaušų plokštėms gaminti yra natūralus pluoštas, nedirginantis odos. Apdorojimo metu susidaranti dulkės nekenkia sveikatai. Apdorojimas nereikalauja ypatingų saugos priemonių, o dėl vienalytės visų izoliacinių medžiagų struktūros neprireikia ir specialių įrankių.

Medienos pluošto produkcija daugeliu atžvilgių yra ekologiška. Izoliacinės medžiagos padeda sutaupyti brangiai kainuojančią energiją, tuo pačiu mažindamos poveikį aplinkai, atsirandantį gaminant energiją. Be to, natūralūs produktai pranašesni ir tuo, kad juos gaminant naudojama žymiai mažiau energijos nei gaminant įprastas izoliacines medžiagas, todėl tokie gaminiai yra pranašesni poveikio aplinkos energetiniam balansui atžvilgiu.

Medienos plaušų izoliacijos ekologiškos savybės pasireiškia ir po montavimo. Iš natūralių plaušų pagamintos izoliacinės medžiagos yra difuziškai atviros, todėl gali kaupti santykinai didelį drėgmės kiekį ir vėliau reguliuoja oro drėgnumą pastatuose bei palaiko sveikatai palankų mikroklimatą.

Medienos plaušų izoliacijos ekologiškumo priežiūra nesibaigia jos pagaminimu ir panaudojimu, ji apima visą jos egzistavimo laikotarpį – iki patekimo į atliekas. Tuo metu, kai daugelis mineralinio pluošto izoliacinių medžiagų pašalinama į atliekas pagal griežtas direktyvas, reglamentuojančias pašalinimo į atliekas procesą bei susijusias su sveikatos apsauga, medienos pluoštų izoliacinės medžiagos nedideliais kiekiais gali būti nesunkiai perdirbamos komposto gamybai (Wanqing, S.; Johansson, C.; Sundbäck, U).

1.2. Neekologiškų termoizoliacinių medžiagų tipai, jų trūkumai ir privalumai

Atsižvelgiant į įvairių termoizoliacinių medžiagų įvairovę, svarbus klausimas yra jų sisteminimas ir efektyvių medžiagų plėtra. Yra žinoma, kad pagrindinis reikalavimas termoizoliacinėms medžiagoms yra mažas šilumos laidumas ir tinkamumas tokių medžiagų panaudojimas statybiniuose konstrukcijose (gyvenamųjų, pramoninių, visuomeninių ir kt. pastatų). Termoizoliacinės medžiagos turi pasižymėti vidutinių tankių – ne didesnių nei 600 kg/m^3 , o šis rodiklis pasiekiamas didinant medžiagos poringumą. Daugiau techninių termoizoliacinių medžiagų savybių pateikta 2 lentelėje.

2 lentelė. Neekologiškų termoizoliacinių medžiagų techniniai duomenys

Termoizoliacinės medžiagos tipas	Akmens vata	Stiklo vata	Polistireninis putplastis EPS gaminiai	Putų poliuretanai (PUR, PIR)	GAMA poliuretacinės putos	Ekstruzinis polistireninis putplastis XPS
Termoizoliacinės medžiagos vaizdas						
deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas λ , $+10^{\circ}\text{C}$	0,038-0,062	0,039-0,06	0,030-0,045	0,022-0,045	0,038-0,045	0,030-0,036
10cm sluoksnio šilumos varža	2,2-3,1	2,2-3,1	2,2-3,3	2,2-4,5	2,2-3,3	2,8-3,4
Tankis (kg/m^3)	14-200	14-200	11-40	30-80	10-40	30-40
Degumo klasė	A1	A1	E	E	E	F
Medžiagos ilgaamžiškumas (metai)	>50	>50	>50	>30	>30	>25

Šaltinis: Sudaryta autorių, panaudojant Eurolanels, 2014; Vėjelis ir Vaitkus 2014.

1.2.1. Mineralinė akmens vata

Mineralinė akmens vata. Pastato išorės atnaujinimui naudojamiems gaminiams iš akmens vatos būdingas matmenų stabilumas, nes nesideformuoja dėl temperatūrų pokyčių. Taip pat akmens vata yra nedegi medžiaga, turi gerą pralaidumą vandens garams, o taip apšiltintos ir nutinkuotos sienos išdžiūsta žymiai greičiau nei šiltintos su polimerinėmis medžiagomis (Sienų šiltinimas). Akmens vata termoizoliacinės medžiagos gamybos procese aktyviai dalyvauja uolienos lydiniai, ypač bazaltas. Akmens vata, kaip ir stiklo vata gali sukelti akių arba odos dirginimo reakciją. Mikropluoštų pateikimas į žmogaus organizmą nėra labai kenksmingas, tačiau, dirbant su akmens vata, būtina naudoti aukštos kokybės respiratorius. Termoizoliacinės medžiagos šiluminė charakteristika geresnė $\lambda = 0,038 - 0,062 \text{ W/mK}$, gretinus su stiklo vata. Akmens vata yra priskiriama visiškai nedegių medžiagų (A1) grupei. Medžiaga elastinga, garus praleidžianti medžiaga. Pasižymi geromis garso absorbcijos savybėmis. Teisingai eksploatuojant pastatą stiklo vata termoizoliacinių savybių nepraranda apie 50 metų.

Mokslininkai iš Švedijos atliko eksperimentą dėl šalčio susidarymo ir drėgmės kondensacijos akmens vatos medžiagoje. Šaltis formavimas mėginiuose akmens vatos atviros oro pasižymėjo tais atvejais, kai lauko temperatūra lauke buvo $+20$ ir -20 laipsniu ir oras buvo prisotintas drėgmės. Kondensatas akmens vatoje susidaro dažniausiai, kai oras šiltas ir drėgnas. Šiuos laboratorinius eksperimentinius tyrimus buvo atliekama su įvairiomis medžiagų tankiais (Vrana ir kt., 2009: 1775 – 1787). 2010 metais tas pats Švedų mokslininkai palygino celiuliozė ir akmens vatos drėgmės savybių, atsirandančių kondensacijos ir ledo formavimasis. Per 100 h

laikotarpiu bandiniai buvo veikiamas nepertraukiamo apkrovos drėgmės esant atmosferos sąlygos vienos pusės, o iš kitos pusės pavyzdį susidūrė su aplinkos temperatūra 0, -10, -20 °C, o laboratoriniai tyrimai buvo pakartoti tris kartus. Rezultatai rodo, kad yra nedideli pakeitimai į vandens garų pralaidumą. Eksperimentiniai duomenys iš tyrimo yra palyginti su matematiniu modeliu, kuri imituoja drėgmės difuzijos iš celiuliozės kartu su kaupimu dėl sorbcijos ir užšaldymo, naudojant faktinį klimato duomenis. (Vrana ir kt., 2010: 1151 – 1157).

1.2.2. Mineralinė stiklo vata

Mineralinė stiklo vata. Stiklo vata termoizoliacinė medžiaga gaminama iš daužto susmulkinto stiklo ir gamtinio smėlio – kvarco. Stiklo vata yra naudojama šiltinti vidines konstrukcijas: karkasinius namus, šlaitinius stogus ir kt. Termoizoliacinė medžiaga gali sukelti akių arba odos dirginimo reakciją. Termoizoliacinės medžiagos šiluminė charakteristika gera $\lambda = 0,039 - 0,060$ (W/m·K). Pasižymi geresne garso izoliacija negu akmens vata. Termoizoliacinė medžiaga labai plastiška. Stiklo vata yra priskiriama visiškai nedegių medžiagų (A1) grupei, bet esant 400 °C temperatūrai, pradeda keisti savo struktūrą ir savybes. Teisingai eksploatuojant pastatą stiklo vata termoizoliacinių savybių nepraranda apie 40 metų. Termoizoliacinės medžiagos didelis trūkumas yra bėgant laikui medžiaga dūlyja, nes vatoje esantis kvarcas ir stiklo pluoštai dėl aplinkos sąlygų kristalizuojasi.

Nagrinėjant stiklo mineralinė vata buvo atrasti mokslininko Byon (2015: 20-27) iš Pietų Korėjos atliktas srauto ir šilumos perdavimo charakteristikų skaitmeninį tyrimas VOF metodu. Mokslininkas norėjo parengti savo skaitmeninius rezultatus, šis eksperimentas buvo atliekamas SGD (suskystintų gamtinių dujų), skystis ir stiklo vatos, kaip porėtos terpėje. Italijos mokslininkai Stazi ir kt. atliko eksperimentinį tyrimą trijuose pastatuose, kurie buvo pastatyti 1980 metais. Tyrimo tikslas įvertinti izoliacijos išsaugojimo būklę po 25 metų, taip pat įvertinti esamą patalpų šiluminį komfortą. Atlikus tyrimui buvo pastebėta, kad stiklo vatos izoliacija eksploatavimosi laikotarpis rodo, kad dalis medžiagos kristalizuojasi, pasikeitimas į polimerinius rišiklius, kurie sukėlė didelius vandens sorbacijas medžiagoms (Stazi ir kt., 2014: 292-304).

1.2.3. Polistireninio putplasčio EPS gaminiai

Polistireninis putplastis EPS – termoizoliacinė medžiaga, kuri sudaryta iš stirolo ir pentano. Polistireninis putplastis šiandien plačiausiai naudojamas kaip ekonomiškai efektyvi termoizoliacija pastatų šiltinimui.

Polistireninį putplastį sudaro 98 % oro ir 2 % polistireno. Pagrindinės polistireno sudėtinės medžiagos – stirolas ir pentanas – yra angliavandeniliai, gaunami iš naftos.

Dažniausiai pasitaikantis sienų apšiltinimo iš išorės būdas – naudojant putų polistirolą. Jo dėka pagerėja patalpų mikroklimatas, sumažinami apšildymo kaštai šaltuoju sezono metu, nes taupoma šiluminė energija dėl geros šiluminės izoliacijos, taip pat nesumažėja patalpų tūris. Tačiau

čia kyla įvairių problemų, nes reikia keisti pastato fasadą, o tai kartais sukelia biurokratinių kliūčių (Sienų šiltinimas). Putų polistirolas yra iš labiausiai naudojamų medžiagų šiltinant fasadus Lietuvoje. Polistireninio putplasčio šiluminė charakteristika yra $\lambda=0,030 - 0,045$ (W/m·K). Polistireninis putplastis atsparus mechaniniam poveikiui – gniuždymui, lenkimui, tempimui ir smūgiams. Polistireninio putplasčio elgsena ugnyje priklauso nuo panaudojimo sąlygų bei medžiagos savybių. Lietuvoje polistireninis putplastis naudojamas su degimą slopinančiais priedais. Termoizoliacinė medžiaga yra priskiriama visiškai neatsparus ugniai (F) grupei. Medžiaga nepraleidžia vandens garų, todėl sienose besikaupiantis kondensatas sunkiai išsivėdina. Ilgainiui dėl šios priežasties pradeda irti pamatų ir sienų konstrukcija, atsiranda pelėsis. Pasižymi geromis garso absorbcijos savybėmis. Polistireninis putplastis geba išlaikyti savo termoizoliacines ir mechanines savybes bei atlieka savo funkcijas ne mažiau kaip 50 metų. Ilgus metus veikiant tiesioginiams saulės spinduliams, paviršius pagelsta ir darosi trapus.

1.2.4. Putų poliuretano (PUR, PIR) gaminiai

Putų poliuretano (PUR, PIR) yra purškiama šiltinimo ir izoliacijos sistema, paremta technologija, kai putų poliuretano komponentai sumaišomi su oru ir taip gaunamas purškiamas aerosolis. PUR ir PIR šilumos izoliacinės plokštės yra plonos, todėl pastate atsiranda daugiau naudingojo ploto.

Termoizoliacinės medžiagos savybės :

Sandari, putos gerai prilimpa prie visų šiltinamų pastatų ar konstrukcijų paviršių ir išsiplėtusios užpildo visas angas, kiaurymes, plyšius. Gaunama vientisa, be sandūrų, sandari medžiaga. Taip pūtimo būdu apšiltinamos įvairios paskirties statomų ir renovuojamų (modernizuojamų) pastatų konstrukcijos.

Gera šiluminė varža, šilumos ir garso izoliacija. Putų poliuretanas pasižymi didžiausia iš visų žinomų izoterminių medžiagų šilumos varža. Šilumos laidumo koeficientas $\lambda = 0,022 - 0,045$ (W/m·K). Kuo didesnė izoliuojamosios medžiagos šiluminė varža, tuo efektyvesnė medžiagos garso izoliacija. Šia medžiaga galima naudoti ir šiltinant konstrukcijas ir kaip garso izoliacinę medžiagą. Putų poliuretanu padengti paviršiai pasižymi garso izoliacinėmis ir garso sugertiems savybėmis. Tai labai sumažina triukšmo lygį gamybinėse patalpose ir neleidžia triukšmui iš išorės patekti į patalpas.

Atspari temperatūrai. Putų poliuretanas visiškai atsparios temperatūrai nuo -60°C iki $+120^{\circ}\text{C}$ ir išlaiko trumpalaikius temperatūros svyravimus nuo -180°C iki $+180^{\circ}\text{C}$.

Ilgaamžiškumas. Putos yra polimeras, o polimerai yra ištisus dešimtmečius tarnaujantys produktai, kurie nepūva, nepelija, negaruoja, nesideformuoja ir nekeičia savo savybių.

Teisingai eksploatuojant pastatą putų poliuretaną termoizoliacines savybes nepraranda apie 25 – 30 metų.

Atspari kenkėjams (graužikams). Termoizoliacinėje medžiagoje neveisia kenkėjai (graužikai, vabzdžiai).

Degumas. Putų poliuretano (PUR ir PIR) medžiaga yra priskiriama visiškai neatsparus ugniai (E) degumo klasei pagal EN13501 – 1.

Atspari korozijai. Termoizoliacinė medžiaga apsaugo metalinių konstrukcijų paviršių nuo korozijos.

PUR ir PIR yra efektyvi šilumos izoliacinė medžiaga naudojama šiuolaikinėje statyboje: sienoms, grindims, stogams, perdangoms bei pamatams apšiltinti.

1.2.5. Ekstruzinis polistireninis putplastis XPS

Termoizoliacinė medžiaga plačiai panaudojama ir patikima šilumos izoliacija, kuri išlaiko savo šilumos izoliacines savybes netgi esant sunkioms sąlygoms. Ypatinga savybė yra uždara porų struktūra, kuri garantuoja puikias ir patikimas šilumos izoliacijos savybes. Konstrukcijoje nereikia atskiro garų ar apsaugos nuo vėjo izoliacijos barjero. Ekstruzinis polistireninis putplastis plačiai panaudoti apšiltinant namus: nuo grindų, stogo ir sienų iki papildomos šilumos izoliacijos įrengimo. Putų poliuretano putplasčio šiluminė charakteristika yra $\lambda = 0,030 - 0,036 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$. Termoizoliacinė medžiaga yra priskiriama visiškai neatsparus ugniai (F) grupei. Teisingai eksploatuojant pastatą ekstruzinis polistireninis putplastis termoizoliacines savybes nepraranda apie 25 metų, pasak Gailius ir Vėjelis (2012: 49) mažiausiai 50 metų.

1.2.6. Purškiama šilumos izoliacija (poliuretano pagrindu)

Efektyvi ir greita sienų iš išorės šiltinimo termovata sistema. Įrengiame prie sienos karkasą, kur bus tvirtinamos apdailinės medžiagos. Po to lygiu sluoksniu užpurškiama termovata (rekomenduojama šiltinti 10cm storio sluoksniu). Tuomet palei karkasą nupjaunama termovata, kur jos yra per daug ir prie karkaso tvirtinamos sienų apdailinės medžiagos. Svarbu tai, kad čia nereikalingos izoliacinės plėvelės, termovata sustabdo šilto oro nutekėjimą per apšiltintą konstrukciją, taip pat yra gera garso izoliacija (Sienų šiltinimas).

1.3. Atitvaros šiluminės varžos skaičiavimas

Atitvaros šiluminės varžos skaičiavimas remias STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“.

Atitvaros suminė šiluminė varža $R_s \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n + (R_g + R_q), \quad (1)$$

čia: R_g yra nevėdinamo oro tarpo šiluminė varža ($\text{m}^2\cdot\text{K/W}$) imama iš 2.1 lentelės. Jei nevėdinamo oro tarpo storis nežinomas, skaičiavimuose turi būti naudojama 10 mm oro

tarpo šiluminė varža;

R_q – plono sluoksnio (plėvelės) šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) imama iš 2.2 lentelės;

$R_1, R_2, \dots R_n$ – atskirų atitvaros sluoksnių šiluminės varžos ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) apskaičiuojamos pagal formulę:

$$R = \frac{d}{\lambda_{ds}}; \quad (2)$$

čia: d yra sluoksnio storis (m);

λ_{ds} – sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Paženklinantiems atitikties „CE“ ženklui statybos produktams projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė turi būti apskaičiuota pagal STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ reikalavimus. Tais atvejais, kai statybos produktai nepaženklinami „CE“ ženklu, projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė gali būti nustatyta pagal Reglamento 3 priedą.

Atitvaros termoizoliacinių sluoksnių šiluminės varžos turi būti apskaičiuojamos pagal Reglamento 3 priedo nurodymus, t. y. šiuose skaičiavimuose turi būti įvertinta:

- papildomi šilumos nutekėjimai per termoizoliacinius sluoksnius kertančias metalines jungtis;
- termoizoliacinio sluoksnio tvirtinimui panaudoto karkaso įtaka šio sluoksnio šiluminei varžai.

Šiluminė varža R_q apibūdina plono sluoksnio šiluminę varžą, įskaitant šiluminę varžą, atsirandančią dėl nepakankamo šio sluoksnio sąlyčio su kitomis atitvaros dalimis.

Atitvarų visuminė šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se}; \quad (3)$$

čia: R_{si} yra atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) imama iš 5 lentelės;

R_s – atitvaros sluoksnių suminė šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);

R_{se} – atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) imama iš 5 lentelės.

Atitvaros be oro sluoksnių šilumos perdavimo koeficientas U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_t}; \quad (4)$$

čia: R_t – atitvaros visuminė šiluminė varža ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$).

Atitvaros su nevėdinamu oro sluoksniu šilumos perdavimo koeficientas U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_{s1} + R_g + R_{s2} + R_{se}}; \quad (5)$$

Atitvaros su vėdinamu oro tarpsluoksniu šilumos perdavimo koeficientas U ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + R_s + R_{si}}; \quad (6)$$

Šilumos perdavimo koeficiento vertė suapvalinama vienos šimtosios dalies tikslumu (iki dviejų skaitmenų po kablelio).

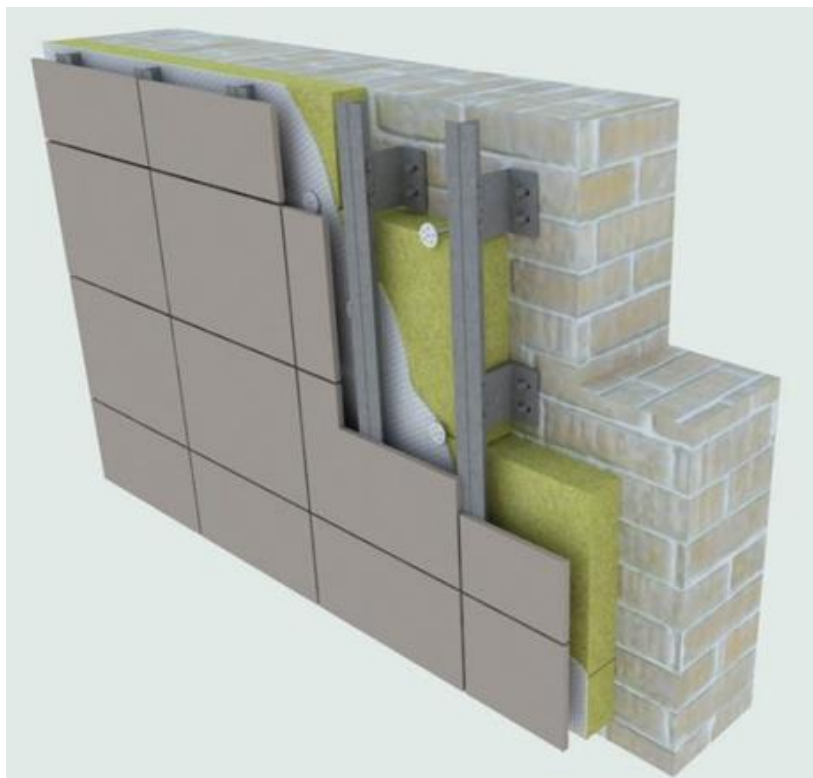
II. TYRIMO SPRENDINIAI IR METODIKA

2.1. Ventiliuojamas fasadas

2.1.1. Ventiliuojamo fasado įrengimo technologija su tvirtinimo sistema

Ventiliuojamo fasado sistemos pagrindas – laikantysis, pakabinamas karkasas, prie kurio tvirtinama apdaila. Karkaso konstrukcijos dėka statinio fasadinė apdaila įrengiama be tiesioginio kontakto su apšiltinimo sluoksniu esančiu po ja. Tai iš esmės pagerina statinio eksploatacines savybes:

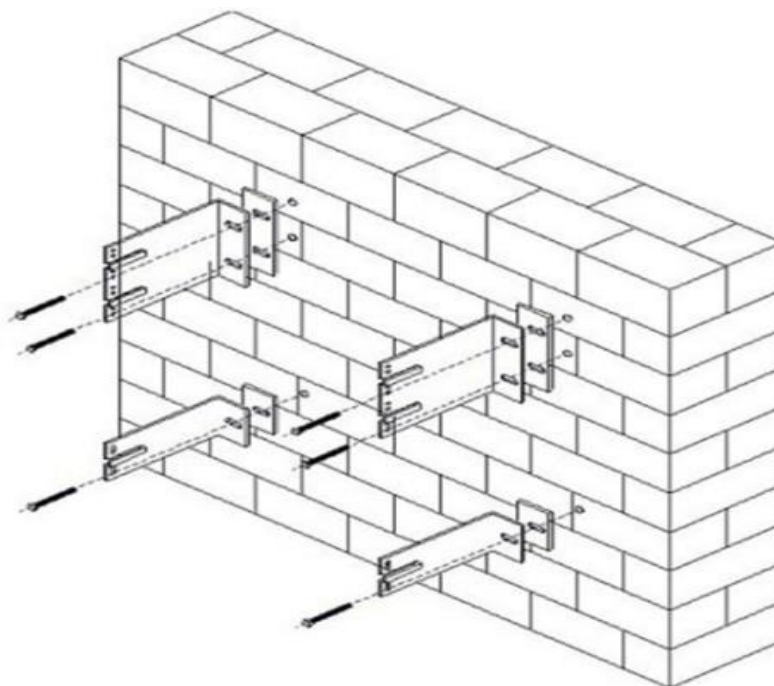
1. Apdaila atlieka apsauginio skydo funkciją, kuris saugo išorinės statinio konstrukcinės sienos nuo kritulių, o jei nežymūs jų kiekiai, papuola į apšiltinimo sluoksnį po apdaila greitai išgaruoja dėl pastoviai ventiliuojamo oro tarpo. Išlaikant sienas sausomis stipriai sumažėja išlaidos pastato eksploatacijai šildymo sezono metu;
2. Apsauginio skydo dėka pastato sienos saugomos nuo tiesioginių saulės spindulių;
3. Ventiliuojamo tipo fasado sistema netrukdosudariusiam vidinių patalpų kondensatui ir drėgmei garuoti per sienas. Ši savybė pagerina mikroklimatą pastate esantiems žmonėms;
4. Esant būtinybei apgadintos fasado vietos nesunkiai remontuojamos, o apdaila pakeičiama;
5. Sistemos įrengimo darbai gali būti atliekami, bet kuriuo metų laiku.



2 pav. Vėdinamo fasado šiltinimo sprendimas

2.1.2. Konsolių įrengimas

Konsolių įrengimas yra galima sakyti svarbiausias ventiliuojamo fasado sistemos montavimo etapas. Jų teisingas išdėstymas ir užtvirtinimas ant sienos užtikrins kokybišką ir tvirtai įrengtą ventiliuojamo fasado sistemą.



3 pav. Konsolių įrengimas

Šaltinis: UAB „PLANTAS“.

Konsolių įrengimo taškai nužymimi ant fasado, pagal fasado įrengimo darbo projekte esančią karkaso išdėstymo schema arba vadovaujantis tvirtinimo sistemos technologija konkrečiai apdailai įrengti. Žymint konsolių įrengimo taškus būtina atsižvelgti į minimalų atstumą taškui iki sienos kampo kurį rekomenduoja mūrvinių gamintojas priklausomai nuo tvirtinimo pagrindo ir mūrvienės tipo. Nepasirinkus saugaus rekomenduojamo atstumo yra didelė tikimybė, kad užveržiant ir besiplečiant mūrvinei tvirtinimo pagrindas įsikils ir praras savo laikančiąsias savybes.

Pažymėtose vietose gręžiamos skylės grąžtu, kurio dydis parenkamas pagal mūrvinės gamintojo nurodymus. Gręžiamos skylės gylis turi būti ne mažiau kaip 10 mm didesnis už sienoje esančios mūrvinės ilgį, todėl kad po gręžimo likusios atliekos netrukdytų mūrvinei įreisti į reikiamą gylį.

Konsolės remiamos prie sienos per termo tarpinę ir pritvirtinamos užveržiant mūrvine. Konsolių tvirtinimui prie sienos negalima naudoti kito tipo mūrvinių kaip nurodyta fasadi įrengimo darbo projekte arba kaip nurodoma mūrvinių gamintojo rekomendacijose priklausomai nuo pagrindo tipo.

Tarinė yra skirta šaltio tilto nutraukimui, nesant apšiltinimo sluoksniui naudojimas nėra būtinas. Tuo atveju jei konsolė tvirtinimo taškas sutampa su horizontalia arba vertikalia mūro siūlė, konsolė perstumama vertikalia kryptimi ir minimaliu atstumu, užtikrinančiu, kad ją užveržiant neskils

mūro elementas. Jeigu konsolės tvirtinimo taškas sutampa su vertikalia mūro siūle ir nėra galimybės jos perstumti minimaliu atstumu, konsolė apskama į priešingą pusę, išlaikant numatytus atstumus tarp konsolių.

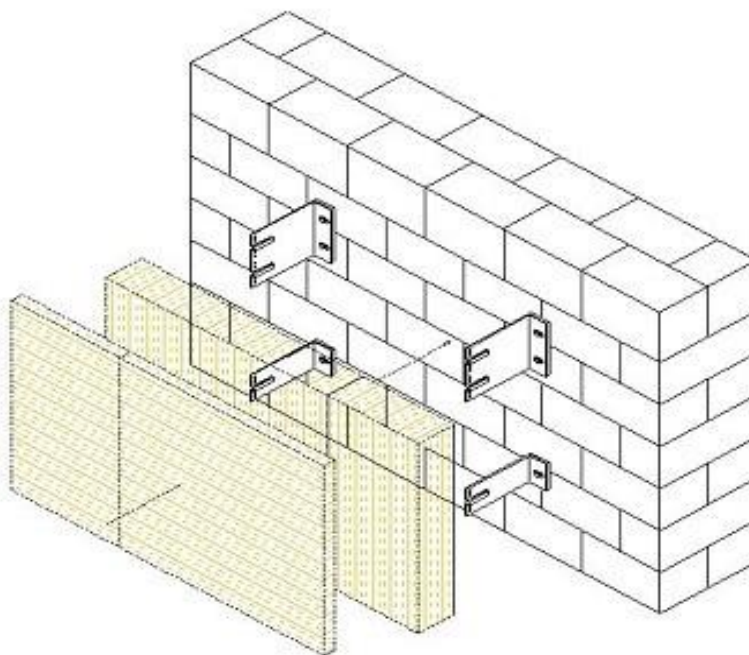
Konsolių aukštis įtakoja pritvirtintos apdailos atstumą nuo šiltinamosios medžiagos (ventiliuojamą oro tarpą), todėl parenkant konsolės būtina įvertinti šiltinimo medžiagos storį ir tai, kad ventiliuojamas oro tarpas turi būti ne mažesnis negu 40 mm. (Aplinkos ministerijos rekomendacija R40-02 “Sienų su oro tarpais projektavimas ir statyba”).

2.1.3. Apsauginio profilio ventiliuojamam tarpui įrengti

Apsauginis profilis montuojamas vietose kuriuose dėl ventiliuojamo fasado sistemos konstrukcinių savybių paliekami oro tarpai (pvz: fasado cokolinė dalis). Apsauginio profilio tipas ir įrengimo būdas kiekvienu atveju gali skirtis, dėl statinio fasado projektinių sprendinių, todėl jo įrengimas detalizuojamas fasado įrengimo darbo projekte. Atveju kai apsauginis profilis tvirtinamas prie apšiltinamos statinio sienos, jis turi būti sumontuotas (pilnai arba dalinai priklausomai nuo pasirinkto tipo) prieš atliekant statinio apšiltinimo darbus (tvirtinimo taškas užsidengia apšiltinimo medžiaga), (žiūr. mazgą: cokolio vertikalūs pjūvis).

2.1.4. Apšiltinimo įrengimas

Fasado apšiltinimo įrengimas vykdomas tik užbaigus konsolių įrengimo darbus ir sumontavus apsauginį profilį (jei toks yra).



4 pav. Apšiltinimo įrengimas

Šaltinis: UAB „PLANTAS“.

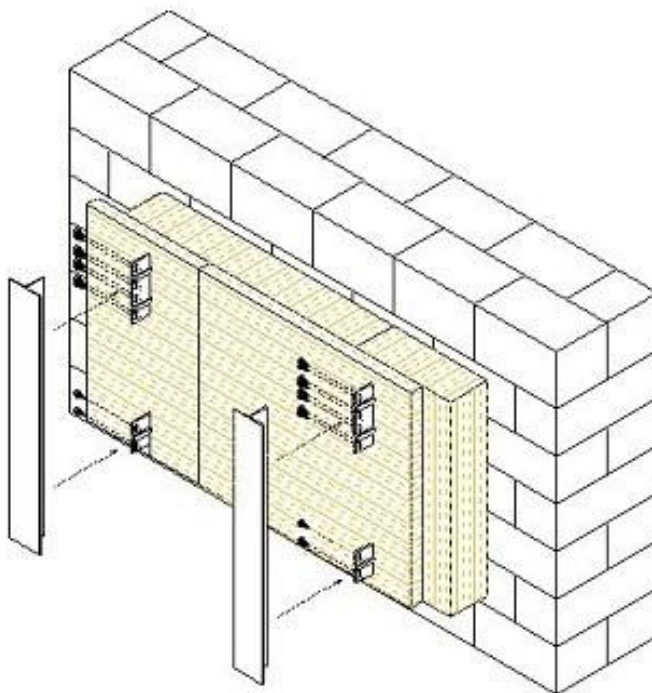
Apšiltinimo medžiagos tipas ir sluoksnio storis nurodomi statinio architektūriniame projekte. Apšiltinimo medžiaga montuojama iš apačios į viršų, atremiant pirmąją eilę į apsauginį profilį (jei toks yra), įpjauant jos lapus tose vietose kuriose numatomi prasikiš konsolės.

1. Šilumos izoliacijos plokštės turi priglusti prie vidinio šiltinamo paviršiaus.
2. Plokštės turi būti perstumtos viena kitos atžvilgiu taip, kad nesutaptų dviejų šilumos izoliacijos sluoksnių siūlės arba nesusidarytų keturių kampų sandūros.
3. Tarp apšiltinimo plokščių neturi likti plyšių. Neišvengiami plyšiai užpildomi lygiaverte šiltinamąją medžiaga.
4. Vėdinamų atitvarų plokštės iš akmens vatos, naudojamos apsaugai nuo vėjo, turi perdengti visas universalių plokščių siūles ir glaudžiai prie jų priglusti.

Šiltinimo medžiaga tvirtinama smeigėmis, parinktomis pagal apšiltinimo storį. Smeigės įrengiamos atsižvelgiant į gamintojų rekomendacijas. Apšiltinimo medžiagos tvirtinimo elementai nurodomi fasado įrengimo darbo projekte arba gamintojo rekomendacijose (tais atvejais kai darbo projektas neprivalomas).

2.1.5. Kreipiančiųjų profilių įrengimas

Kreipiančiųjų profilių tipai ir jų matmenys nurodomi fasado įrengimo darbo projekto karkaso išdėstymo schemeje arba tvirtinimo sistemos technologijoje konkrečiai apdailai įrengti.



5 pav. Kreipiančiųjų profilio įrengimas

Šaltinis: UAB „PLANTAS“.

Vertikalaus karkaso kreipiantieji profiliai pritvirtinami prie konsolių įspraudžiant juos į konsolėse esančias prilaikymo auses.

Kreipiančiųjų profilių fasadinė sienelės išlyginamos į vieną plokštumą.

Kreipiantieji profiliai užtvirtinami prie konsolių nerūdijančio plieno savigręžiais.

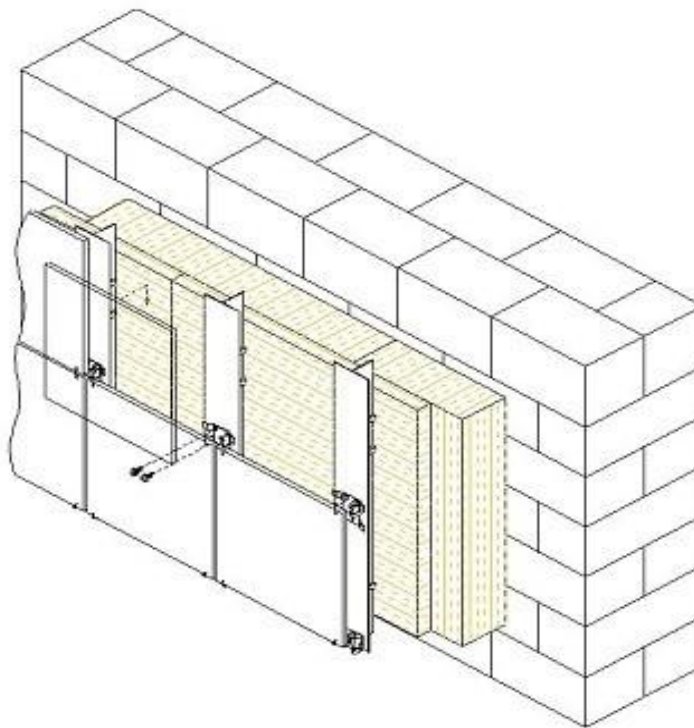
Kreipiančiajam profiliui pritvirtinti prie fiksuoto sujungimo konsolės naudojami keturi – aštuoni sąvigrėžiai priklausomai nuo numatomų apkrovų dydžio.

Kreipiančiajam profiliui pritvirtinti prie paslankaus sujungimo konsolės naudojami du sąvigrėžiai. Kad kreipiantieji profiliai dėl temperatūrinių svyravimų galėtų judėti nesideformuojant sąvigrėžiai turi būti įsriegiami į profilį per paslankaus sujungimo konsolėje esančių elipsės formos skylių centrą.

Dėl temperatūrinių poslinkių aliuminio kreipiantieji profiliai traukiasi ir plečiasi, todėl juos tvirtinant prie konsolių būtina palikti 8-10 mm tarpą jų susidūrimo vietose.

2.1.6. Apdailos įrengimas ant ventiliuojamo fasado karkaso

Po ventiliuojamo fasado karkaso įrengimo vykdomi apdailos tvirtinimo prie karkaso darbai. Apdailos gamintojos pateikia rekomendacijas apdailos paruošimui ir tvirtinimui, tačiau yra keletas esminių taisyklių kurių privalu laikytis.



6 pav. Apdailos įrengimas ant ventiliuojamo fasado karkaso

Šaltinis: UAB „PLANTAS“.

Prie įrengto ventiliuojamo fasado karkaso gali būti tvirtinama tik projekte numatyto tipo ir matmenų apdaila. Apdaila tvirtinama laikantis kreipiančiųjų profilių vertikalios centro ašies. Tolerancijos apdailos horizontaliems matmenims nerekomenduojamos, todėl, kad esant testiniams neatitikimams apdailos tvirtinimo taškas gali neišsistekti ant kreipiančiojo profilio fasadinės plokštumos.

Apdailos tvirtinimo elementai (sąvigrėžiai, kniedės, kabliukai ir pan.) kontakto vietoj su

karkasu turi būti tik aliuminio, nerūdijančio plieno, plastiko arba gumos. Galimas apdailos tvirtinimo elementus nurodo gamintojas.

Montuojant apdaila, vertikaliose ir horizontaliose sandūrose, būtina išlaikyti tarpus temperatūrinėmis deformacijoms tarp apdailos elementų. Tarpų dydžius nurodo gamintojas.

2.2. Šiaudų skydų fasadas

Medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu sistema skirta fasadų apdailai įrengti. Sistema yra pritaikyta daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijai (modernizacijai).

Medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu – skydas, kurio pagrindinis laikantis elementas yra medienos karkasas, užpildytas presuotų šiaudų sluoksniu. Plokštė sudaryta iš laikančio medinio karkaso užpildymo presuotų šiaudų sluoksniu. Šiaudų skydas yra dvigubo karkaso gaminiai. Plokščių gamybai naudojama C24 ir didesnio stiprumo klasės pagal LST EN 338 mediena. Medienos drėgnis ne mažiau 20 %. Presuojant šiaudus į skydą, išlaikomas $100 - 200 \text{ kg/m}^3$ suspaudimo laipsnis, išsaugoma daugiakryptė šiaudų struktūra, kuri užtikrinanti geresnę šiaudų skydo šiluminę varžą. Skydų svoris siekia iki 200 kg. Šie skydai atitinka visus atsparumo, gniuždymo, degumo ir ilgaamžiškumo reikalavimus. Medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu matmenys $2,8 \times 0,8 \times 0,4$. Šiaudų skydų sertifikatai: C2C produktų inovacijos institutas sertifikavo sidabrinio ekologiškiausio produkto sertifikatu. Pasyvaus namo institutas sertifikavo šiaudų skydus bei visą konstrukcinę sistemą Pasyvaus namo komponento sertifikatu. UAB „Inspecta“ po sertifikavimo įstaigos patikrinimo patvirtinta, kad gamyba atitinka visus keliamus reikalavimus.



7 pav. Šiaudų blokų skydas (Šaltinis UAB „Ecococon“)

2.2.1. Apšiltinimo įrengimas

Fasado apšiltinimo įrengimą įrengiame, kai ant mūrinės sienos yra pritvirtinta Steico Protect – medžio plaušo plokštės ir garo izoliacija.

Medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu – skydas tvirtinamas su konsolės tvirtinimo detalėmis.

Medinio rėminio išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu storis 400 mm. Šiaudų skydai yra pagaminami gamyklose ir pristatomi į objektą. Pasigaminame medinį rėmą, tada šiaudus presuojame į skydą. Šiaudai yra presuojami daugiakryptė technologija. Presuotų šiaudų tankis 100 kg/m. Šiaudus naudojame iš kvietrugių arba iš rugių, nes šiuose šiauduose nesiveisia graužikai. Vasariniai šiaudai netinka, nes gali atsirasti šiengraužiai. Šiaudų skydai montuojami iš apačios į viršų, pirmąją eilę atremiame ant medinio pamato.

2.2.2. Šiaudų skydų apdaila

Šiaudų skydų apdaila gali būti dviejų tipų:

1. Molio tinkas;
2. Mineralinis tinkas.

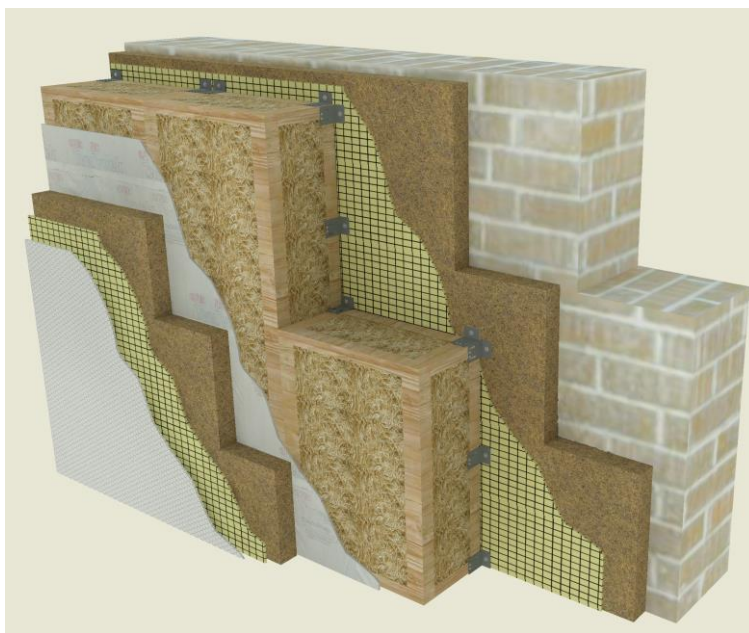
Moksliniame tiriamajame darbe pasirinkau nagrinėti ekologišką apdailą – molio tinką.

Molis kaip statybinė medžiaga naudojamas jau daugelį amžių. Šiandien žmonėms labai svarbu saugoti savo sveikatą bei aplinką. Šiaudų skydams vietoj įprasto tinko yra naudojama ekologiškas molio tinkas. Molio tinkas savo savybėmis pralenkia įvairias dirbtines medžiagas.

Pagrindinė technologinė molio savybė yra plastiškumas (riebumas). Molis skirstomas į plastiką (riebumas), vidutinio plastiškumo (vidutinio riebumo) ir mažo plastiškumo (liesą) molį. Dažniausiai sienoms buvo naudojamas vidutinio riebumo molis. Kad sienos būtų šiltesnės, o džiūdamas mažiau deformuotųsi ar skeldėtų. Seniau į molį buvo primaišoma kapotų šiaudų, viršių (šilų), kanapinių ar lininių spalvių, smulkių šakelių, jaučio šerių ir pan. (Bertašiūtė, R., Andriušytė, A. 2011).

Nuo neatmenamų laikų (pirmas rašytiniuose darbuose įvardina Vitruvijus, gyvenęs pirmajame amžiuje pr.Kr.) architektūrai buvo keliami tvirtumo ir patogumo reikalavimai. Šiandien statyboje labai svarbus ir ekologinis, ekonominis bei estetiškas aspektai. Molio statyba puikiai atitinka visus reikalavimus bei laikmečio iššūkius ir gali pretenduoti į geros reputacijos architektūrą. Kitaip negu senojoje statyboje, kus viskas buvo tradiciškai reglamentuota, šiandien galimi įvairūs molio su užpildais variantai, pagal sienų varžas, kainas ar konstrukcines savybes. Pati medžiaga yra be galo plastiška ir lengvai formuojama. Tai suteikia labai plačiai formų ir technologijų pasirinkimo bei taikymo galimybes (Bertašiūtė, R., Andriušytė, A. 2011).

Šiaudų skydų išorinės molio tinko apdaila:



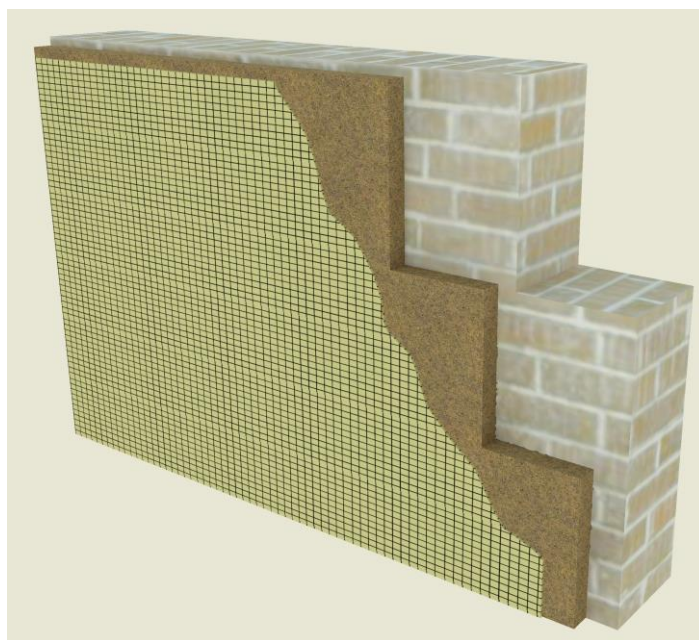
8 pav. Šiaudų blokų šiltinimo sprendimas

Prie mūro sienos pritvirtiname Steico special – medžio plaušo plokštės. Termoizoliacinę medžiagą prie sienos tvirtiname smeigėmis. Medienos plaušo plokštė skirta sienų šiltinimui ir renovacijai (modernizacijai). Medžio plaušo plokštė universali kieta fasadų termoizoliacinė medžiaga iš natūralaus medienos pluošto. Medžio plaušo plokščių šiluminis laidumas $\lambda = 0,047$ ($W/m \cdot K$), sumažina šilumos nutekėjimą per statybines konstrukcijas. Apsauga nuo triukšmo, nes medžiaga itin tanki $\rho = 240$ (kg/m^3), medžio plaušo plokštės gali veiksmingai sumažinti nepageidaujamą triukšmą, kuris sklinda per vertikaliąją arba horizontaliąją konstrukciją. Medžiagos tankis užtikrina formos stabilumą ir kokybišką izoliaciją. Steico Special degumo klasė pagal EN 13501 – 1 yra E klasės pagal atsparumą ugniai. Gaisro atveju plokščių paviršius apanglės, išlaiko pasipriešinimą 120 minučių išorinio gaisro atveju. Didelė šiluminė talpa, lyginant su visomis dažniausiai naudojamomis izoliacinėmis medžiagomis $c = 2100$ ($J/kg \cdot K$) užtikrina terminį objektų stabilumą. Vandens garų difuzijos pasipriešinimo koeficientas $\mu = 5$, kuris neleidžia vandens garams kondensuotis konstrukcijose. Izoliacinės medžiagos Steico Special susideda iš medžio plaušo, aliuminio sulfatas, skystas stiklas sluoksnių klijavimui. Steico Special - medžio plaušo plokštės dėl dvigubo įlaidinio profilio (įlaidas – griovelis) pasižymi tvirtu sukibimu. Veiksminga apsauga nuo vėjo, tiesioginės drėgmės, triukšmo ir medžiaga yra atspari gniuždymui. Medžio plaušo plokštė skirta apsaugoti šiaudų skydų nuo ilgalaikio atmosferos poveikio bei padidinti sienos mazgo šilumos izoliacines savybes.



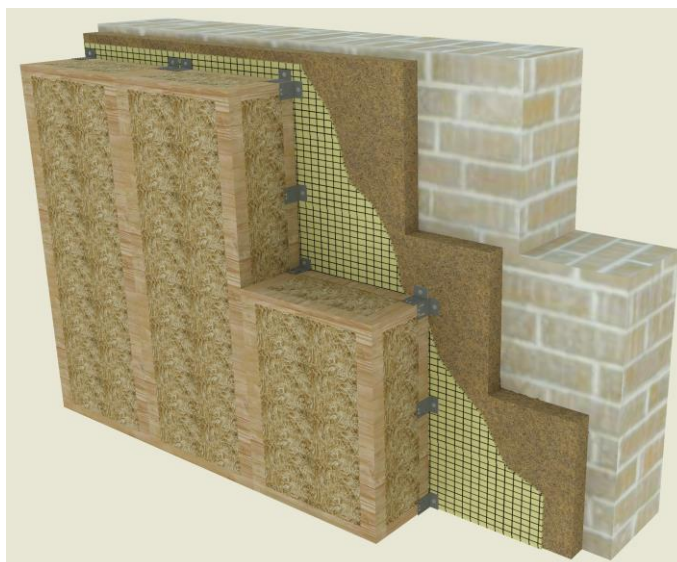
9 pav. Steico Special - medžio plaušo plokštės įrengimas

Norėdami apsaugoti šiaudų skydus nuo drėgmės prie medžio plaušo plokštės tvirtiname Siga Majvest plėvelę. Tvirta medžiaga ir neperšlampama plėvelė Majvest apsaugo sieną iš išorės nuo drėgmės ir vėjo. Ši medžiaga, taip pat sienos konstrukcija saugo nuo kondensato kaupimosi, nes plėvelė yra difuziškai atvira. Plėvelės funkcinės savybės nesikeičia esant temperatūroms nuo -40°C iki $+80^{\circ}\text{C}$. Siga Majvest degumo klasė pagal EN 13501 – 1 yra E klasės pagal atsparumą ugniai.



10 pav. Garo izoliacijos įrengimas

Medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu – skydas tvirtinamas prie garo izoliacija su konsolės tvirtinimo detalėmis.



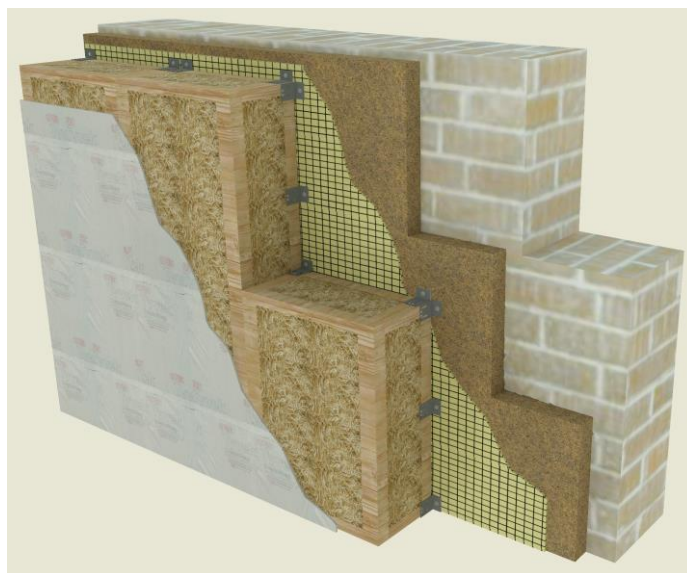
11 pav. Šiaudų skydų tvirtinimas

Ant šiaudų skydu įrengiama Siga Majcoat – difuzinė membrana. Medžiaga tvirta difuziškai atvira plėvelė Majcoat puikiai tinka sukurti ilgaamžį vėjui atsparų pastato sluoksnį. Tinka ventiliuojamam fasadui, taip pat izoliuoti gegnes ir tarpus, esančius tarp šių konstrukcinių dalių. Berlyno Techniniame universitete įrodyta, kad Siga Majcoat plėvelė naudojama kartu su Siga juostomis užtikrina atsparumą drėgmei net lyjant ypač stipriam lietaui.

Įrengiama Siga Wigluv 60 – vienas, difuzinė sandarinimo juosta, kuri suključia dvi membranas tarpusavyje. Sandarinimo juosta galima tvirtinti tiek aukštoje (+100 °C), tiek žemoje temperatūroje (-40 °C), sandarinimo juosta apsaugo nuo garų kaupimosi, taip pat atspari lietaui ir nepralaidi vandeniui.

1968 metais JAV kompanijos DU Pont mokslininkai išrado plėvelę Tyvek, kuri skirta statybinių konstrukcijų apsaugai. Tyvek – tai pagal sudėtingą „flash spunbound“ technologiją pagaminta membrana, kurios pagrindą sudaro aukšto tankio polietileno (HDPE) vijų ir susiformavusių tarp jų mikroskopinių kiaurymių visuma. Tyvek Pro – dviejų sluoksnių kvėpuojanti membrana, kurios visas storis ir yra funkcinis sluoksnis. Todėl net mechaniškai pažeidus funkcinį sluoksnį tvirtinant prie izoliacinės medžiagos tokį defektą lengva pastebėti ir laiku pašalinti. Difuzinių membranų vienas iš svarbiausių kokybės rodiklių yra sugebėjimas kuo ilgiau išlaikyti pradinius techninių parametrų dydžius bei darbinis temperatūrinis režimas. Paprastai didžiausią įtaką polimerinių medžiagų senėjimui turi aukštos temperatūros bei UV spinduliavimas. Plėvelės funkcinės savybės nesikeičia esant temperatūroms nuo – 40 °C iki + 100 °C. Pagal atlikus ilgalaikius dirbtinio senėjimo testus, nepriklausomas „SP Swedish Nacional Testing and Research institute“ (Švedija) institutas suteikė sertifikatą, patvirtinantį Tyvek 50 metų tarnavimo laiką. Tai rodo, kad plėvelės funkcinės savybės nekinta per 50 metų laikotarpį. Medžiaga ne tik atlieka hidroizoliacinę funkciją, bet ir neleidžia šilumai konvekcijos būdu pasišalinti iš konstrukcijos, taupo

šilumos energiją bei didina konstrukcijos šilumos atidavimo varžą. Membrana nepraleidžia kapiliarinės drėgmės iš išorės, bet leidžia jai laisvai pasišalinti iš šilumos izoliacinės medžiagos. Tyvek Pro degumo klasė pagal EN 11925 – 2 yra E klasės pagal atsparumą ugniai. Tyvek difuzinė plėvelė yra pirmoji Europoje tarp šios rūšies produktų gavusi CE ženklą. Tyvek Pro dviejų sluoksnių kvėpuojanti membrana įrengiama ant Siga Wigluv 60 – sandarinimo juosta. (UAB „Infantas“ pagal „Baltijos Brasta“ informaciją).

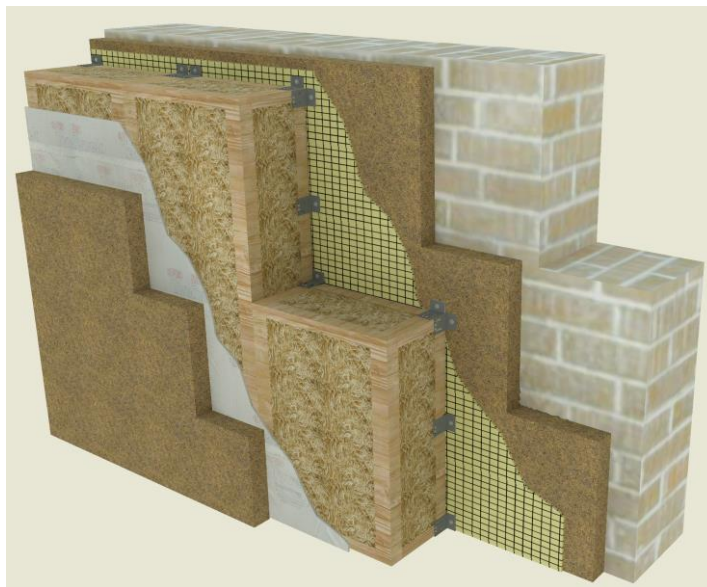


12 pav. Difuzinės ir vėjo izoliacinės membranos įrengimas

Klijuojama fanieros tašelis 5 mm vėjo izoliacinei membranai pritvirtinta. Steico Protect 4 cm storio – kieta šiluminė izoliacija iš natūralaus medienos plaušo skirta tinkuojamiems fasadams, veiksminga apsaugo šiaudų skydus nuo ilgalaikio atmosferos poveikio bei padidinti sienos mazgo šilumos izoliacines savybes.

Steico Protect – medžio plaušo plokštės. Medžio plaušo plokštė universali kieta fasadų izoliacinė medžiaga. Medžio plaušo plokščių šiluminis laidumas $\lambda = 0,036 - 0,048 \text{ (W/mK)}$, sumažina šilumos nutekėjimą per statybines konstrukcijas. Apsauga nuo triukšmo, nes medžiaga itin tanki $\rho = 220 - 250 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, medžio plaušo plokštės gali veiksmingai sumažinti nepageidaujamą triukšmą, kuris sklinda per vertikaliąją arba horizontaliąją konstrukciją. Medžiagos tankis užtikrina formos stabilumą ir kokybišką izoliaciją. Steico Protect degumo klasė pagal EN 13501 – 1 yra E klasės pagal atsparumą ugniai. Gaisro atveju plokščių paviršius apanglės, išlaiko pasipriešinimą 120 minučių išorinio gaisro atveju. Didelė šiluminė talpa, lyginant su visomis dažniausiai naudojamomis izoliacinėmis medžiagomis $c = 2100 \text{ (J/kg·K)}$ užtikrina terminį objektų stabilumą. Medžio plaušo plokštės yra atviros difuzijai, leidžia fasadui kvėpuoti, hidrofobinė ((gr. hydro „vanduo“ + phobos „baimė“) – molekulės savybės atsiskirti nuo vandens molekulių vandeniniame tirpale. Hidrofobinės medžiagos nėra linkusios sąveikauti su vandeniu). Žemas atsparumo difuzijos koeficientas $\mu = 5$, kuris neleidžia vandens garams kondensuotis konstrukcijose. Izoliacinės medžiagos iš medžio plaušo Steico susideda iš natūralios medienos.

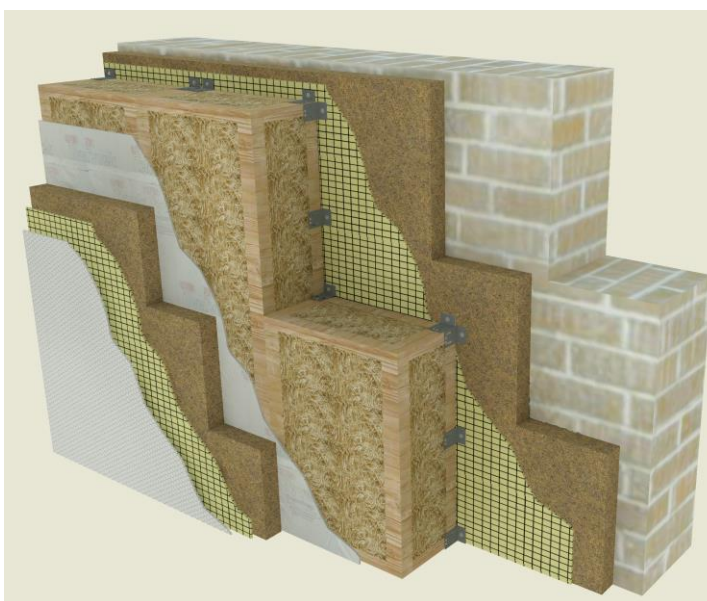
Visą Steico Protect izoliacinių medžiagų paletę sertifikavo FSC (Forest Stewardship Council), šis ženklas FSC reiškia, kad šios medžiagos gamybai panaudota žaliava iš miškų. Gamybai nenaudojama jokių kenksmingų priedų. Izoliacinės plokštės gaminamos iš techniškai apdorotos, ligninu sujungtos medienos. Medžio plaušo plokštė skirta apsaugoti šiaudų skydų nuo ilgalaikio atmosferos poveikio bei padidinti sienos mazgo šilumos izoliacines savybes.



13pav. Medžio plaušo plokštės įrengimas

Įrengiamas armavimo tinklelis ant medžio plaušo plokštės ir apdailos sluoksnis iš molio tinko 30 mm.

Šiaudų skydų išorinės sienos apdaila gali būti ne tik iš molio tinko, bet ir iš mineralinio tinko. Ant Steico Protect – medžio plaušo plokštės gali būti tvirtinamas ventiliuojamas klientų pasirinktas fasadas (medžio lentos, klinkerio plytelės ir t.t.). Daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) pasirinkta ekologiška – molio tinką.



14 pav. Šiaudų skydų molio tinko apdailos įrengimas

2.2.3. Rasos taškas šiaudų skyduose

Iškyla svarbus klausimas, dėl rasos taško šiaudų skyduose. Nuo drėgmės šiaudai pradeda pūti ir atsiranda šiengraužiai.

Šiltas oras vandens garų pavidalu gali sugerti daugiau drėgmės nei šaltas oras. Atšalant orui, santykinė drėgmė didėja tol, kol pasiekia prisotinimo lygį ir vandens garai pradeda kondensuotis. Šis taškas yra vadinamas rasos tašku.

Šiaudų skyduose vyksta tada, kai vanduo nevaržomai skverbiasi gilyn į šiaudų tūrį ir drėgnumas skirstos viduje viršija 18–20 %. Kad šio proceso išvengtume, namo sienos turi būti apsaugotos nuo drėgmės iš apačios (hidroizoliacija nuo pamato), nuo sienos (hidroizoliacija ant mūrinės sienos) ir iš šiaudų skydų išorės (apsauginis tinkas). Taip pat, pagrindas, ant kurio bus dedami šiaudai arba šiaudų skydai, turi būti pakeltas nuo žemės ne mažiau kaip 25 cm, kad nepritrauktų drėgmės. Kad lietaus vanduo nepaveiktų sienų paviršiaus.

Tinkas ne tik apsaugo šiaudus nuo drėgmės pertekliaus, bet ir suteikia pastatui estetinį išvaizdą. Gaila, cementas yra per tankus, kad jo pagrindu sumaišytas tinkas „kvėpuotų“, tad ilgainiui tarp tinko ir šiaudų pradeda kauptis kondensatas. Naudojant tinką molio pagrindu ir medžio plaušo plokštės, drėgmė išeina išorėn ir rasos taško sluoksnis nesusiformuoja. Papildomai apsaugai nuo drėgmės molis dengiamas kalkėmis (arba kalkės sudaro visą tinko sluoksnį). Drėgmė taip pat skverbiasi ir į namo vidų, palaikydama kambariuose optimalų drėgnumą, o patys šiaudai išlieka sausi.

2.2.4. Papildomas pamatas

Medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu sistema reikalinga įrengti papildomą medinį pamatą (padas), kuris bus skirtas pritvirtinti pirmąjį šiaudų skydų sluoksnį. Pado konstrukcijos storis 6 cm. Padas tvirtinamas varžtais prie pastato betoninio pamato. Šiaudų skydai tvirtinamas prie medinio pamato varžtais.

Pirmiausia išliejame papildomas betoninis pamatas viso fasado perimetru, tada ant pamato įrengiama hidroizoliacine membrana. Ant įrengtos hidroizoliacijos, montuojame medžio tašai 9,4x4,5 cm. Medžio tašai pritvirtinami medsraigčiais prie betoninio pamato. Tarpus tarp medinių tašų įrengiame termoizoliacinę medžiagą (polistireninis putplastis EPS). Uždedame Steico underfloor medžio plaušo plokštę 7 mm. Ant įrengto pamato tvirtiname pirmąjį šiaudų skydų sluoksnį. Šiaudų skydus prie pamato tvirtiname varžtais.

2.3. Dvitėjinių sijų medžio plaušo plokštės fasadas

Dvitėja sija (STEICO wall) – tai ekonomiška ir labai našus konstrukcijos elementas, tinkamas sienoms, kurioms keliami aukšti pastatų šiluminės apsaugos reikalavimus. Panaudojus izoliuotą statramstį STEICO wall, galima apšiltinti sienas ir sumažinti statybos išlaidas.

Dvitėjinė sija su medžio plaušo plokštės sluoksniu sistema skirta fasadų apdailai įrengti. Sistema yra pritaikyta daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijai (modernizacijai).

Dvitėja sija su medžio plaušo plokštės sluoksniu sistema, kurios pagrindinis laikantis elementas yra dvitėja sija, užpildytas iš abiejų pusių medžio plaušo plokštės sluoksniu. Pagrindinė dvitėjinių sijų gamybos medžiaga yra mediena. Juostos gaminamos iš techniškai džiovintos, mašininiu būdu išrūšiuotos ir pašalinus defektus, mikrodygiais sujungtos spygliuočių medienos, kuri užtikrina nuolat aukštą kokybę ir leidžia išlaikyti nustatytus atsparumo parametrus.

Dvitėją sija su termoizoliaciniu sluoksniu sistema skirta ne tik sienų rekonstrukcijai (modernizacijai), bet galima naudoti stogų ir perdangų konstrukcijose. Naudojant sijas, galima ekonomiškai renovuoti jau esamą pastatą.

Sijos gali būti pagamintos pagal specialų užsakovo pageidavimą su medienos pluošto izoliacija, o tai palengvins techninių sistemų montavimą.



15 pav. Dvitėjinė sija su termoizoliaciniu medžio plaušo plokštės sluoksniu

2.3.1. Dvitėjinės sijos įrengimas

Kadangi sijų pjūvis stačiakampis, jos yra labai našios. Vidurinių jungiamųjų dalių gamybai naudojamos kietos labai atsparios kirpimo ir įtempimams jėgos medienos plokštės, kurios išilgai sujungiamos įlaidais ir suklijuojamos. Sijos atsparios ilgalaikiam gamtos poveikiui. Pirminis vidurinės jungiamosios dalies apdorojimas ir jos jungimas su juostomis vandeniui atspariais klijais atliekamas visiškai automatizuotai. Izoliacija įdedama tarp juostų, abiejose vidurinės jungiamosios dalies pusėse. Sijų vidurinė jungiamoji dalis pagaminta iš 8 mm storio medienos plokštės, tai labai sumažina, riboja šilumos „tiltelius“. Sija atspari kirpimo ir įtempimo jėgoms, pasižymi labai aukšta juostoms naudojamos medienos kokybės klasei. Dvitėjas sijas galima puikiai jungti ir derinti su savo pasirinktomis medžiagomis arba naudoti siūlomas izoliacines medžiagas – tiek iš medžio pluošto, įpučiamą izoliaciją tiek iš šiaudų. Tarpusavyje optimaliai suderintų gaminių sistema garantuoja aukščiausius termoizoliacinius parametrus. Mediena ir medienos kilmės medžiagos kartu su sienų apkalos ir apdailos plokštėmis sudaro gaisrui atsparią pertvarą, kuri atlieka veiksmingo

apsauginio sluoksnio vaidmenį. Gaminams suteikti visi būtini Europos techniniai liudijimai ir sertifikatai.

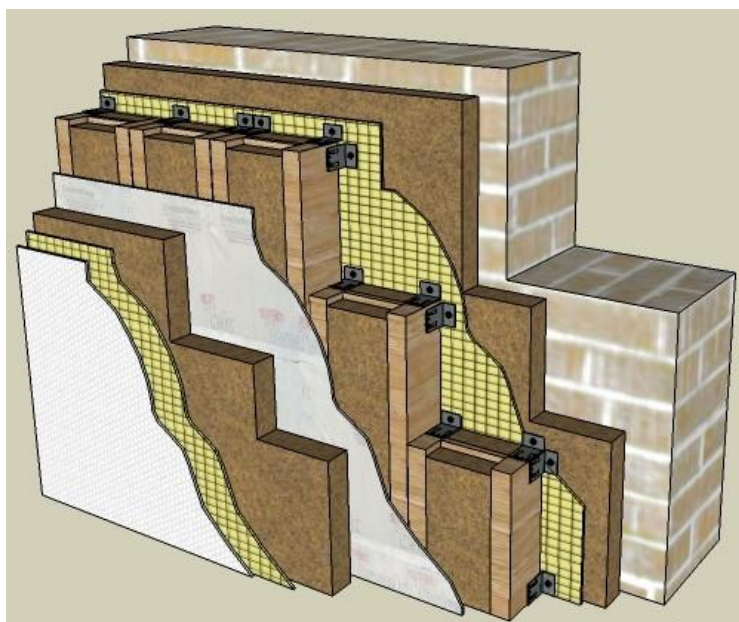
2.3.2. Dvitėjinės sijos apdaila

Dvitėjinės sijos apdailos sluoksnio technologijos įrengimo sistema tokia pati kaip ir šiaudų skydų.

Dvitėjinės sijos apdaila gali būti dviejų tipų:

1. Molio tinkas;
2. Mineralinis tinkas.

Dvitėjinės sijos išorinės molio tinko apdaila:



16 pav. Dvitėsijos šiltnimo sprendimas

Prie mūro sienos pritvirtiname Steico special – medžio plaušo plokštės. Termoizoliacinę medžiagą prie sienos tvirtiname smeigėmis. Medienos plaušo plokštė skirta sienų šiltinimui ir renovacijai (modernizacijai). Medžio plaušo plokštė universali kieta fasadų termoizoliacinė medžiaga iš natūralaus medienos pluošto. Medžio plaušo plokščių šiluminis laidumas $\lambda = 0,047$ ($W/m \cdot K$), sumažina šilumos nutekėjimą per statybines konstrukcijas. Apsauga nuo triukšmo, nes medžiaga itin tanki $\rho = 240$ (kg/m^3), medžio plaušo plokštės gali veiksmingai sumažinti nepageidaujamą triukšmą, kuris sklinda per vertikaliąją arba horizontaliąją konstrukciją. Medžiagos tankis užtikrina formos stabilumą ir kokybišką izoliaciją. Steico Special degumo klasė pagal EN 13501 – 1 yra E klasės pagal atsparumą ugniai. Gaisro atveju plokščių paviršius apanglės, išlaiko pasipriešinimą 120 minučių išorinio gaisro atveju. Didelė šiluminė talpa, lyginant su visomis dažniausiai naudojamomis izoliacinėmis medžiagomis $c = 2100$ ($J/kg \cdot K$) užtikrina terminį objektų stabilumą. Vandens garų difuzijos pasipriešinimo koeficientas $\mu = 5$, kuris neleidžia vandens garams kondensuotis konstrukcijose. Izoliacinės medžiagos Steico Special susideda iš medžio

plaušo, aliuminio sulfatas, skystas stiklas sluoksnių klijavimui. Steico Special - medžio plaušo plokštės dėl dvigubo įlaidinio profilio (įlaidas – griovelis) pasižymi tvirtu sukibimu. Veiksminga apsaugo nuo vėjo, tiesioginės drėgmės, triukšmo ir medžiaga yra atspari gniuždymui. Medžio plaušo plokštė skirta apsaugoti šiaudų skydų nuo ilgalaikio atmosferos poveikio bei padidinti sienos mazgo šilumos izoliacines savybes.

Kad nesikaupytų drėgmė dvitėje sijoje prie medžio plaušo plokštės tvirtiname Siga Majvest plėvelę. Tvirta medžiaga ir neperšlampama plėvelė Majvest apsaugo sieną iš išorės nuo drėgmės ir vėjo. Ši medžiaga, taip pat sienos konstrukcija saugo nuo kondensato kaupimosi, nes plėvelė yra difuziškai atvira. Plėvelės funkcinės savybės nesikeičia esant temperatūroms nuo -40°C iki $+80^{\circ}\text{C}$. Siga Majvest degumo klasė pagal EN 13501 – 1 yra E klasės pagal atsparumą ugniai.

Dvitėjinė sija su medžio plaušo plokštės tvirtinamas prie garo izoliacinės plėvelės su konsolės tvirtinimo detalėmis.

Ant dvitėjinės sijos įrengiama Siga Majcoat – difuzinė membrana. Siga Majcoat plėvelė naudojama kartu su Siga juostomis užtikrina atsparumą drėgmei net lyjant ypač stipriam lietuvi.

Ant Siga Majcoat įrengiama Siga Wigluv 60 – vienas, difuzinė sandarinimo juosta, kuri sukliauja dvi membranas tarpusavyje. Sandarinimo juosta apsaugo nuo garų kaupimosi, taip pat atspari lietuvi ir nepralaidi vandeniui.

Prie difuzinės sandarinimo juostos tvirtiname Tyvek Pro kvėpuojančia membrana. Medžiaga ne tik atlieka hidroizoliacinę funkciją, bet ir neleidžia šilumai konvekcijos būdu pasišalinti iš konstrukcijos, taupo šilumos energiją bei didina konstrukcijos šilumos atidavimo varžą. Membrana nepraleidžia kapiliarinės drėgmės iš išorės, bet leidžia jai laisvai pasišalinti iš šilumos izoliacinės medžiagos.

Klijuojama fanieros tašelis 5 mm vėjo izoliacinei membranai pritvirtinta. Steico Protect 4 cm storio – kieta šiluminė izoliacija iš natūralaus medienos plaušo skirta tinkuojamiems fasadams, veiksmingai apsaugo dvitęją sija su medžio plaušo plokšte nuo ilgalaikio atmosferos poveikio bei padidinti sienos mazgo šilumos izoliacines savybes.

Steico Protect – medžio plaušo plokštės. Medžio plaušo plokštė universali kieta fasadų izoliacinė medžiaga. Medžio plaušo plokščių šiluminis laidumas $\lambda = 0,036 - 0,048 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$, sumažina šilumos nutekėjimą per statybines konstrukcijas. Apsauga nuo triukšmo, nes medžiaga itin tanki $\rho = 220 - 250 \text{ kg/m}^3$, medžio plaušo plokštės gali veiksmingai sumažinti nepageidaujamą triukšmą, kuris sklinda per vertikaliąją arba horizontaliąją konstrukciją. Medžiagos tankis užtikrina formos stabilumą ir kokybišką izoliaciją. Steico Protect degumo klasė pagal EN 13501-1 yra E klasės pagal atsparumą ugniai. Gaisro atveju plokščių paviršius apanglės, išlaiko pasipriešinimą 120 minučių išorinio gaisro atveju. Didelė šiluminė talpa, lyginant su visomis dažniausiai naudojamomis izoliacinėmis medžiagomis $c = 2100 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ užtikrina terminį objektų stabilumą. Medžio plaušo plokštės yra atviros difuzijai, leidžia fasadui kvėpuoti, hidrofobinė ((gr. hydro

„vanduo” + phobos „baimė”) – molekulės savybės atsiskirti nuo vandens molekulių vandeniniame tirpale. Hidrofobinės medžiagos nėra linkusios sąveikauti su vandeniu). Žemas atsparumo difuzijos koeficientas $\mu = 5$, kuris neleidžia vandens garams kondensuotis konstrukcijose. Izoliacinės medžiagos iš medžio pluošto Steico susideda iš natūralios medienos. Visą Steico Protect izoliacinių medžiagų paletę sertifikavo FSC (Forest Stewardship Council), šis ženklas FSC reiškia, kad šios medžiagos gamybai panaudota žaliava iš miškų. Gamybai nenaudojama jokių kenksmingų priedų. Izoliacinės plokštės gaminamos iš techniškai apdorotos, ligninu sujungtos medienos. Medžio plaušo plokštė skirta apsaugoti šiaudų skydų nuo ilgalaikio atmosferos poveikio bei padidinti sienos mazgo šilumos izoliacines savybes.

Įrengiamas armavimo tinklelis ant medžio plaušo plokštės ir apdailos sluoksnis iš molio tinko 30 mm.

Dvitėjinės sijos išorinės sienos apdaila gali būti ne tik iš molio tinko, bet ir iš mineralinio tinko. Ant Steico Protect – medžio plaušo plokštės gali būti tvirtinamas ventiliuojamas klientų pasirinktas fasadas (medžio lentos, klinkerio plytelės, tinkas ir t.t.). Daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) pasirinkta ekologiška – molio tinką.

2.3.3. Dvitėjinės sijos privalumai

Dvitėjinės sijos su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu privalumai:

1. Konstrukcija lengvesnė, tvirtesnė ir atsparesnė už medį;
2. Sumažina šalčio „tiltelius“;
3. Sertifikuotas EU gaminy, ši statybinė medžiaga yra sveika ir draugiška aplinkai;
4. Didelė laikomoji geba ir tarpatramio plotas, maksimalus iki 10 metrų;
5. Sija gali būti pagamina pagal individualų užsakymą;
6. Konstrukcija lengva montuoti;
7. Vidurinė jungiamoji dalis su izoliacija sudaro stačiakampį pjūvį;
8. Pastovi medžiagos drėgmė garantuoja stabilius matmenis.

III. ŠIAUDŲ SKYDŲ TECHNINIAI RODIKLIAI

3.1. Atsparumas smūgiui

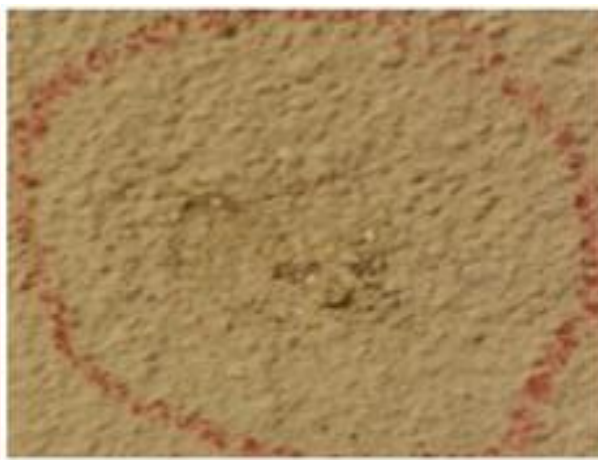
Medinio karkaso plokštės su termoizoliaciniu sluoksniu iš šiaudų atsparumo smūgiui nustatytas. Bandymas atliekamas presuotam šiaudų blokui. Bandinio matmenys: plotis 890 mm, aukštis 2050 mm ir storis 490 mm. Bandinio sistema: mediniame rėme supresuoti šiaudai užtiknuoti iš vienos pusės 30 mm storio molio tinku. Iš kitos pusės uždengti 60 mm STEICO protect medžio plaušo vata.

Bandymo rezultatai:

a)



b)



17 pav. Pažeidimo rūšis a) be pažeidimų ir b) viršutinis sluoksnis atsisluoksnevęs

Šaltinis UAB „Ecococon“

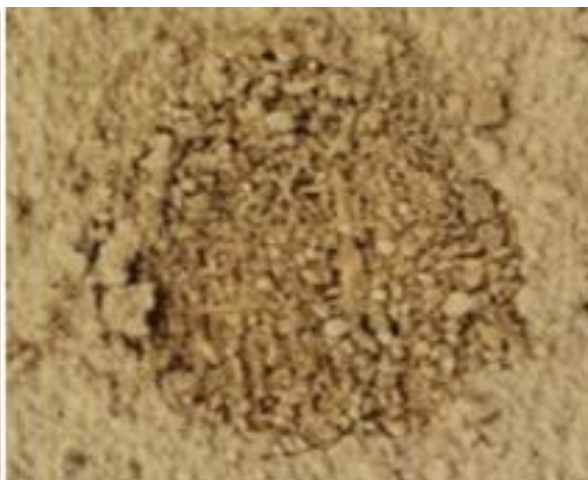
Atlikus penkis bandymus su 500 g rutulio smūgis iš 408 mm aukščio, pirmieji trys bandiniai be pažeidimų, ketvirtas ir penktas bandinio viršutinis sluoksnis atsisluoksniavo.

Bandymo rezultatai:

a)



b)



18 pav. Pažeidimo rūšis a) armavimo tinklelis matomas ir b) armavimo tinklelis matomas

Šaltinis UAB „Ecococon“

Atlikus penkis bandymus su 1000 g rutulio smūgis iš 1020 mm aukščio, pirmiesiems trims bandiniams armavimo tinklelis matosi, o likusiems dviems bandiniams viršutinis sluoksnis atsisluoksniavo.

3.2. Biologinis tyrimas

Nustatyta šiaudų skydų mėginių atsparumą pelėsiniams grybams padidintos drėgmės sąlygomis. „Šiaudų skydų atsparumo pelėsiniams grybams nustatymas padidintos drėgmės sąlygomis, vadovaujantis LST EN ISO 846:1999 standartu“.

Atlikus bandymą šiaudų skydus padidintos drėgmės sąlygomis per 28 paras gali pažeisti pelėsiniai grybai.

Vadovaujantis LST EN ISO 846:1999 standartu šiaudų skydų pažeidimas po 28 parų padidintos drėgmės sąlygomis buvo įvertintas ne daugiau 2 balų.

Kontrolinių mėginių, kurie buvo laikomi kambario drėgmės sąlygomis (santykinis oro drėgnis 50%) pelėsinų grybų vystymosi nebuvo pastebėta – įvertinimas 0 balų.

3.3. Šiaudų skydų degumo klasė

Gaminys, šiaudų skydas namų/pastatų statybai su medžio plaušo plokštė ir molio tinku, yra naudojamas pastatų konstrukcijose. Sistemą sudaro: medienos karkasas, gaminamas iš džiovintos pušies medienos, drėgnumas 8 %, mediena be jokio padengimo. Supresuoti šiaudai, supresuotų šiaudų tankis 100 kg/m^3 , storis 160 mm, šiaudų drėgnumas 12 %. Medžio plaušo plokštė „Steico protect“, tankis 200 kg/m^3 , plokštė klijuota 60 mm, gamintojas „Steico GmbH“, Vokietija. Medžio plaušo plokštė prie medinio rėmo tvirtinama nerūdijančio plieno kabėmis vertikaliai kas 30 cm, horizontaliai kas 60 cm. Plokštė armuojama armavimo tinkleliu, ploto masė 165 g/m^2 , gamintojas „Baukom GmbH“. Armuota plokštė dengiama „Baumit openKlebeSpachtel White“ armavimo/klijavimo mišiniu, storis 4,5 – 5,0 mm, ploto masė 5,8 – 6,5 kg/m^2 , gamintojas „W&P Baustoffe GmbH“, Austrija. Gruntas „Baumit UniPrimer“, ploto masė 0,3 kg/m^3 , gamintojas „Baumit sp z.o.o“, Lenkija. Dekoratyvinis tinkas „Baumit NanoporTop“ (samanėlė), storis 2 mm, ploto masė 3,2 kg/m^2 , gamintojas „Wopfinger Baustoff Industries GmbH“, Austrija.

Gaminys, šiaudų skydas namų/pastatų statybai su medžio plaušo plokštė ir dekoratyviniu tinku, dėl degumo yra klasifikuojamas: B klase. Papildomas klasifikavimas dėl dūmų susidarymo yra s1. Papildomas klasifikavimas dėl liepsnojančių lašelių arba dalelių yra d0.

Šiaudų skydų degumo klasė: B-s1,d0.

3.4. Laidumas vandens garams

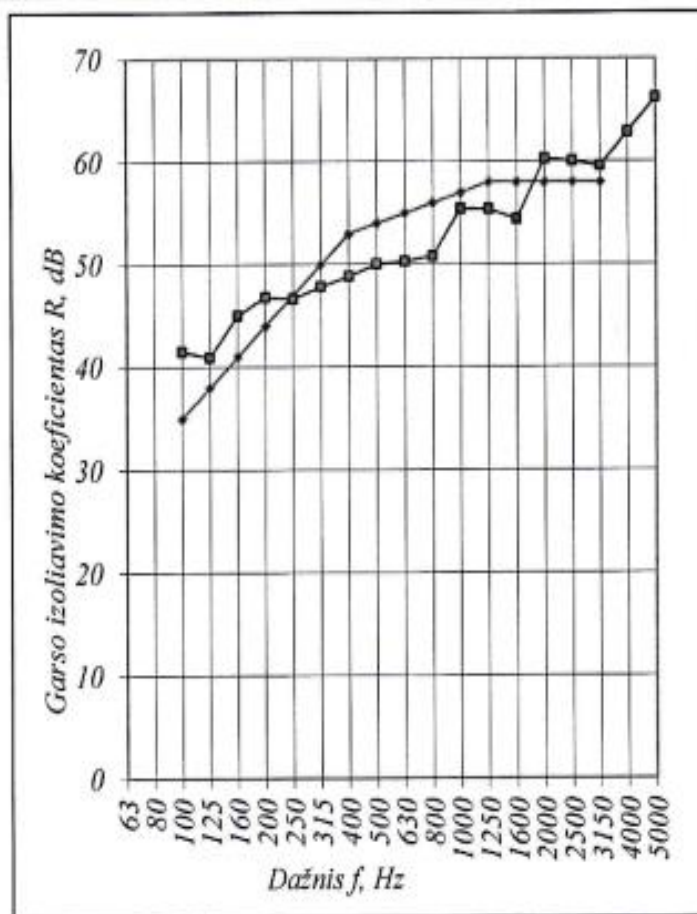
KTU ASI Statybinės šiluminės fizikos mokslo laboratorijoje buvo atliekamas vandens garų varžos faktorius. Bandymai buvo atliekami pagal LST EN 12086:2000 standarta. Molio tinkui su armavimotinkleliu nustatomas vandens garų varžos faktorius.

Rezultatai: vandens garų varžos faktorius $\mu = 9,14$.

3.5. Oro garso izoliacija

Bandinys įstatytas Statybinės Šiluminės Fizikos mokslo laboratorijos darbuotojų į skiriančios sienos angą (2100x910 mm) tarp dviejų aidinčių kamerų. Oro garso izoliavimo koeficientas buvo nustatytas naudojant precizinį integruojantį triukšmomatį analizatorių, pozicionuojamą mozikrofoną ir daugiakryptį garsiakalbį.

Dažnis f , Hz	R , dB 1/3 oktavos
50	
63	
80	
100	41,5
125	40,9
160	45,0
200	46,8
250	46,6
315	47,8
400	48,8
500	50,0
630	50,3
800	50,8
1000	55,4
1250	55,4
1600	54,4
2000	60,3
2500	60,1
3150	59,5
4000	62,0
5000	66,2



19 pav. Garso izoliacijos rodiklis

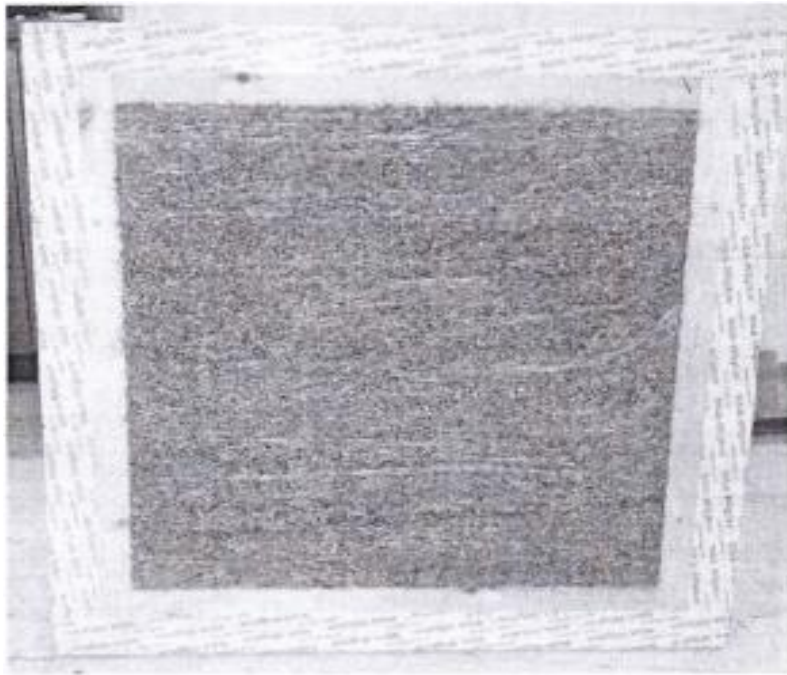
Šaltinis: UAB „Ecococon“

Atlikus bandymus, gauna oro garso izoliavimo koeficientą $R = 54$ dB.

3.6. Oro pralaidumo tyrimas

Oro pralaidumo tyrimo nustatymui naudojamas šiaudų blokų fragmentas (14 pav.). Projektinis šiaudų sluoksnio tankis 100 kg/m^3 , drėgnumas 12%. Medinio rėmo matmenys: plotis 800 mm, ilgis 800 mm, storis 400 mm. Šiaudų užpildo matmenys: plotis 685 mm, ilgis 685 mm, storis 400 mm.

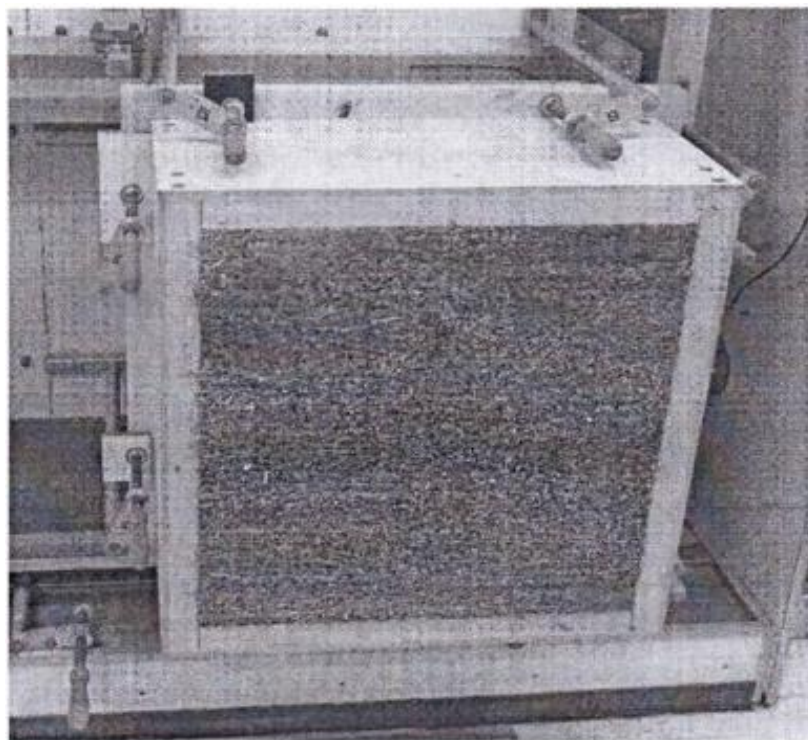
Šiaudų blokai prieš bandymą buvo išlaikyti 3 paras $17^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$ temperatūros ir 45% – 55% santykinio oro drėgnio aplinkoje.



20 pav. Bandinio vaizdas

Šaltinis: UAB „Ecococon“

Šiaudų blokų fragmentai buvo montuojami į oro pralaidumo nustatymo įrenginio angą. Į įrenginio kamerą buvo tiekiamas oras, kol kameros viduje ir išorėje susidaro 10 Pa, 25 Pa, 50 Pa, 75 Pa ir 100 Pa slėgių skirtumas. Nusistovėjus kiekvienam slėgių skirtumui ΔP , išmatuojamas pro bandinius prasiskverbiantis oro srautas, V_{0t} , m^3/h . Oro srautą padalinus iš bandinio ploto, gaunamos $1 m^2$ ploto blokų mūro oro pralaidumo V_A , $m^3/h \cdot m^2$ vertės.



21 pav. Presuotų šiaudų blokas įmontuotas bandymo stende

Šaltinis: UAB „Ecococon“

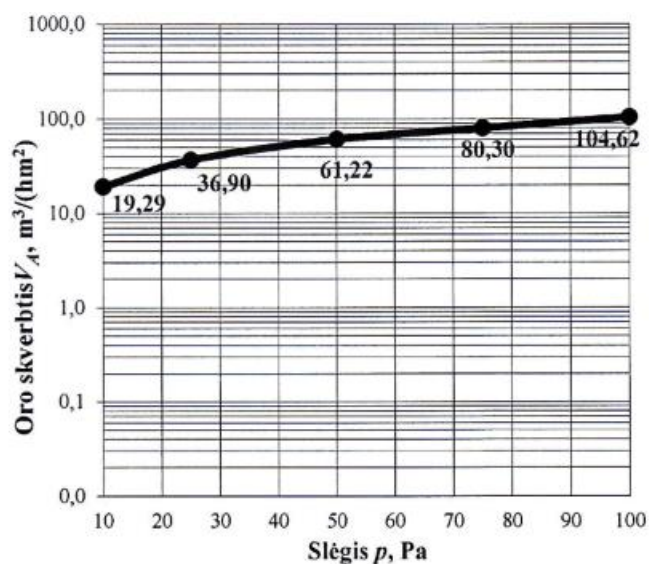
Tyrimo rezultatai:

Bandymo sąlygos: oro temperatūra $t = 18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, santykinis oro drėgnis $\phi = 49,0\%$, atmosferinis slėgis $98,64\text{ kPa}$. Visuminis šiaudų užpildo plotas $A = H \times B = 0,47\text{ m}^2$. Šiaudų blokų oro pralaidumo tyrimo rezultatai pateikiami 3 lentelėje ir 15-17 paveiksluose.

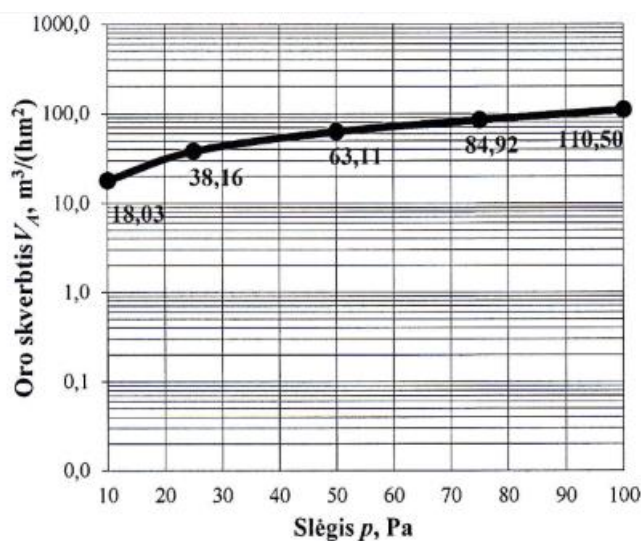
3 lentelė. Šiaudų blokų fragmentų oro pralaidumo vertės

ΔP , Pa	Nr.1		Nr.2		Nr.3	
	V_{0b} , m^3/h	V_{0b} , $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	V_{0b} , $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	V_{A} , $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	V_{0b} , m^3/h	V_{A} , $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$
10	9,10	19,29	8,50	18,03	8,8	18,66
25	17,30	36,90	17,90	38,16	17,50	37,32
50	28,70	61,22	29,60	63,11	29,30	62,48
75	37,70	80,30	39,80	84,92	29,30	62,48
100	49,10	104,62	51,80	110,50	49,40	105,25

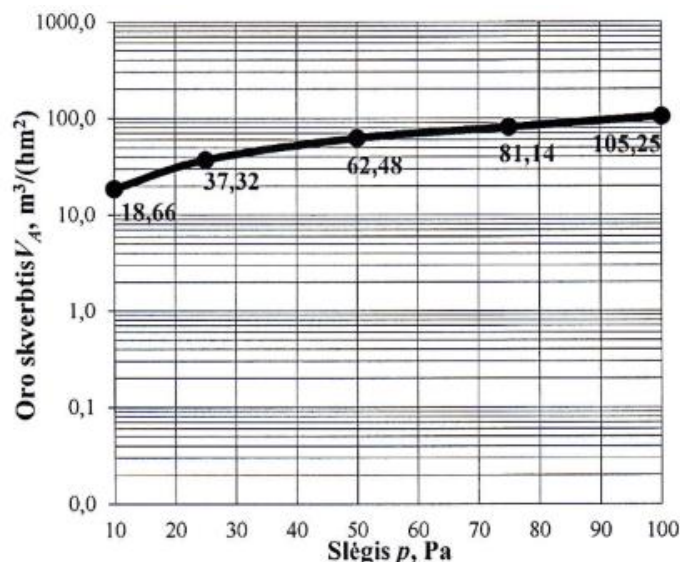
Šaltinis: UAB „Ecococon“



22 pav. Šiaudų bloko Nr.1 oro pralaidumo priklausomybė nuo slėgių skirtumo



23 pav. Šiaudų blokų Nr. 2 oro pralaidumo priklausomybė nuo slėgių skirtumo



24 pav. Šiaudų blokų Nr. 3 oro pralaidumo priklausomybė nuo slėgių skirtumo

Šaltinis: UAB „Ecococon“

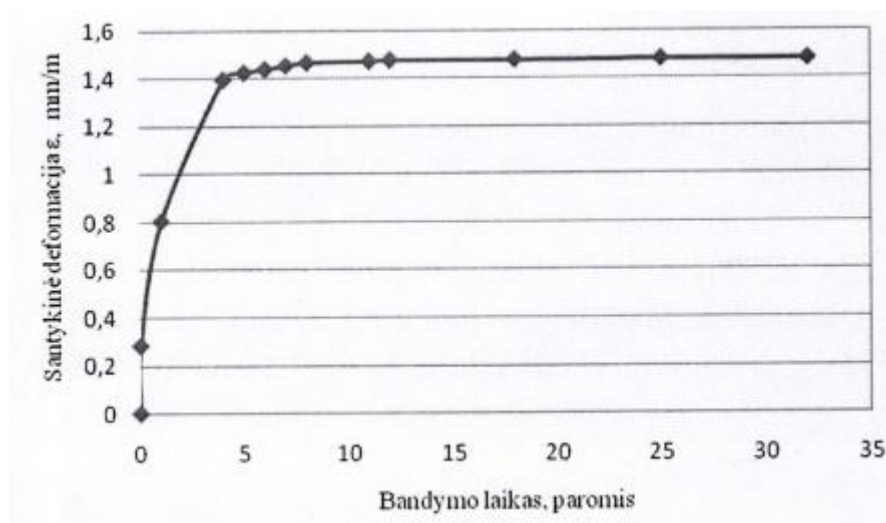
Atlikus bandimus nustatyta, kad šiaudų blokai yra laidūs orui konstrukcija. Šiaudų blokų oro pralaidumo sumažinimas visinius ir išorinius blokų paviršius padengiant orui mažai laidžiomis medžiagomis.

3.7. Tankio nustatymas

Medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu, užtinkuota iš vienos pusės 30 mm storio molio sluoksniu. Iš kitos pusės uždengti 60 mm storio medžio plaušo plokštė. Nustatys šiaudų blokų tankis, $\rho = 103,1 \text{ kg/m}^3$.

3.8. Skiedinio traukimosi deformacija

Bandymo metodas, skiedinio traukimosi – plėtimosi deformacijų nustatymas. Bandinys atliekamas molio miltelių, žvyras 0 – 2 frakcija ir armavimosi medžiaga. Bandymo sąlygos: temperatūra $18 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, santykinis drėgnumas $65 \pm 10 \text{ } \%$.



25 pav. Skiedinio traukimosi deformacijų diagrama

4 lentelė. Lygiagrečiai nustatytos skiedinio savybės

Rodiklio pavadinimas ir dimensija	Bandymo metodo žymuo	Pastaba
Tankis ρ , kg/m ³	LST 1413.5:1995 (NAT8RALIOMIS S1LYGOMIS)	1800
Stipris gniuždant f , N/mm ² (Pa)	LST 1413.6:1995	1,7

IV. TIRIAMOJI DALIS

4.1. Pastato esamos būklės analizė

Renovuojamo (modernizuojamo) statinio duomenys:

Objektas: Daugiabutis gyvenamasis namas;

Statybos rūšis: Renovavimas (modernizavimas);



26 pav. Daugiabutis gyvenamasis namas

Tipinio daugiabučio gyvenamojo namo siūlomas pastato renovacijos (modernizacijos) sprendimas. Siūloma įdiegti maksimalią ekonominę ir techninę naudą užtikrinančias priemones,

remiantis Lietuvoje galiojančiais Statybos techniniais reglamentais ir normomis.

Pastato esamos būklės analizė. Įvertinus gyvenamojo namo fizinę būklę nustatyta, kad atitvarinių konstrukcijų esami šilumos perdavimo koeficientas sienos $U = 0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$, netenkina STR 2.01.02:2016 reikalavimų. Daugiabučio gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas pateiktas 5 lentelėje. Pagrindiniai daugiabučio gyvenamojo namo rodikliai pateikti 6 lentelėje.

5 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas prieš renovaciją (modernizaciją)

Eil. Nr.	Apibūdinimas	Rodikliai
1.	Namo konstrukcija (sienų apdaila)	Plytų/Plytų
2.	Aukštų skaičius	4
3.	Statybos metai	Apie 1960 – 1967
4.	Pastato energinio naudingumo klasė prie renovacija (modernizacija)	D klasės
5.	Užstatytas plotas, m^2	645

6 lentelė. Pagrindiniai daugiabučio gyvenamojo namo rodikliai

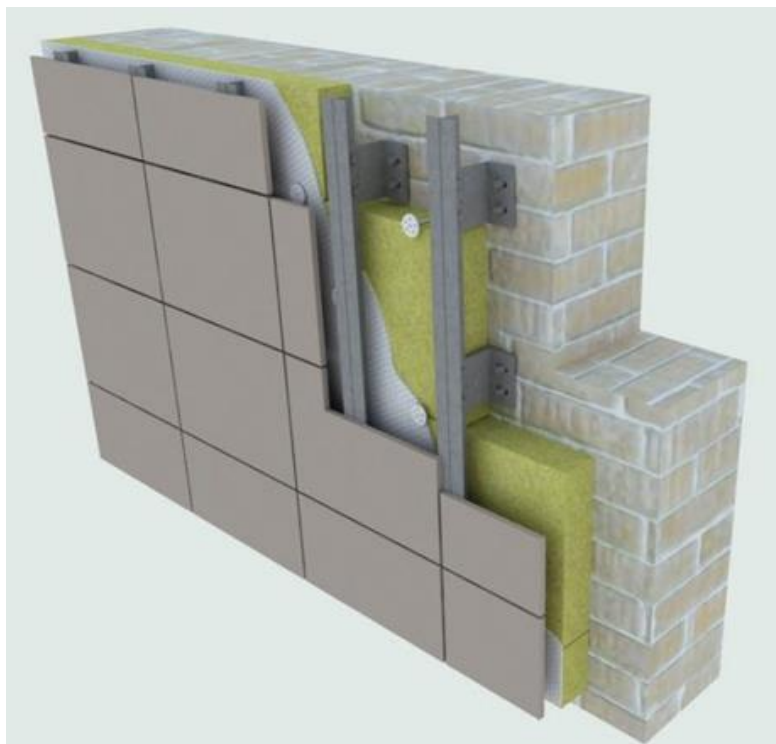
Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis vnt.	Pastabos
1.	Bendrieji rodikliai			
1.1.	Butų skaičius	vnt.	48	
1.2.	Namo negyvenamosios paskirties patalpų skaičius	vnt.	0	
1.3.	Namo negyvenamosios paskirties patalpų bendrasis (naudingas) plotas	m^2	0,00	
2.	Sienos (plytos)			
2.1.	Fasadinių sienų plotas (atmetus langų ir kt. angų plotą.)	m^2	1465,36	I sienų plotą įtrauktas langų ir lauko durų angokražių plotas 156 m^2
2.2.	Fasadinių sienų šilumos perdavimo koeficientas	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,27	STR2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“
2.3.	Cokolio plotas	m^2	145	Cokolį sudaro: požeminės ir antžeminės dalies plotas
2.4.	Cokolio šilumos perdavimo koeficientas	$\text{W/m}^2\text{K}$	1,27	STR2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“

Renovuojamo (modernizuojamo) pastato fasadų apdailos medžiaga buvo pasirinkta bendrovės Eternit fasadinėmis plokštės ir bendrovės Ecococon šiaudų skydų su molio tinko apdaila.

4.2. Vėdinamo fasado šiluminės varžos skaičiavimas

Renovuojamos (modernizuojamos) pastato sienos, šiluminiu – fizikiniu požiūriu geriausias sprendimas yra jas apšiltinti iš išorės. Priklausomai nuo naudojamos apdailos:

1. Ventiliuojamas fasadas su apdaila iš surekmanų lakštinių medžiagų ar elementų.



27 pav. Vėdinamo fasado šiltinimo sprendimas

1 variantas:

Renovuojamos sienos apdaila (vėdinama konstrukcija):

1. Esama siena:
510 mm silikatinių plytų mūras, 20 mm vidaus kalkių – smėlio tinkas.
2. Papildoma apšiltinimo konstrukcija:
PAROC WAS 35 – 30 mm;
PAROC eXtra – 200 mm;
PAROC eXtra – 50 mm.

Projektinės šilumos laidumo koeficiento vertės STR 2.01.02:2016: mūras, silikatinių plytų – $\lambda_{ds} = 0,92 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$; tinkas (kalkių – smėlio) – $\lambda_{ds} = 0,8 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$.

Deklaruojamos šilumos laidumo koeficiento λ_D vertė:

PAROC eXtra	$\lambda_D = 0,036 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$;
PAROC WAS 35	$\lambda_D = 0,033 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomos medžiagos įdrėkinti konstrukcijoje $\Delta\lambda_w, W/(m \cdot K)$, pagal (STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė) vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,001 W/(m \cdot K)$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$, pagal (STR 2.01.02:2016 3.4 lentelė), kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, m^3/(m \cdot s \cdot Pa)$, termoizoliaciniai gaminiai užpildo visą erdvę ir yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 5 lentelėje pateiktus reikalavimus.

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$\Delta\lambda_w = 0,001$; STR 2.01.02:2016 2 lentelė, vėdinama atitvara;

$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv}; K_{cv} = 0$ STR 2.01.02:2016 5 lentelė;

PAROC eXtra $\lambda_{ds} = 0,036 + 0,001 + 0,036 \cdot 0 = 0,037 W/(m \cdot K)$

PAROC WAS 35 $\lambda_{ds} = 0,033 + 0,001 + 0,034 \cdot 0 = 0,034 W/(m \cdot K)$

Kai termoizoliacinės medžiagos montuojamos tarp medinio ar metalinio karkaso elementų (termiškai nevienalytis sluoksnis), projektinės λ'_{ds} vertės apskaičiuojamos atsižvelgiant į karkaso medžiagą (medis ar plienas), tipą (plieniniai „termo“ ar paprasti), storį ir žingsnį tarp profilių. Neįvertinus karkaso/šiluminių tiltelių įtakos, atitvaras šiluminė varža yra 10 – 40 %, kartais ir daugiau bus „geresnė“ už tikrąją (žiūr. Palyginimus lentelėse L1, L3, L5). Supaprastinti skaičiavimai gali būti atliekami pagal STR 2.01.02:2016. Aplinkos ministerijos rekomendacijose R 40–02 ar termoprofilų gamintojų pateikiamas nevienalyčių sluoksnių varžų (šilumos laidumo koeficientų) vertės. Pavyzdyje PAROC eXtra izoliacijos storis 200 mm, $\lambda'_{ds} = 0,037 W/(m \cdot K)$. Vėdinamų sienų konstrukcijoms sienos vidinio paviršiaus šiluminė varža lygi sienos išorinei šiluminei varžai (STR 2.01.02:2016 2.3 lentelė šilumos srauto kryptis horizontali):

$$R_{si} = R_{se} = 0,13 m^2 \cdot K/W.$$

Sienos suminė šiluminė varža R_s lygi atskirų sluoksnių šiluminių varžų sumai:

$$R_s = \frac{0,510}{0,92} + \frac{0,030}{0,033} + \frac{0,200}{0,036} + \frac{0,050}{0,036} + \frac{0,010}{0,8} = 8,420 m^2 \cdot K/W$$

Sienos visuminė šiluminė varža R_t :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,130 + 8,420 + 0,130 = 8,680 m^2 \cdot K/W$$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas U apskaičiuojamas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{8,680} = 0,115 W/(m^2 \cdot K)$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 8,680 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,115 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

7 lentelė. Skaičiavimo duomenys ir rezultatai

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas λ_D W/mK	Pataisos koeficientas		Projekt. šil. laid. koef. W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$
			AV, W/mK	AX _{CV} , W/mK		
Lakštinė fasado apdaila		Vėdinamai sienai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo, šiluminės varžos nevertinamos (STR 2.01.02:2016)				0
Vėdinamas oro tarpas	20					0
PAROC eXtra	200	0,036	0,001	0	0,037	5,555
PAROC eXtra	50	0,036	0,001	0	0,037	1,388
PAROC WAS35	30	0,033	0,001	0	0,034	0,909
Silikatinės plytos	510	STR 2.01.02:2016			0,92	0,554
Išorinė apdaila	10				0,8	0,013
Sienos vidinio pav. Šiluminė varža R_{si}	Sienos su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.01.02:2016)					0,130
Sienos išorinio pav. Šiluminė varža R_{se}						0,130
Sienos visuminė šiluminė varža R_s (įvertinant metalinį karkasą iš termoprofilų), $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$						8,420
Sienos šilumos perdavimo koeficientas U (įvertinant metalinį karkasais termoprofilų), $\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$						0,115
Sienos visuminė šiluminė varža R_t (nevertinant metalinio karkaso termoprofilų 0,40) $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$						8,680

Išvada: gautos šilumos perdavimo koeficientas yra mažesnis už norminę vertę energinio naudingumo pastatams A klasės $U_N = 0,12$. Sąlyga $U \leq U_N$ tenkinama.

2 variantas:

Renovuojamos sienos apdaila (vėdinama konstrukcija):

3. Esama siena:

silikatinų plytų mūras – 510 mm;

vidaus kalkių – smėlio tinkas – 20 mm.

4. Papildoma apšiltinimo konstrukcija:

PAROC WAS 35 – 30 mm;

PAROC eXtra – 200 mm;

Projektinės šilumos laidumo koeficiento vertės STR 2.01.02:2016: mūras, silikatinų plytų – $\lambda_{ds} = 0,92 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$; tinkas (kalkių – smėlio) – $\lambda_{ds} = 0,8 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Deklaruojamos šilumos laidumo koeficiento λ_D vertė:

PAROC eXtra $\lambda_D = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;

PAROC WAS 35 $\lambda_D = 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomos medžiagos įdrėkinį konstrukcijoje $\Delta\lambda_w, W/(m \cdot K)$, pagal (STR 2.01.02:2016 3.1 lentelę) vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,001 W/(m \cdot K)$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$, pagal (STR 2.01.02:2016 3.4 lentelę), kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, m^3/(m \cdot s \cdot Pa)$, termoizoliaciniai gaminiai užpildo visą erdvę ir yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 5 lentelėje pateiktus reikalavimus.

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$\Delta\lambda_w = 0,001;$ STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė, vėdinama atitvara;

$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv}; K_{cv} = 0$ STR 2.01.02:2016 5 lentelė;

PAROC eXtra $\lambda_{ds} = 0,036 + 0,001 + 0,036 \cdot 0 = 0,037 W/(m \cdot K)$

PAROC WAS 35 $\lambda_{ds} = 0,033 + 0,001 + 0,034 \cdot 0 = 0,034 W/(m \cdot K)$

Kai termoizoliacinės medžiagos montuojamos tarp medinio ar metalinio karkaso elementų (termiškai nevienalytis sluoksnis), projektinės λ'_{ds} vertės apskaičiuojamos atsižvelgiant į karkaso medžiagą (medis ar plienas), tipą (plieniniai „termo“ ar paprasti), storį ir žingsnį tarp profilių. Neįvertinus karkaso/šiluminių tiltelių įtakos, atitvaras šiluminė varža yra 10 – 40 %, kartais ir daugiau bus „geresnė“ už tikrąją (žiūr. Palyginimus lentelėse L1, L3, L5). Supaprastinti skaičiavimai gali būti atliekami pagal STR 2.01.02:2016. Aplinkos ministerijos rekomendacijose R 40–02 ar termoprofilų gamintojų pateikiamas nevienalyčių sluoksnių varžų (šilumos laidumo koeficientų) vertės. Pavyzdyje PAROC eXtra izoliacijos storis 200 mm, $\lambda'_{ds} = 0,037 W/(m \cdot K)$. Vėdinamų sienų konstrukcijoms sienos vidinio paviršiaus šiluminė varža lygi sienos išorinei šiluminei varžai (STR 2.01.02:2016 2.1 lentelė šilumos srauto kryptis horizontali):

$$R_{si} = R_{se} = 0,13 m^2 \cdot K/W.$$

Sienos suminė šiluminė varža R_s lygi atskirų sluoksnių šiluminių varžų sumai:

$$R_s = \frac{0,510}{0,92} + \frac{0,030}{0,033} + \frac{0,050}{0,036} + \frac{0,010}{0,8} = 7,031;$$

Sienos visuminė šiluminė varža R_t :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,130 + 7,031 + 0,130 = 7,291 m^2 \cdot K/W$$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas U apskaičiuojamas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{7,031} = 0,130 W/(m^2 \cdot K)$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 7,291 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,130 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

8 lentelė. Skaičiavimo duomenys ir rezultatai

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas λ_D W/mK	Pataisos koeficientas		Projekt. šil. laid. koef. W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos $m^2 \cdot K/W$
			AV, W/mK	AX _{CV} , W/mK		
Lakštinė fasado apdaila		Vėdinamai sienai oro tarpo ir sluoksnių, esančių į išorinę pusę nuo oro tarpo, šiluminės varžos nevertinamos (STR 2.01.029:2016)				0
Vėdinamas oro tarpas	20					0
PAROC eXtra	200	0,036	0,001	0	0,037	5,555
PAROC WAS35	30	0,033	0,001	0	0,034	0,909
Silikatinės plytos	510	STR 2.01.09:2012			0,92	0,554
Išorinė apdaila	10				0,8	0,013
Sienos vidinio pav. Šiluminė varža R_{si}	Sienos su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.01.02:2016)					0,130
Sienos išorinio pav. Šiluminė varža R_{se}						0,130
Sienos visuminė šiluminė varža R_s (įvertinant metalinį karkasą iš termoprofilų), $m^2 \cdot K/W$						7,031
Sienos šilumos perdavimo koeficientas U (įvertinant metalinį karkasais termoprofilų), $W/(m^2 \cdot K)$						0,137
Sienos visuminė šiluminė varža R_t (nevertinant metalinio karkaso termoprofilų 0,40) $m^2 \cdot K/W$						7,291

Išvada: gautos šilumos perdavimo koeficientas yra mažesnis už norminę vertę energinio naudingumo pastatams **B klasės** $U_N = 0,20$. Sąlyga $U \leq U_N$ tenkinama.

Apskaičiavus dviejų variantų ventiliuojamo fasado su apdaila iš surenkamų lakštinių medžiagų, daugiabučio gyvenamojo namo sienos renovacijai (modernizacijai) pasirinktas pirmasis variantas. Apskaičiavus šilumos perdavimo koeficientus pirmojo varianto koeficientas yra geresnis už antrojo varianto.

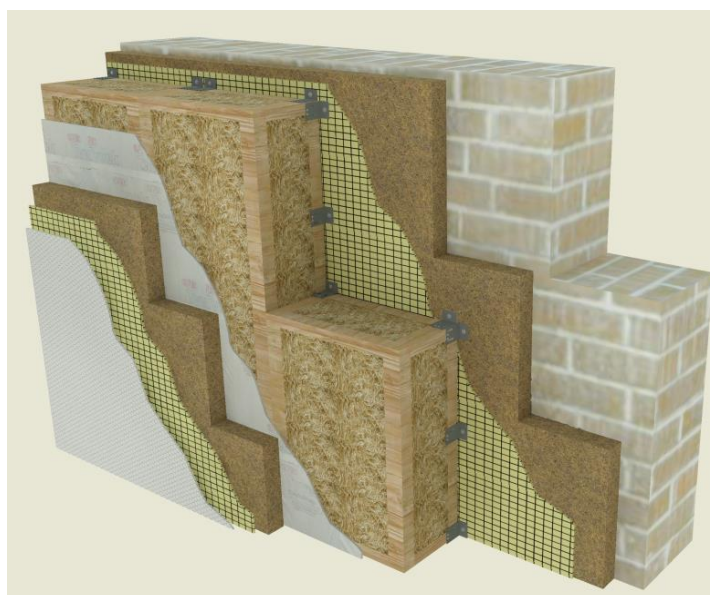
9 lentelė. Gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas po renovacijos (modernizacijos)

Eil. Nr.	Apibūdinimas	Rodikliai	
		1 variantas	2 variantas
1.	Namo konstrukcija (sienų apdaila)	Plytų/Plytų	Plytų/Plytų
2.	Aukštų skaičius	4	4
3.	Modernizacijos statybos metai	2017	2017
4.	Pastato energinio naudingumo klasė prie renovacija (modernizacija)	A klasės	B klasės
5.	Užstatytas plotas, m^2	645	645

4.3. Medinės rėminės išorės skydo su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu ir molio apdaila šiluminės varžos skaičiavimas

Renovuojamos (modernizuojamos) pastato sienos, šiluminiu – fizikiniu požiūriu ekologiškas geriausias sprendimas yra sienas apšiltinti iš išorės. Priklausomai nuo naudojamos apdailos:

1. Medinės rėminės išorės skydo su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu ir molio apdaila;
2. Medinės rėminės išorės skydo su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu ir mineraliniu tinku.



28 pav. Šiaudų blokų šiltinimo sprendimas

3 variantas:

Renovuojamos sienos apdaila (šiaudų blokas):

1. Esama siena:
510 mm silikatinių plytų mūras, 20 mm vidaus kalkių – smėlio tinkas.
2. Papildoma apšiltinimo konstrukcija:
Izoliacinė medžiaga šiaudai, 230 mm storio, žingsnis 800 mm.

Deklaruojamos šilumos laidumo koeficiento λ_D vertė:

Šiaudai $\lambda_D = 0,060 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomos medžiagos įdrėkinti konstrukcijoje $\Delta\lambda_w, \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, pagal (STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė) vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,001 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ pagal (STR 2.01.02:2016 3.4 lentelė), kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio

medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190$, $m^3/(m \cdot s \cdot Pa)$, termoizoliaciniai gaminiai užpildo visą erdvę ir yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 5 lentelėje pateiktus reikalavimus.

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_w = 0,001;$$

STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė, vėdinama atitvara;

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv}; K_{cv} = 0$$

STR 2.01.02:2016 5 lentelė;

Šiaudai

$$\lambda_{ds} = 0,060 + 0,001 + 0,060 \cdot 0 = 0,061 W/(m \cdot K)$$

Sienos suminė šiluminė varža R_s lygi atskirų sluoksnių šiluminių varžų sumai:

$$R_s = \frac{0,060}{0,047} + \frac{0,230}{0,060} + \frac{0,040}{0,048} + \frac{0,510}{0,800} + \frac{0,030}{0,521} = 6,639 m^2 \cdot K/W$$

Sienos visuminė šiluminė varža R_t :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,130 + 6,639 + 0,130 = 6,899 m^2 \cdot K/W$$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas U apskaičiuojamas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{6,899} = 0,145 W/(m^2 \cdot K)$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 6,899 m^2 \cdot K/W$, šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,145 W/(m^2 \cdot K)$.

10 lentelė. Skaičiavimo duomenys ir rezultatai

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas λ_D W/mK	Pataisos koeficientas		Projekt. Šil. Laid. Koef. W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos $m^2 \cdot K/W$
			AV, W/mK	AX _{CV} , W/mK		
Medienos plaušų plokštė	60	0,047	0,001	0	0,18	1,277
Šiaudų sluoksnis	230	0,060	0,001	0	0,090	3,833
Medienos plaušų plokštė	40	0,048	0,001	0	0,18	0,833
Silikatinės plytos	510	STR 2.01.02:2016			0,8	0,638
Išorinė apdaila (molio tinkas)	30				0,521	0,058
Sienos vidinio pav. Šiluminė varža R_{si}	Sienos su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.01.02:2016)					0,130
Sienos išorinio pav. Šiluminė varža R_{se}						0,130
Sienos visuminė šiluminė varža R_s (įvertinant metalinį karkasą iš termoprofilų), $m^2 \cdot K/W$						6,639
Sienos šilumos perdavimo koeficientas U (įvertinant metalinį karkasais termoprofilų), $W/(m^2 \cdot K)$						0,145

Sienos visuminė šiluminė varža R_t (nevertinant metalinio karkaso termoprofilų 0,40) $m^2 \cdot K/W$	6,899
--	-------

Išvada: gautos šilumos perdavimo koeficientas yra mažesnis už norminę vertę energinio naudingumo pastatams **B klasės** $U_N = 0,20$. Sąlyga $U \leq U_N$ tenkinama.

4 variantas:

Renovuojamos sienos apdaila (šiaudų blokas):

3. Esama siena:

510 mm silikatinų plytų mūras, 20 mm vidaus kalkių – smėlio tinkas.

4. Papildoma apšiltinimo konstrukcija:

Izoliacinė medžiaga šiaudai, 400 mm storio, žingsnis 800 mm.

Deklaruojamos šilumos laidumo koeficiento λ_D vertė:

Šiaudai $\lambda_D = 0,060 W/(m \cdot K)$

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomos medžiagos įdrėkinių konstrukcijoje $\Delta\lambda_w, W/(m \cdot K)$, pagal (STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė) vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,001 W/(m \cdot K)$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ pagal (STR 2.01.02:2016 3.4 lentelė), kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, m^3/(m \cdot s \cdot Pa)$, termoizoliaciniai gaminiai užpildo visą erdvę ir yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 5 lentelėje pateiktus reikalavimus.

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$\Delta\lambda_w = 0,001;$ STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė, vėdinama atitvara;

$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv}; K_{cv} = 0$ STR 2.01.02:2016 5 lentelė;

Šiaudai $\lambda_{ds} = 0,060 + 0,001 + 0,060 \cdot 0 = 0,061 W/(m \cdot K)$

Sienos suminė šiluminė varža R_s lygi atskirų sluoksnių šiluminių varžų sumai:

$$R_s = \frac{0,060}{0,047} + \frac{0,400}{0,060} + \frac{0,040}{0,048} + \frac{0,510}{0,800} + \frac{0,030}{0,521} = 9,472 m^2 \cdot K/W$$

Sienos visuminė šiluminė varža R_t :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,130 + 9,472 + 0,130 = 9,732 m^2 \cdot K/W$$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas U apskaičiuojamas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{9,732} = 0,103 W/(m^2 \cdot K)$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t=9,732 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U=0,103 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

11 lentelė. Skaičiavimo duomenys ir rezultatai

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas λ_D W/mK	Pataisos koeficientas		Projekt. Šil. Laid. Koef. W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
			AV, W/mK	AX _{CV} , W/mK		
Medienos plaušų plokštė	60	0,047	0,001	0	0,18	1,277
Šiaudų sluoksnis	400	0,060	0,001	0	0,090	6,666
Medienos plaušų plokštė	40	0,048	0,001	0	0,18	0,833
Silikatinės plytos	510	STR 2.01.02:2016			0,8	0,638
Išorinė apdaila (molio tinkas)	30				0,521	0,058
Sienos vidinio pav. Šiluminė varža R_{si}	Sienos su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.01.02:2016)					0,130
Sienos išorinio pav. Šiluminė varža R_{se}						0,130
Sienos visuminė šiluminė varža R_s (įvertinant metalinį karkasą iš termoprofilų), $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$						9,472
Sienos šilumos perdavimo koeficientas U (įvertinant metalinį karkasais termoprofilų), $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$						0,103
Sienos visuminė šiluminė varža R_t (nevertinant metalinio karkaso termoprofilų 0,40) $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$						9,732

Išvada: gautos šilumos perdavimo koeficientas yra mažesnis už norminę vertę energinio naudingumo pastatams **A+ klasės** $U_N = 0,11$. Sąlyga $U \leq U_N$ tenkinama.

Apskaičiavus dviejų variantų šiaudų skydų termoizoliacinės medžiagos, daugiabučio gyvenamojo namo sienos renovacijai (modernizacijai) pasirinktas ketvirtasis variantas. Apskaičiavus šilumos perdavimo koeficientus ketvirtojo varianto koeficientas yra geresnis už trečiojo varianto.

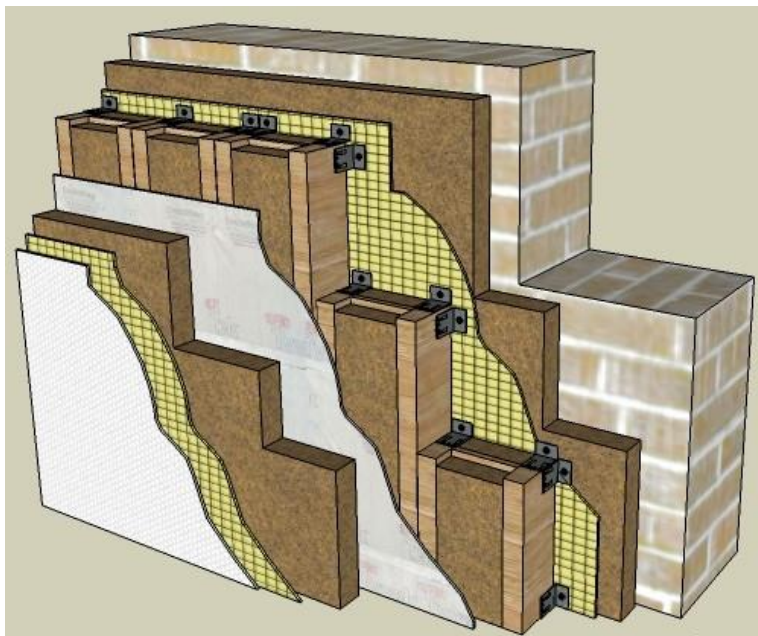
12 lentelė. Gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas po renovacijos (modernizacijos)

Eil . Nr.	Apibūdinimas	Rodikliai	
		3variantas	4 vaiantas
1.	Namo konstrukcija (sienų apdaila)	Plytų/Plytų	Plytų/Plytų
2.	Aukštų skaičius	4	4
3.	Modernizacijos statybos metai	2017	2017
4.	Pastato energinio naudingumo klasė prie renovacija (modernizacija)	B klasės	A+ klasė
5.	Užstatytas plotas, m^2	665	665

4.4. Dvitėjos sijos su termoizoliaciniu medžio plaušo plokštės sluoksniu ir molio apdaila šiluminės varžos skaičiavimas

5 variantas:

Renovuojamos sienos apdaila (dvitėja sija):



29 pav. Dvitėjos sijos šiltinimo sprendimas

1. Esama siena:
510 mm silikatinių plytų mūras, 20 mm vidaus kalkių – smėlio tinkas.
2. Papildoma apšiltinimo konstrukcija:
Izoliacinė medžiaga šiaudai, 200 mm storio, žingsnis 800 mm.

Deklaruojamos šilumos laidumo koeficiento λ_D vertė:

Šiaudai $\lambda_D = 0,060 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomos medžiagos įdrėkinių konstrukcijoje $\Delta\lambda_w, \text{W/(m} \cdot \text{K)}$, pagal (STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė) vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_w = 0,001 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ pagal (STR 2.01.02:2016 3.4 lentelė), kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, \text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliaciniai gaminiai užpildo visą erdvę ir yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 5 lentelėje pateiktus reikalavimus.

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$\Delta\lambda_w = 0,001;$

STR 2.01.02:2016 3.1 lentelė, vėdinama atitvara;

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv}; K_{cv} = 0$$

STR 2.01.02:2016 5 lentelė;

Šiaudai

$$\lambda_{ds} = 0,060 + 0,001 + 0,060 \cdot 0 = 0,061 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Sienos suminė šiluminė varža R_s lygi atskirų sluoksnių šiluminių varžų sumai:

$$R_s = \frac{0,060}{0,047} + \frac{0,200}{0,060} + \frac{0,040}{0,048} + \frac{0,510}{0,800} + \frac{0,030}{0,521} = 6,139 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Sienos visuminė šiluminė varža R_t :

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,130 + 6,139 + 0,130 = 6,399 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

Sienos šilumos perdavimo koeficientas U apskaičiuojamas:

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{6,399} = 0,156 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 6,399 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, šilumos perdavimo koeficientas $U=0,156 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

13 lentelė. Skaičiavimo duomenys ir rezultatai

Struktūra/sluoksniai	Storis, mm	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas λ_D W/mK	Pataisos koeficientas		Projekt. Šil. Laid. Koef. W/mK	Sluoksnių šiluminės varžos $m^2 \cdot K/W$
			AV, W/mK	AX _{CV} , W/mK		
Medžio plauso plokštė	60	0,047	0,001	0	0,180	1,277
Dvitėja sija	200	0,060	0,001	0	0,090	3,333
Medžio plaušo pluokštė	40	0,048	0,001	0	0,180	0,833
Silikatinės plytos	510	STR 2.01.02:2016			0,800	0,638
Išorinė apdaila (molio tinkas)	30				0,521	0,058
Sienos vidinio pav. Šiluminė varža R_{si}	Sienos su vėdinamu oro tarpu $R_{si} = R_{se}$ (STR 2.01.02:2016)					0,130
Sienos išorinio pav. Šiluminė varža R_{se}						0,130
Sienos visuminė šiluminė varža R_s (įvertinant metalinį karkasą iš termoprofilų), $m^2 \cdot K/W$						6,139
Sienos šilumos perdavimo koeficientas U (įvertinant metalinį karkasais termoprofilų), $W/(m^2 \cdot K)$						0,156
Sienos visuminė šiluminė varža R_t (nevertinant metalinio karkaso termoprofilų 0,40) $m^2 \cdot K/W$						6,399

Išvada: gautos šilumos perdavimo koeficientas yra mažesnis už norminę vertę energinio naudingumo pastatams **B klasės** $U_N = 0,20$. Sąlyga $U \leq U_N$ tenkinama.

14 lentelė. Gyvenamojo namo apibendrintas apibūdinimas po renovacijos (modernizacijos)

Eil . Nr.	Apibūdinimas	Rodikliai
		5vaiantas
1.	Namo konstrukcija (sienų apdaila)	Plytų/Plytų
2.	Aukštų skaičius	4
3.	Modernizacijos statybos metai	2017
4.	Pastato energinio naudingumo klasė prie renovacija (modernizacija)	B klasė
5.	Užstatytas plotas, m^2	645

V. ŠIAUDŲ SKYDŲ KOMPIUTERINIS MODELIO PARINKIMAS

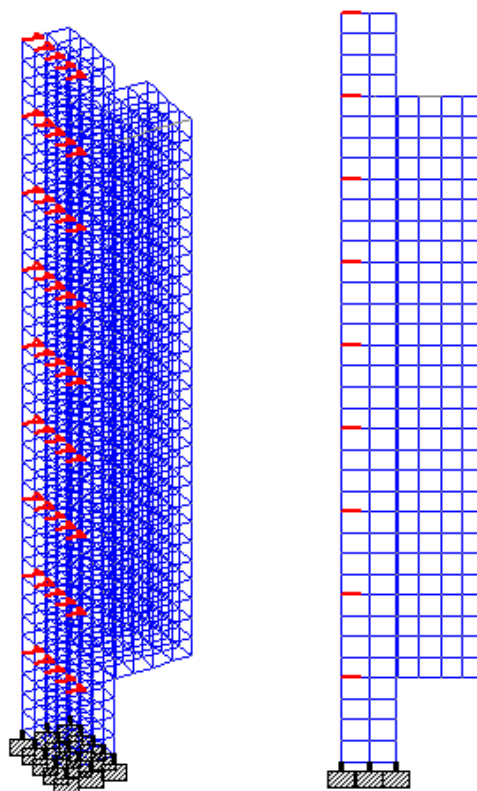
5.1. Kompiuterinis šiaudų skydų erdvinis skaičiavimo modelis

Kompiuterinio modeliavimo metodai plačiai naudojami įvairiuose moksliniuose tyrimuose. Šiuo atveju tiriamas ne pats objektas, bet jo modelis.

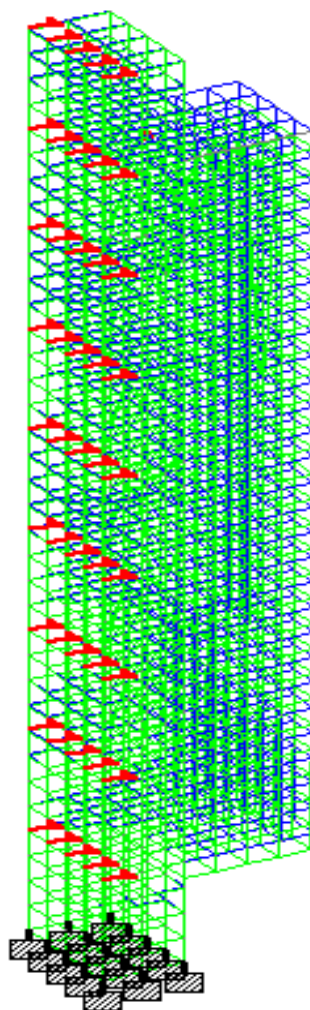
Kompiuterinio modeliavimo tikslas – sudaryti skaitinį modelį, artimą realiai konstrukcijai tam, kad modeliuojant būtų galima keisti modelio geometrinius parametrus.

Skačiavimo modelyje yra įvertintos apkrovos vėjo apkrova ir savąjį konstrukcijos svorį.

Medinio rėminio išorės skydo su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu konstrukcijų skaičiuojamasis modelis sukurtas kompiuterine programa Staad.Pro. Konstrukcija suskirstyta baigtiniai elementais. Kurių matmenys 0,100x0,100x0,100m ir 0,100x0,125x0,100. Baigtiniams elementams yra priskiriamos šiaudų savybės ir mūro savybės. Pagrindinės jų charakteristikos yra – šiaudų skydų savasis svoris ir šiaudų tamprumo modulis (E). Tūriniai elementai tarpusavyje jungiami standžiai. Medinio rėminio išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu montuojami prie daugiabučio gyvenamojo namo mūrinės sienos. Šiaudų skydus tvirtiname su metalinėmis smeigėmis. Šis pagrindas yra modeliuojamas iš baigtinių elementų 0,100x0,125x0,100. Priimamas 6 mm tarpas tarp šiaudų skydo ir mūro, dėl sienos nelygumų. 27 pav. pateiktas pirminis skaičiavimo modelis programoje Staad.Pro.



30 pav. Erdvinis šiaudų skydų skaičiavimo modelio schema

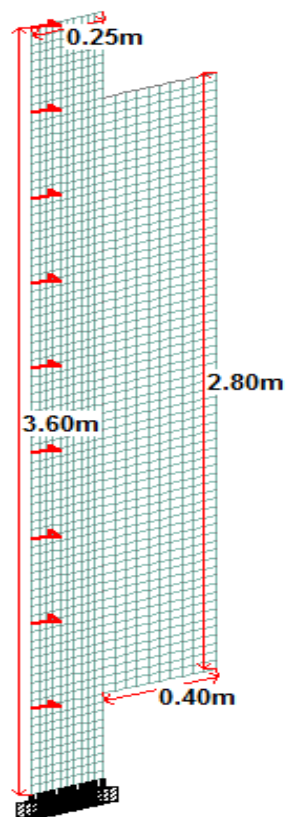


31 pav. Deformuota konstrukcijos schema

5.2. Kompiuterinis šiaudų skydų plokštuminės skaičiavimo modelis

Plokštuminio skaičiavimo modelyje taip pat yra įvertintos apkrovos vėjo apkrova ir savąjį konstrukcijos svorį.

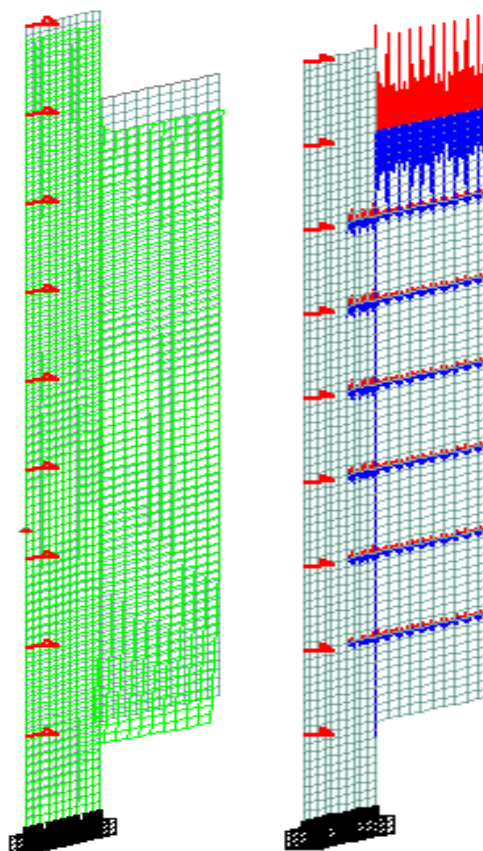
Medinio rėminio išorės skydo su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu konstrukcijų skaičiuojamasis modelis sukurtas kompiuterine programa Staad.Pro. Konstrukcija suskirstyta baigtiniais elementais, kurių matmenys 0,040x0,025 m ir 0,040x0,040 m. Baiginiams elementams yra priskiriamos šiaudų savybės ir mūro savybės. Pagrindinės jų charakteristikos yra – šiaudų skydų savasis svoris ir šiaudų tamprumo modulis (E). Plokštelės tarpusavyje jungiamos standžiai. Medinio rėminio išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu montuojami prie daugiabučio gyvenamojo namo mūrinės sienos. Priimamas 6 mm tarpas tarp šiaudų skydo ir mūro, dėl sienos nelygumų. 32 pav. pateiktas antras skaičiavimo modelis programoje Staad.Pro.



32 pav. Plokštuminis šiaudų skydų skaičiavimo modelio schema

a)

b)



33 pav. II skaičiavimo varianto deformuota schema (a) ir įtempimų schema (b)

5.3. Poslinkiai, įrašos ir įtempiai

Lentelėje pateikiami du skaičiavimo variantų horizontalūs poslinkiai, įrašos ir įtempio reikšmės, kas 0,40 m nuo sienutės apačios.

15 lentelė. Poslinkių, įrašų ir įtempimų reikšmės

Atstumas nuo konstrukcijos apačios, m	Varianto Nr. poslinkių reikšmės, mm		Varianto Nr. įrašos reikšmės, kN		Varianto Nr. įtempimų reikšmės, MPa	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,8	0,078	0,541	-11,494	-11,525	78,926	79,466
1,2	0,083	0,538	-10,728	-11,468	87,067	88,582
1,6	0,092	0,538	-10,539	-11,475	93,894	94,608
2,0	0,099	0,541	-10,742	-11,526	100,733	101,724
2,4	0,105	0,545	-11,408	-11,627	107,431	108,836
2,8	0,115	0,552	-12,533	-12,008	111,349	112,934
3,2	0,237	0,609	-12,556	16,605	131,350	132,996
3,6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

VI. EKONOMIŠKUMO APSKAIČIAVIMAS

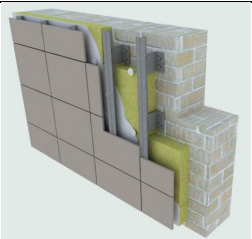
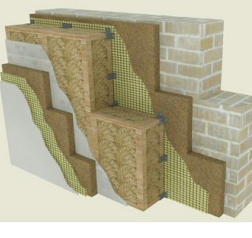
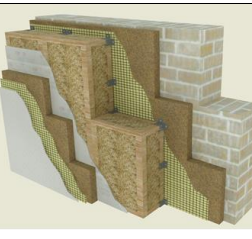
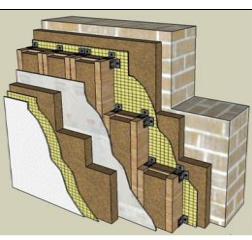
Daugiabučio gyvenamojo namo renovacijos (modernizacijos) skirtingų šiltinimo konstrukcijų sprendimams, apskaičiuojamas ekonomiškumas su sąmatos EXPERT V6 programa. Lokalinės sąmatos pateiktos 2 – 6 prieduose. Pirmojo varianto ventiliuojamo fasado sienos konstrukcijos su termoizoliacine medžiaga, kurios storis 280 mm ekonomiškumas 296381,85 €. Antrojo varianto ventiliuojamo fasado sienos konstrukcija su termoizoliacine medžiaga, kurios storis 230 mm ekonomiškumas 292617,36 €. Trečiojo varianto medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu ir molio tinku, kurio storis 230 mm ekonomiškumas 306507,94 €. Ketvirtąjo varianto medinis rėminis išorės skydas su termoizoliaciniu šiaudų sluoksniu ir molio tinku, kurio storis 400 mm ekonomiškumas 451460,91 €. Penktojo varianto dvitėjos sijos su termoizoliaciniu medžio plaušo plokštės sluoksniu ir molio tinku, kurio storis 200 mm ekonomiškumas 268223,13 €.

Apskaičiavus ekonomiškumą gauname, kad pigiausias variantas daugiabučio gyvenamojo namo renovacijos (modernizacijos) sprendimas yra penktasis variantas (dvitėjos sijos su termoizoliaciniu medžio plaušo plokštės sluoksniu), kuris skiriasi 40,59 % mažiau už ketvirtąjį variantą.

VII. REZULTATŲ SUGRETINIMAS

Išanalizavus penkis variantus daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijai (modernizacijai), nustatyta, kad geriausia alternatyva renovacijai (modernizacijai) – 5 variantas (dvitėjinė sija su medžio plaušo plokšte).

16 lentelė. Daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) rezultatai

	Variantas	Medžiagos storis, mm	Pamatas	Ekonomiškumas €	Energinio naudingumo klasė
	1	280	Nereikia	296381,85 €	A
	2	230	Nereikia	292617,36 €	B
	3	230	Nereikia	306507,94 €	B
	4	400	Reikia	451460,91 €	A+
	5	200	Nereikia	268223,13 €	B

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Apžvelgus literatūrą, prieita prie išvados, kad šiuo metu ekologiškų termoizoliacinių medžiagų samprata apima ne tik nekenksmingų žmogui ir aplinkai medžiagų naudojimą, bet ir ekologišką būsto vidinę ir išorinę aplinką. Atlikus teorinės literatūros analizę, nustatyta, kad Lietuvoje vyrauja tradicinių šiltinimo medžiagų naudojamas daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijai (modernizacijai) šiltinami mineraline vata ar polistireniniu putplasčiu. Europoje, o ypač Vakarų Europos šalyse, ekologiškų medžiagų naudojimas yra įprastas reiškinys. Kasmet šių medžiagų rinka plečiasi ir auga apie 10 %.
2. Išnagrinėjus ekologiškų ir neekologiškų termoizoliacinių medžiagų techninius rodiklius, nustatyta, kad geriausia ekologiškos termoizoliacinės medžiagos techniniai rodikliai yra šiaudų, o neekologiškos termoizoliacinės medžiagos geriausi techniniai rodikliai yra mineralinės akmens vatos.
3. Apskaičiavus skirtingų daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijos (modernizacijos) sienos šilumos perdavimo koeficientus, geriausia energetinio naudingumo klasė apskaičiuota medinio rėminio išorės skydo su termoizoliacine šiaudų sluoksniu ir molio tinko apdaila (400 mm) A+ klasė.
4. Apskaičiavus skirtingų termoizoliacinių medžiagų šiltinimo sienų ekonomiškumą, gauname, kad ekonomiškiausia būtų daugiabutį gyvenamąjį namą renovuoti (modernizuoti) dvitėjos sijos su termoizoliaciniu medžio plaušo plokštės sluoksniu sprendiniu, nes gauname 40,59 % pigiau už ketvirtąjį sprendinio variantą.
5. Tikrinant šiaudų skydų jungiančius elementus (gniuždymą ir tempimą) galima patikrinti ar konstrukcijos sudarantis skydo matmenys yra parinkti tinkamai, tai yra ar šiaudų skydų pločio ir aukščio santykis yra tinkamas, ar skydas nėra atsveriamas. Nustatyta, kad šiaudų skydų atsvertimo atveju, bloko pločio ir aukščio santykis neturėtų būti didesnis kaip $2,8 \times 0,8 \times 0,4$ m.
6. Aplinkai nekenksmingų termoizoliacinių medžiagų daugiabučių gyvenamųjų namų renovacijai (modernizacijai) pasirinkimo problemai spręsti siūloma naudoti ekologiškas termoizoliacines medžiagas.
7. Lietuvoje ekologiškų termoizoliacinių medžiagų, tokių kaip šiaudai, molis ir kt., panaudojimui labiausiai trukdo mažas valstybės indėlis, žmonių uždaramas informacijai, konservatyvus požiūris, specialistų trūkumas ir nusistovėję klaidingi mitai, todėl reikalinga teigiama valstybės ir visuomenės iniciatyva situacijai pakeisti.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1. After the review of the literature, the conclusion was made that currently, the concept of ecological thermal insulation materials includes not only the use of the human and environment friendly materials, but also the ecological interior and exterior environment of the residence. After the performance of the theoretical literature analysis, it was established that the use of traditional insulation materials is prevalent in the renovation (modernisation) of apartment buildings, they are insulated with mineral wool or polystyrene foam. In Europe, and especially in the countries of the Western Europe, the use of the ecological materials is an ordinary occurrence. Every year the market of these materials expands and grows about 10%.
2. Analysis of organic and non-organic thermal insulation materials, technical indicators showed that the best environmentally friendly thermal insulation material technical indicators are straw, and non-organic thermal insulation materials the best technical indicators are mineral wool.
3. After calculating the renovation (modernisation) wall coefficients of heat transmission of the different apartment blocks, it was established that the best energy efficiency class is the A+ class of the wooden frame exterior panel with the thermal insulation finish of a layer of straws and a clay plaster (400 mm).
4. After calculating the the economy of the wall insulation with the different thermal insulation materials, it is established that the most economic way would be to renovate the apartment block by using the solution of I-beam with the thermal insulation layer of the wooden fiber panel, because it is 40,59% cheaper than the fourth version of the solution.
5. Checking the straw panel connecting elements (compression and tension) can be verified or structures forming the panel dimensions are selected properly, it is a straw panel width to height ratio is appropriate that the panels are not outweighed. It was found that a weighing straw panels case block height ratio should not exceed 2,8 x 0,8 x 0,4 m.
6. Environmentally nekenksimingų thermal insulation materials, multi-family home renovation (modernization) selection problems are addressed by the use of environmentally friendly thermal insulation material.
7. The use of the ecological thermal insulation materials, such as straws, clay, etc., in Lithuania is mostly hindered by the small input of the state, people failure to accept the information, conservative point of view, lack of specialists and established erroneous myths, therefore, for the situation to change the positive initiative of the state and society is needed.

LITERATŪRA

- Alam I., Naseer A., Shah A. A. 2015. Economical stabilization of clay for earth buildings construction in rainy and flood prone areas. *Construction and Building Materials* Vol. 77. Pages 154–159.
- Balčiūnas G. 2014. VGTU kuriamos alternatyvios statybinės medžiagos iš kanapių. Prieiga per internetą: http://www.lrt.lt/naujienos/mokslas_ir_it/1/40987 [žiūrėta 2015-10-09].
- Balčiūnas G., Vėjelis S., Vaitkus S. 2011. Kompozicinių termoizoliacinių medžiagų iš vietinių atsinaujinančių išteklių šilumos laidumo tyrimai. *MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS (SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA)*. Pages 83 – 88.
- Byon C. 2015. Numerical study on the phase change heat transfer of LNG in glass wool based on the VOF method. *International Journal of Heat and Mass Transfer* 88. Pages 20 – 27.
- Bertašiūtė R., Andriušytė A. 2011. Molio statyba: tradicijos ir perspektyvos. *Kaimo raidos kryptys žinių visuomenėje*, 68-74 p.
- Būsto modernizavimo asociacija. 2014. Fasadų šiltinimas, *Renovacija.lt* Prieiga per internetą: <http://www.renovacija.lt/statybu-sprendimas/fasadu-siltinimas/>.
- Dämmplatten aus Flachs. 2009. Lignatec Zimmerei GmbH. Prieiga per internetą: <http://www.flachsdaemmung.de/default.htm> [žiūrėta 2015-10-10].
- Dämmstoff aus Schafschurwolle, 2015. Prieiga per internetą: <http://www.alchimea.de/index.php/schafwolle-daemmung/uebersicht-lana> [žiūrėta 2015-10-10].
- David Y.K. Toguyenia, Ousmane Coulibalya, Abdoulaye Ouedraogob, Jean Kouliadiatia, Yvan Dutilc, Daniel Roussec. 2012. Study of the influence of roof insulation involving local materials on cooling loads of houses built of clay and straw. *Energy and Buildings*. Pages 74–80.
- Ekologiškos medžiagos: brangios ir madingos. 2007. [žiūrėta 2016-11-20]. Prieiga per internetą: <http://lt.lt.allconstructions.com/portal/index/article/84>.
- Emiroğlu M., Yalama A., Erdoğan Y. 2015. Performance of ready-mixed clay plasters produced with different clay/sand ratios. *Applied Clay Science*. Pages 221–229.
- Europanel. 2014. Europietiškos daugiasluoksnės plokštės praktinis produktų ir priedų vadovas. Prieiga per internetą: http://www.kingsbud.pl/files/parsisiuntimui/products_guide_lt.pdf [žiūrėta 2015-10-14].
- Gailius A., Vėjelis, S. 2009. Termoizoliacinės medžiagos ir jų gaminiai. Vilnius: Technika, p. 247.

- Gailius A., Vėjelis S. 2012. Akustinės ir termoizoliacinės medžiagos. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 141 p. eISBN 978-609-457-395-8, doi:10.3846/1427-S.
- Ginevičius R., Podvezko V., Raslanas S. 2008. Evaluating the alternative solutions of wall insulation by multicriteria methods. *Journal of civil engineering and management* 14 (4): 217– 226.
- Gurskis V., Juodis J. 2014. Šiaudų ir kitų atsinaujinančių šiltinimo medžiagų naudojimas pastatų apšiltinimui. Švietėjiškas projektas „Aplinkai palankios statybos iš presuotų šiaudų populiarinimas mažinant įtaką klimato kaitai“ vyksta bendradarbiaujant nevyriausybinėms organizacijoms bei aplinkai palankios statybos entuziastams. Prieiga per internetą <http://www.siaudunamai.lt/lt/straipsniai> [žiūrėta 2015-10-12].
- Hanf – Baustoff der Zukunfit 2014. Prieiga per internetą: <http://www.bauladen-kirchheim.de/text/produkte.htm> [žiūrėta 2015-10-10].
- Heinonen J., Saynajoki A., Junnonen J.M., Poyry A., Junnila S. 2016. Pre-use phase LCA of a multi-story residential building: Can greenhouse gas emissions be used as a more general environmental performance indicator? *Building and Environment* (95):1. Pages 116-125.
- Joos L. 2004. *Energieeinsparung in Gebäuden*. Essen: Vulkan Verlag. p. 491.
- Jurkša A., Popovas V. 2002. Statybos konstrukcijų skaičiavimo programa STAAD.Pro. Vilnius: Technika.
- Kijevičius M., Valančius K. 2014. Pastato išorinių atitvarų apšiltinimo tikslingumas 2E rodiklių požiūriu. *MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS (SCIENCE – FUTURE OF LITHUANIA)*. Pages 407-413.
- Lietuvos statybų sektoriaus plėtros ir vystymo 2015 – 2020 metais gairės. Projektas. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija.
- LST EN 1990:2004 Eurokodas. Konstrukcijų projektavimo pagrindai.
- LST EN 1990-1-1:2004 Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. 1 – 1 dalis. Bendrieji poveikiai. Tankiai, savasis svoris, pastatų naudojimo apkrovos.
- LST EN 1995-1-1:2005 Eurokodas 5. Medinių konstrukcijų projektavimas. 1 – 1 dalis. Bendrosios nuostatos. Bendrosios ir pastatų taisyklės.
- LST EN 338:2004 Statybinė mediena. Stiprumo klasė.
- Marčiukaitis M., Erlickytė – Marčiukaitienė R., Tumosa A. 2009. Vėjo greičio kitimo dėsnų Lietuvos pajūrio regione tyrimas. Lietuvos mokslų akademijos leidykla. Energetika, Nr. 55, 27-34 p.

Sąmatos EXPERT V6 programa, sudaryta 2017. 03 kainų lygiu.

Sienų šiltinimas. Prieiga prie interneto: <http://www.meistras24.lt/patarimai/sienu-siltinimas/> [žiūrėta 2015-10-13].

Stazi F., Tittarelli T., Politi G., Di Perna C., Munafo P. 2014. Assessment of the actual hygrothermal performance of glass mineral wool insulation applied 25 years ago in masonry cavity walls. *Energy and Buildings* 68. Pages 292–304.

STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“.

STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“.

UAB „Ecococon“. Prieiga per internetą: <http://www.ecococon.lt/category/naujienos/> [žiūrėta 2017-03-15].

UAB „Gera vata“. Prieiga per internetą: <http://www.geravata.lt/siltinimas-ekovata.htm> [žiūrėta 2017-03-15].

Verikas V. 2010. Development of an intelligent system for rational variant of eco-friendly houses. Master Degree Studies Construction Management study programme Master's thesis. Vilnius. 72 p.

Vėjelis S., Vaitkus S. 2014. Termoizoliacinės medžiagos ir šiluminė varža. Prieiga prie interneto: <http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/83/1/0/1/article/16041/termoizoliacines-medziagos-ir-silumine-varza-1> [žiūrėta 2015-10-11].

Vrana T., Bjork F. 2009. Frost formation and condensation in stone-wool insulations. *Construction and Building Materials* (23):5. Pages 1775-1787.

Vrana T., Gudmundsson K. 2010. Comparison of fibrous insulations – Cellulose and stone wool in terms of moisture properties resulting from condensation and ice formation. *Construction and Building Materials* (24):7. Pages 1151-1157.

Wanqing S., Johansson C., Sundbäck U. 1996. Assessment of the sound insulation of a wood joist construction due to different types of impact sources. *Applied Acoustics*, vol 48, p. 195203.

Fowler T. J. 2008. Cellulose Insulated Attic Makes For a Cozy Home. Prieiga per internetą: <http://econewmexico.com/attic-cellulose-insulation> [žiūrėta 2017-04-12].

PRIEDAI

1 priedas

I skaičiavimo variantas

```

STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 04-May-16
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KN
JOINT COORDINATES
MEMBER INCIDENCES
ELEMENT INCIDENCES SHELL
ELEMENT PROPERTY
901 TO 1600 THICKNESS 0.4
1 TO 900 THICKNESS 0.4
* Konstrukcijos medžiagos savybes
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC STEEL
E 2.05e+008
POISSON 0.3
DENSITY 76.8195
ALPHA 1.2e-005
DAMP 0.03
ISOTROPIC STRAW
E 1.1e+007
POISSON 0.3
DENSITY 10
ISOTROPIC MASONRY
E 2.8e+007
POISSON 0.2
DENSITY 17.652
END DEFINE MATERIAL
MEMBER PROPERTY
1616 TO 1716 PRIS YD 0.006
* Konstrukcijos matmenys
CONSTANTS
MATERIAL STEEL MEMB 1616 TO 1716
MATERIAL STRAW MEMB 901 TO 1600
MATERIAL MASONRY MEMB 1 TO 900
* Konstrukcijos atramos
SUPPORTS
3 118 227 337 447 557 667 777 887 FIXED BUT FY FZ MX MY MZ
1 2 995 TO 1003 FIXED
*Konstrukcija veikianti apkrova
LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1
MEMBER LOAD
1706 TO 1715 UNI GY -200
PERFORM ANALYSIS
FINISH

```

II skaičiavimo variantas

```

STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 04-May-16
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KN
JOINT COORDINATES
MEMBER INCIDENCES
ELEMENT INCIDENCES SOLID
* Konstrukcijos medžiagos savybes
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC STEEL
E 2.05e+008
POISSON 0.3
DENSITY 76.8195
ALPHA 1.2e-005
DAMP 0.03
ISOTROPIC STRAW
E 1.1e+007
POISSON 0.3
DENSITY 10
ISOTROPIC MASONRY
E 2.8e+007
POISSON 0.2
DENSITY 17.652
END DEFINE MATERIAL
MEMBER PROPERTY AMERICAN
737 TO 819 PRIS YD 0.006
* Konstrukcijos matmenys
CONSTANTS
MATERIAL STRAW MEMB 73 TO 184 257 TO 368 441 TO 552 625 TO 736
MATERIAL MASONRY MEMB 1 TO 72 185 TO 256 369 TO 440 553 TO 624
MATERIAL STEEL MEMB 737 TO 819
* Konstrukcijos atramos
SUPPORTS
26 28 50 52 74 76 98 100 122 124 146 148 170 172 194 196 218 220 526 538 550 -
562 574 586 598 610 622 782 794 806 818 830 842 854 866 878 1038 1050 1062 -
1074 1086 1098 1110 1122 1134 FIXED BUT FY FZ MX MY MZ
1 2 6 7 10 12 514 515 518 770 771 774 1026 1027 1030 FIXED
*Konstrukcija veikianti apkrova
LOAD 1 LOADTYPE None TITLE LOAD CASE 1
MEMBER LOAD
737 TO 740 UNI GY -200
PERFORM ANALYSIS
FINISH

```

2 priedas

L o k a l i n ė s a m a t a N r. 1

Sudaryta 2017.03 kainų lygiu.

Kompleksas: Daugiabučių gyvenamųjų namo modernizacija

Objektas: Statinio architektūra

Žiniaraštis: Fasadų sienų šiltinimas (taip pat ir cokolio) šiltinimas 280 mm

296 381,85 €

Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Vienet o kaina	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7

Skyrius Esančių konstrukcijų ardymas

1	R62P-2105	Nelygumų ir iškyšų mūrinių sienų paviršiuje nukapojimas	m2	261,872	33,01	8644,39
2	R62P-0301-1	Nuogrindų ardymas, atkasant pamatus cokolio šiltinimui, kai nuogrindų danga betoninės plytelės	m2	145	2,27	329,15
3	R62P-0102-2	Duobių, tranšėjų kasimas dalinai mechanizuotai, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	31,8	9,61	305,60
4	N1P-1310-2	Grunto transportavimas 10 t autosavivarčiais 1 km atstumu, pakraunant 0,4 m3 kaušo talpos ekskavatoriumi, kai grunto grupė II	100 m3	0,318	270,80	86,11
5	N1P-1316-1	Grunto transportavimo sąnaudų pokytis už papildomą 1 km atstumą, vežant 10 t autosavivarčiais, kai grunto grupė I-II	100 m3	0,318	28,12	8,94
6	R8-52	Palangių nuolajų ardymas	m	70	1,11	77,70
Iš viso už skyrių Esančių konstrukcijų ardymas						9451,89

Skyrius Cokolio apšiltinimas

7	R62P-2107-2	Sienų paviršiaus valymas vandeniu, naudojant aukšto slėgio plovimo įrenginį (paviršiaus plovimas)	100 m2	1,45	113,19	164,13
8	R62P-0406-2	Teptinės hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tepant 2 kartus bitumine emulsija)	m2	1,45	5,25	7,61
9	R62P-0407-2	Rūšio sienų ir cokolio šiltinimas, naudojant putų polistireno plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100 m2	1,45	1679,35	2435,06
10	R62P-0408	Rūšio sienų ir cokolio šiltinamosios izoliacijos papildomas tvirtinimas smeigėmis	100 vnt.	7,25	68,20	494,45
11	R62P-0404-3	Ritininių medžiagų hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tvirtinant drenažo ritininę dangą)	m2	145	3,25	471,25
12	R62P-2410-1	Sienų, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, dv sluoksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	91,04	898,98	81843,14

13	R62P-2413	Sienų paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, gruntavimas prieš dekoratyvinę apdailą	100 m2	91,04	123,69	11260,74
14	N15P-1101-2	Pastatų išorinių paviršių aptaisymas keraminėmis plytelėmis, naudojant sausų klijų mišinį, kolonomis, angokraščiais, piliastrams	m2	91,04	25,66	2336,09
Iš viso už skyrių Cokolio apšiltinimas						99012,47

Skyrius Fasado apšiltinimas

15	R11-72-7	Fasadų lygių paviršių remontas, apdailinant tinkavimo mase, dirbant ant pastolių	100 m2	2,931	562,24	1647,93
16	R62P-2202	Laikančių konstrukcinių metalinių cokolio profilių montavimas sienų šiltinimui	100 m	9,54	698,47	6663,40
17	R62P-2204-3	Metalinio karkaso plonasienių laikančių profilių montavimas, tvirtinant prie montažinių kampų, sienų šiltinimui, kai profilių skerspjūvis T	100m2	14,654	1366,45	20023,96
18	N26P-1203-1	Sienų (išorinių paviršių) šiltinimas įrengtuose karkasuose, kai 100 mm storio izoliacijos sluoksnis, universolios mineralinės vatos plokštės	100 m2	14,654	659,18	9659,62
19	N26P-1203-4	Sienų (išorinių paviršių) šiltinimas įrengtuose karkasuose. Sluoksnio storio pokyčio 10 mm pridėti arba atimti, universolios mineralinės vatos plokštės . (Pridėti 150 mm)	100 m2	14,654	636,93	9333,57
20	R62P-2308-2	Sienų vėjo izoliacinių plokščių montavimas (sluoksnis 30 mm , kai įrengti metaliniai karkasai)	100 m2	14,654	647,61	9490,08
21	R62P-2304	Sienų šiltinamosios izoliacijos papildomas tvirtinimas smeigėmis	100 vnt.	73,27	71,28	5222,69
22	R62P-3501-1	Langų ir durų išorės angokraščių šiltinimas, kai mineralinės vatos sluoksnio storis 30 mm	100 m2	1,56	1820,34	2839,73
23	R62P-2401-2	Sienų, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, aptaisymas apdailos plokštėmis	m2	1465,4	44,09	64609,49
Iš viso už skyrių Fasado apšiltinimas						129490,47

Skyrius Lauko palangės

24	N12-144-7	Palangių nuolajų tvirtinimas	m	70	9,10	637,00
Iš viso už skyrių Lauko palangės						637,00

Skyrius Nuogrindos atstatymas

25	R62P-0104-2	Iškasių užpylimas gruntu, tankinant, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	7,9	6,36	50,24
26	N57P-3101-2	20 cm apsauginių šalčiui atsparių kelio pagrindo sluoksnių įrengimas, kai pagrindas smėlio	100 m3	0,079	1305,67	103,15
27	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,079	104,49	8,25
28	N27P-11-2-1	Dolomito skaldos 22/56 su skaldele 11/16 pagrindo įrengimas. Viensluoksnis, 10 cm storio	100 m2	0,468	483,62	226,33

29	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,468	104,49	48,90
30	N27P-28-2-1	Smėlio-cemento mišinio pasluoksniu šaligatviui įrengimas. 3 cm storio sluoksnis	100 m2	0,468	300,08	140,44
31	N27P-22-2-1	Betono trinkelų grindinio įrengimas, 200x100x60 užpilant siūles smėliu	100 m2	0,468	1817,70	850,68
32	N27P-24-1-1	Betono bordiūrų įrengimas ant betono pagrindo. Bordiūrai 80x200 mm	100 m	0,35	930,97	325,84
Iš viso už skyrių Nuogrindos atstatymas						1753,83

Skyrius Kiti darbai

33	R23-65	Statybinių šiukšlių išvežimas 10 km atstumu automobiliais-savivarčiais, pakraunant ekskavatoriais 0,25 m3 talpos kaušais	t	50	41,58	2079,00
34	R62P-6101-1	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas, kai pastolių aukštis iki 15 m (vertikali projekcija)	100 m2	6,547	384,76	2519,02
Iš viso už skyrių Kiti darbai						4598,02
Iš viso #1						244943,68 €
PVM					21%	51 438,17 €
Iš viso #2						296 381,85 €

Sudarė: Deimantė Jotkaitė

3 priedas

L o k a l i n ė s a m a t a N r. 2

Sudaryta 2017.03 kainų lygiu.

Kompleks: Daugiabučių gyvenamųjų namo modernizacija

Objektas: Statinio architektūra

Žiniarašti: Fasadų sienų šiltinimas (taip pat ir cokolio) šiltinimas 230 mm

292 617,36 €

Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Vieneto kaina	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7

Skyrius Esančių konstrukcijų ardymas

1	R62P-2105	Nelygumų ir iškyšų mūrinių sienų paviršiuje nukapojimas	m2	261,872	33,01	8644,39
2	R62P-0301-1	Nuogrindų ardymas, atkasant pamatus cokolio šiltinimui, kai nuogrindų danga betoninės plytelės	m2	145	2,27	329,15
3	R62P-0102-2	Duobių, tranšėjų kasimas dalinai mechanizuotai, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	31,8	9,61	305,60
4	N1P-1310-2	Grunto transportavimas 10 t autosavivarčiais 1 km atstumu, pakraunant 0,4 m3 kaušo talpos ekskavatoriumi, kai grunto grupė II	100 m3	0,318	270,79	86,11
5	N1P-1316-1	Grunto transportavimo sąnaudų pokytis už papildomą 1 km atstumą, vežant 10 t autosavivarčiais, kai grunto grupė I-II	100 m3	0,318	28,11	8,94
6	R8-52	Palangių nuolajų ardymas	m	70	1,11	77,70
Iš viso už skyrių Esančių konstrukcijų ardymas						9451,89

Skyrius Cokolio apšiltinimas

7	R62P-2107-2	Sienų paviršiaus valymas vandeniu, naudojant aukšto slėgio plovimo įrenginį (paviršiaus plovimas)	100 m2	1,45	113,19	164,13
8	R62P-0406-2	Tepinės hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tepant 2 kartus bitumine emulsija)	m2	1,45	5,26	7,63
9	R62P-0407-2	Rūšio sienų ir cokolio šiltinimas, naudojant putų polistireno plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100 m2	1,45	1679,36	2435,07
10	R62P-0408	Rūšio sienų ir cokolio šiltinamosios izoliacijos papildomas tvirtinimas smeigėmis	100 vnt.	7,25	68,20	494,45
11	R62P-0404-3	Ritinių medžiagų hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tvirtinant drenažo ritininę dangą)	m2	145	3,25	471,25
12	R62P-2410-1	Sienų, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, dvisluoksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	91,04	898,98	81843,14
13	R62P-2413	Sienų paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, gruntavimas prieš dekoratyvinę	100 m2	91,04	123,69	11260,74

		apdailą				
14	N15P-1101-2	Pastatų išorinių paviršių aptaisymas keraminėmis plytelėmis, naudojant sausų klijų mišinį, kolonomis, angokraščiams, piliastrams	m2	91,04	25,66	2336,09
Iš viso už skyrių Cokolio apšiltinimas						99012,50

Skyrius Fasado apšiltinimas

15	R11-72-7	Fasadų lygių paviršių remontas, apdailinant tinkavimo mase, dirbant ant pastolių	100 m2	2,931	562,24	1647,93
16	R62P-2202	Laikančių konstrukcinių metalinių cokolio profilių montavimas sienų šiltinimui	100 m	9,54	698,47	6663,40
17	R62P-2204-3	Metalinio karkaso plonasienių laikančių profilių montavimas, tvirtinant prie montažinių kampų, sienų šiltinimui, kai profilių skerspjūvis T	100m2	14,654	1366,44	20023,81
18	N26P-1203-1	Sienų (išorinių paviršių) šiltinimas įrengtuose karkasuose, kai 100 mm storio izoliacijos sluoksnis, universolios mineralinės vatos plokštės	100 m2	14,654	659,18	9659,62
19	N26P-1203-4	Sienų (išorinių paviršių) šiltinimas įrengtuose karkasuose. Sluoksnio storio pokyčio 10 mm pridėti arba atimti, universolios mineralinės vatos plokštės . (Pridėti 100 mm)	100 m2	14,654	424,63	6222,53
20	R62P-2308-2	Sienų vėjo izoliacinių plokščių montavimas (sluoksnis 30 mm , kai įrengti metaliniai karkasai)	100 m2	14,654	647,61	9490,08
21	R62P-2304	Sienų šiltinamosios izoliacijos papildomas tvirtinimas smeigėmis	100 vnt.	73,27	71,28	5222,69
22	R62P-3501-1	Langų ir durų išorės angokraščių šiltinimas, kai mineralinės vatos sluoksnio storis 30 mm	100 m2	1,56	1820,35	2839,75
23	R62P-2401-2	Sienų, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, aptaisymas apdailos plokštėmis	m2	1465,4	44,09	64609,49
Iš viso už skyrių Fasado apšiltinimas						126379,30

Skyrius Lauko palangės

24	N12-144-7	Palangių nuolajų tvirtinimas	m	70	9,10	637,00
Iš viso už skyrių Lauko palangės						637,00

Skyrius Nuogrindos atstatymas

25	R62P-0104-2	Iškasų užpylimas gruntu, tankinant, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	7,9	6,36	50,24
26	N57P-3101-2	20 cm apsauginių šalčiui atsparių kelio pagrindo sluoksnių įrengimas, kai pagrindas smėlio	100 m3	0,079	1305,66	103,15
27	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,079	104,48	8,25
28	N27P-11-2-1	Dolomito skaldos 22/56 su skaldele 11/16 pagrindo įrengimas. Viensluoksnis, 10 cm storio	100 m2	0,468	483,61	226,33
29	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,468	104,48	48,90
30	N27P-28-2-1	Smėlio-cemento mišinio pasluoksnio šaligatviui įrengimas. 3 cm storio sluoksnis	100 m2	0,468	300,07	140,43

31	N27P-22-2-1	Betono trinkelų grindinio įrengimas, 200x100x60 užpilant siūles smėliu	100 m2	0,468	1817,69	850,68
32	N27P-24-1-1	Betono bordiūrų įrengimas ant betono pagrindo. Bordiūrai 80x200 mm	100 m	0,35	930,96	325,84
Iš viso už skyrių Nuogrindos atstatymas						1753,82

Skyrius Kiti darbai

33	R23-65	Statybinių šiukšlių išvežimas 10 km atstumu automobiliais-savivarčiais, pakraunant ekskavatoriais 0,25 m3 talpos kaušais	t	50	41,58	2079,00
34	R62P-6101-1	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas, kai pastolių aukštis iki 15 m (vertikali projekcija)	100 m2	6,547	384,76	2519,02
Iš viso už skyrių Kiti darbai						4598,02
Iš viso #1						241 832,53 €
PVM					21%	50 784,83 €
Iš viso #2						292 617,36 €

Sudarė: Deimantė Jotkaitė

4 priedas

L o k a l i n ė s a m a t a N r. 3

Sudaryta 2017.03 kainų lygiu.

Kompleksas: Daugiabučių gyvenamųjų namo modernizacija

Objektas: Statinio architektūra

Žiniaraštis: Šiaudų skydų fasado (su cokolio) apšiltinimas 230 mm

306 507,94 €

Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Vieneto kaina	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7

Skyrius Esančių konstrukcijų ardymas

1	R62P-2105	Nelygumų ir iškyšų mūrinių sienų paviršiuje nukapojimas	m2	261,872	33,01	8644,39
2	R62P-0301-1	Nuogrindų ardymas, atkasant pamatus cokolio šiltinimui, kai nuogrindų danga betoninės plytelės	m2	145	2,28	330,60
3	R62P-0102-2	Duobių, tranšėjų kasimas dalinai mechanizuotai, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	31,8	9,62	305,92
4	N1P-1310-2	Grunto transportavimas 10 t autosavivarčiais 1 km atstumu, pakraunant 0,4 m3 kaušo talpos ekskavatoriumi, kai grunto grupė II	100 m3	0,318	270,80	86,11
5	N1P-1316-1	Grunto transportavimo sąnaudų pokytis už papildomą 1 km atstumą, vežant 10 t autosavivarčiais, kai grunto grupė I-II	100 m3	0,318	28,12	8,94
6	R8-52	Palangių nuolajų ardymas	m	70	1,12	78,40
Iš viso už skyrių Esančių konstrukcijų ardymas						9454,36

Skyrius Cokolio apšiltinimas

7	R62P-2107-2	Sienų paviršiaus valymas vandeniu, naudojant aukšto slėgio plovimo įrenginį (paviršiaus plovimas)	100 m2	1,45	110,89	160,79
8	R62P-0406-2	Teptinės hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tepant 2 kartus bitumine emulsija)	m2	1,45	5,26	7,63
9	R62P-0407-2	Rūšio sienų ir cokolio šiltinimas, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100 m2	1,45	937,69	1359,65
10	R62P-0408	Rūšio sienų ir cokolio šiltinamosios izoliacijos papildomas tvirtinimas smeigėmis	100 vnt.	4,552	75,80	345,04
11	R62P-0404-3	Ritinių medžiagų hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tvirtinant drenazo ritininę dangą)	m2	1,45	3,33	4,83

12	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	0,9104	610,76	556,04
13	R62P-2413	Sienų paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, gruntavimas prieš dekoratyvinę apdailą	100 m2	0,9104	123,72	112,63
14	R62P-2414-2	Sienų tinkavimas molio tinko skiediniais	100 m2	0,9104	787,75	717,17
15	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	0,9104	593,11	539,97
Iš viso už skyrių Cokolio apšiltinimas						3803,75

Skyrius Fasadų šiltinimas šiaudų skydais

16	R62P-2302-2	Sienų šiltinimas, klijuojant izoliacines plokštes, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 60 mm	100 m2	14,654	2493,39	36538,14
17	N9P-0318-3	Sienų garo izoliacijos įrengimas (garo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,88	3471,24
18	N14-11	Sienų iš šiaudų blokų apšiltinimas	m2	1465,36	96,85	141920,12
19	N9P-0406-2	Plėvelinės izoliacijos įrengimas (difuzinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,27	3462,30
20	N9P-0318-1	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas (vėjo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	250,20	3666,43
21	R62P-2302-2	Sienų šiltinimas, klijuojant izoliacines plokštes, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 40 mm	100 m2	14,654	2210,95	32399,26
22	N9P-0318-1	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas (vėjo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,88	3471,24
23	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluksnis tinkavimas, molio tinku	100 m2	14,654	555,17	8135,46
Iš viso už skyrių Fasadų šiltinimas šiaudų skydais						233064,19

Skyrius Lauko palangės

24	N12-144-7	Palangių nuolajų tvirtinimas	m	70	9,11	637,70
Iš viso už skyrių Lauko palangės						637,70

Skyrius Nuogrindos atstatymas

25	R62P-0104-2	Iškasų užpylimas gruntu, tankinant, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	7,9	6,36	50,24
26	N57P-3101-2	20 cm apsauginių šalčiui atsparių kelio pagrindo sluoksnių įrengimas, kai pagrindas smėlio	100 m3	0,079	1305,67	103,15
27	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,079	104,49	8,25

28	N27P-11-2-1	Dolomito skaldos 22/56 su skaldele 11/16 pagrindo įrengimas. Viensluoksnis, 10 cm storio	100 m ²	0,468	483,62	226,33
29	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m ³	0,468	104,49	48,90
30	N27P-28-2-1	Smėlio-cemento mišinio pasluoksnio šaligatviui įrengimas. 3 cm storio sluoksnis	100 m ²	0,468	300,08	140,44
31	N27P-22-2-1	Betono trinkelų grindinio įrengimas, 200x100x60 užpilant siūles smėliu	100 m ²	0,468	1817,70	850,68
32	N27P-24-1-1	Betono bordiūrų įrengimas ant betono pagrindo. Bordiūrai 80x200 mm	100 m	0,35	930,97	325,84
Iš viso už skyrių Nuogrindos atstatymas						1753,83

Skyrius Kiti darbai

33	R23-65	Statybinių šiukšlių išvežimas 10 km atstumu automobiliais-savivarčiais, pakraunant ekskavatoriais 0,25 m3 talpos kaušais	t	50	41,59	2079,50
34	R62P-6101-1	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas, kai pastolių aukštis iki 15 m (vertikali projekcija)	100 m2	6,547	384,76	2519,02
Iš viso už skyrių Kiti darbai						4598,52
Iš viso #1						253 312,35 €
PVM			21%			53 195,59 €
Iš viso #2						306 507,94 €

Sudarė: Deimantė Jotkaitė

5 priedas

L o k a l i n ė s a m a t a N r. 4

Sudaryta 2017.03 kainų lygiu.

Kompleksas: Daugiabučių gyvenamųjų namo modernizacija**Objektas:** Statinio architektūra**Žiniaraštis:** Šiaudų skydų fasado (su cokolio) apšiltinimas 400 mm**451 460,91 €**

Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Vieneto kaina	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7

Skyrius Esančių konstrukcijų ardymas

1	R62P-2105	Nelygumų ir iškyšų mūrinių sienų paviršiuje nukapojimas	m2	261,872	33,01	8644,39
2	R62P-0301-1	Nuogrindų ardymas, atkasant pamatus cokolio šiltinimui, kai nuogrindų danga betoninės plytelės	m2	145	2,27	329,15
3	R62P-0102-2	Duobių, tranšėjų kasimas dalinai mechanizuotai, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	31,8	9,60	305,28
4	N1P-1310-2	Grunto transportavimas 10 t autosavivarčiais 1 km atstumu, pakraunant 0,4 m3 kaušo talpos ekskavatoriumi, kai grunto grupė II	100 m3	0,318	270,75	86,10
5	N1P-1316-1	Grunto transportavimo sąnaudų pokytis už papildomą 1 km atstumą, vežant 10 t autosavivarčiais, kai grunto grupė I-II	100 m3	0,318	28,07	8,93
6	R8-52	Palangių nuolajų ardymas	m	70	1,11	77,70
Iš viso už skyrių Esančių konstrukcijų ardymas						9451,55

Skyrius Cokolio apšiltinimas

7	R62P-2107-2	Sienų paviršiaus valymas vandeniu, naudojant aukšto slėgio plovimo įrenginį (paviršiaus plovimas)	100 m2	1,45	110,86	160,75
8	R62P-0406-2	Tepinės hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tepant 2 kartus bitumine emulsija)	m2	1,45	5,23	7,58
9	R62P-0407-2	Rūšio sienų ir cokolio šiltinimas, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100 m2	1,45	937,66	1359,61

10	R62P-0408	Rūsio sienų ir cokolio šiltinamosios izoliacijos papildomas tvirtinimas smeigėmis	100 vnt.	4,552	75,77	344,91
11	R62P-0404-3	Ritinių medžiagų hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūsio sienas (tvirtinant drenažo ritininę dangą)	m2	1,45	3,30	4,79
12	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluoksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	0,9104	610,71	555,99
13	R62P-2413	Sienų paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, gruntavimas prieš dekoratyvinę apdailą	100 m2	0,9104	123,67	112,59
14	R62P-2414-2	Sienų tinkavimas molio tinko skiediniais	100 m2	0,9104	787,70	717,12
15	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluoksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	0,9104	593,06	539,92
Iš viso už skyrių Cokolio apšiltinimas						3803,26

Skyrius Fasadų šiltinimas šiaudų skydais

16	R62P-2302-2	Sienų šiltinimas, klijuojant izoliacines plokštes, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 60 mm	100 m2	14,654	2493,37	36537,84
17	N9P-0318-3	Sienų garo izoliacijos įrengimas (garo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,86	3470,95
18	N14-11	Sienų iš šiaudų blokų apšiltinimas	m2	1465,36	145,76	213590,87
19	N9P-0406-2	Plėvelinės izoliacijos įrengimas (difuzinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,25	3462,01
20	N9P-0318-1	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas (vėjo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	250,18	3666,14
21	R62P-2302-2	Sienų šiltinimas, klijuojant izoliacines plokštes, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 40 mm	100 m2	14,654	2210,93	32398,97
22	N9P-0318-1	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas (vėjo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,86	3470,95
23	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluoksnis tinkavimas, molio tinku	100 m2	14,654	555,15	8135,17
Iš viso už skyrių Fasadų šiltinimas šiaudų skydais						304732,90

Skyrius Lauko palangės

24	N12-144-7	Palangių nuolajų tvirtinimas	m	70	9,10	637,00
----	-----------	------------------------------	---	----	------	--------

Iš viso už skyri Lauko palangės		637,00
--	--	---------------

Skyrius Nuogrindos atstatymas

25	R62P-0104-2	Iškasų užpylimas gruntu, tankinant, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	7,9	6,34	50,09
26	N57P-3101-2	20 cm apsauginių šalčių atsparių kelio pagrindo sluoksnių įrengimas, kai pagrindas smėlio	100 m3	0,079	1305,62	103,14
27	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,079	104,44	8,25
28	N27P-11-2-1	Dolomito skaldos 22/56 su skaldele 11/16 pagrindo įrengimas. Viensluoksnis, 10 cm storio	100 m2	0,468	483,57	226,31
29	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,468	104,44	48,88
30	N27P-28-2-1	Smėlio-cemento mišinio pasluoksnių šaligatviui įrengimas. 3 cm storio sluoksnis	100 m2	0,468	300,03	140,41
31	N27P-22-2-1	Betono trinkelų grindinio įrengimas, 200x100x60 užpilant siūles smėliu	100 m2	0,468	1817,65	850,66
32	N27P-24-1-1	Betono bordiūrų įrengimas ant betono pagrindo. Bordiūrai 80x200 mm	100 m	0,35	930,92	325,82
Iš viso už skyrių Nuogrindos atstatymas						1753,56

Skyrius Kiti darbai

33	R23-65	Statybinių šiukšlių išvežimas 10 km atstumu automobiliais-savivarčiais, pakraunant ekskavatoriais 0,25 m3 talpos kaušais	t	50	41,58	2079,00
34	R62P-6101-1	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas, kai pastolių aukštis iki 15 m (vertikali projekcija)	100 m2	6,547	384,74	2518,89
Iš viso už skyrių Kiti darbai						4597,89

Skyrius Pamatų įrengimas

35	N8-3	Vertikali klijuota dviem sluoksniais ruloninių medžiagų hidroizoliacija	100 m2	2,5	911,26	2278,15
36	N26P-1201-2	Rūsio sienų ir cokolio šiltinimas, kai izoliacijos 100 mm storio sluoksnis, putų polistireno plokštės	100 m2	2,5	1713,87	4284,68
37	N6-4	Betono pagrindas po pamatais, paduodant betoną kranu	m3	90	205,13	18461,70
38	N6-1	Smėlio pagrindas po pamatais, paduodant medžiagas kranu	m3	50	30,38	1519,00
39	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,5	99,99	50,00

40	N6-25	Gelžb.juostiniai pamatai atraminės rūšio sienos didesnio kaip 300 mm pločio, įrengiant klojinius iš lentų	m3	75	287,18	21538,50
Iš viso už skyrių Pamatų įrengimas						48132,03
Iš viso #1						373 108,19 €
PVM				21%		78 352,72 €
Iš viso #2						451 460,91 €

Sudarė: Deimantė Jotkaitė

6 priedas

L o k a l i n ė s a m a t a N r. 5

Sudaryta 2017.03 kainų lygiu.

Kompleksas: Daugiabučių gyvenamųjų namo modernizacija**Objektas:** Statinio architektūra**Žiniaraštis:** Dvitėjinės sijos fasado (su cokolio) apšiltinimas 200 mm

268 223,13 €

Eil. Nr.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Vieneto kaina	Iš viso
1	2	3	4	5	6	7

Skyrius Esančių konstrukcijų ardymas

1	R62P-2105	Nelygumų ir iškyšų mūrinių sienų paviršiuje nukapojimas	m2	261,872	33,01	8644,39
2	R62P-0301-1	Nuogrindų ardymas, atkasant pamatus cokolio šiltinimui, kai nuogrindų danga betoninės plytelės	m2	145	2,27	329,15
3	R62P-0102-2	Duobių, tranšėjų kasimas dalinai mechanizuotai, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	31,8	9,62	305,92
4	N1P-1310-2	Grunto transportavimas 10 t autosavivarčiais 1 km atstumu, pakraunant 0,4 m3 kaušo talpos ekskavatoriumi, kai grunto grupė II	100 m3	0,318	270,80	86,11
5	N1P-1316-1	Grunto transportavimo sąnaudų pokytis už papildomą 1 km atstumą, vežant 10 t autosavivarčiais, kai grunto grupė I-II	100 m3	0,318	28,12	8,94
6	R8-52	Palangių nuolajų ardymas	m	70	1,11	77,70
Iš viso už skyrių Esančių konstrukcijų ardymas						9452,21

Skyrius Cokolio apšiltinimas

7	R62P-2107-2	Sienų paviršiaus valymas vandeniu, naudojant aukšto slėgio plovimo įrenginį (paviršiaus plovimas)	100 m2	1,45	110,89	160,79
8	R62P-0406-2	Tepinės hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tepant 2 kartus bitumine emulsija)	m2	1,45	5,26	7,63
9	R62P-0407-2	Rūšio sienų ir cokolio šiltinimas, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100 m2	1,45	937,69	1359,65
10	R62P-0408	Rūšio sienų ir cokolio šiltinamosios izoliacijos papildomas tvirtinimas smeigėmis	100 vnt.	4,552	75,80	345,04
11	R62P-0404-3	Ritininių medžiagų hidroizoliacijos įrengimas, šiltinant cokolius ir rūšio sienas (tvirtinant drenažo ritininę dangą)	m2	1,45	3,33	4,83

12	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	0,9104	610,76	556,04
13	R62P-2413	Sienų paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, gruntavimas prieš dekoratyvinę apdailą	100 m2	0,9104	123,72	112,63
14	R62P-2414-2	Sienų tinkavimas molio tinko skiediniais	100 m2	0,9104	787,74	717,16
15	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluksnis tinkavimas, armuojant sintetiniais tinkleliais, kai sienos su angomis	100 m2	0,9104	593,11	539,97
Iš viso už skyrių Cokolio apšiltinimas						3803,74

Skyrius Fasadų šiltinimas šiaudų skydais

16	R62P-2302-2	Sienų šiltinimas, klijuojant izoliacines plokštes, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 60 mm	100 m2	14,654	2493,39	36538,14
17	N9P-0318-3	Sienų garo izoliacijos įrengimas (garo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,88	3471,24
18	N14-11	Dvitėjos sijos su medžio plaušo plokšte apšiltinimas	m2	1465,36	75,26	110282,99
19	N9P-0406-2	Plėvelinės izoliacijos įrengimas (difuzinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,27	3462,30
20	N9P-0318-1	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas (vėjo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	250,20	3666,43
21	R62P-2302-2	Sienų šiltinimas, klijuojant izoliacines plokštes, naudojant medžio plaušo plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 40 mm	100 m2	14,654	2210,95	32399,26
22	N9P-0318-1	Sienų vėjo izoliacijos įrengimas (vėjo izoliacinė plėvelė)	100 m2	14,654	236,88	3471,24
23	N15P-1311-1	Pastatų išorinių paviršių, apšiltintų izoliacinėmis plokštėmis, viensluksnis tinkavimas, molio tinku	100 m2	14,654	555,17	8135,46
Iš viso už skyrių Fasadų šiltinimas šiaudų skydais						201427,06

Skyrius Lauko palangės

24	N12-144-7	Palangių nuolajų tvirtinimas	m	70	9,10	637,00
Iš viso už skyrių Lauko palangės						637,00

Skyrius Nuogrindos atstatymas

25	R62P-0104-2	Iškaskų užpylimas gruntu, tankinant, atliekant pamatų remonto darbus, kai gruntas II grupės	m3	7,9	6,37	50,32
26	N57P-3101-2	20 cm apsauginių šalčiui atsparių kelio pagrindo sluoksnių įrengimas, kai pagrindas smėlio	100 m3	0,079	1305,67	103,15
27	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,079	104,49	8,25

28	N27P-11-2-1	Dolomito skaldos 22/56 su skaldele 11/16 pagrindo įrengimas. Viensluoksnis, 10 cm storio	100 m2	0,468	483,62	226,33
29	N1-381-1	I-II grupės grunto tankinimas vibroplokštėmis	100 m3	0,468	104,49	48,90
30	N27P-28-2-1	Smėlio-cemento mišinio pasluoksniu šaligatviui įrengimas. 3 cm storio sluoksnis	100 m2	0,468	300,08	140,44
31	N27P-22-2-1	Betono trinkelų grindinio įrengimas, 200x100x60 užpilant siūles smėliu	100 m2	0,468	1817,70	850,68
32	N27P-24-1-1	Betono bordiūrų įrengimas ant betono pagrindo. Bordiūrai 80x200 mm	100 m	0,35	930,97	325,84
Iš viso už skyrių Nuogrindos atstatymas						1753,91

Skyrius Kiti darbai

33	R23-65	Statybinių šiukšlių išvežimas 10 km atstumu automobiliais-savivarčiais, pakraunant ekskavatoriais 0,25 m3 talpos kaušais	t	50	41,58	2079,00
34	R62P-6101-1	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas, kai pastolių aukštis iki 15 m (vertikali projekcija)	100 m2	6,547	384,77	2519,09
Iš viso už skyrių Kiti darbai						4598,09
Iš viso #1						221 672,01 €
PVM					21%	46 551,12 €
Iš viso #2						268 223,13 €

Sudarė: Deimantė Jotkaitė