



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

**Pastatų fasado tinkavimo technologijų įtakos pastato
eksploatacinėms savybėms daugiakriteris vertinimas**

Baigiamasis magistro projektas

Laura Gudaitė
Projekto autorė

Doc. Danas Garucas
Vadovas

Panevėžys, 2019



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

Pastatų fasado tinkavimo technologijų įtakos pastato eksploatacinėms savybėms daugiakriteris vertinimas

Baigiamasis magistro projektas
Statybos valdymas (6211EX007)

Laura Gudaitė
Projekto autorė

Doc. Danas Garuckas
Vadovas

Recenzentas / Recenzentė

Panevėžys, 2019



Kauno technologijos universitetas
Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas
Laura Gudaitė

Pastatų fasado tinkavimo technologijų įtakos pastato eksploatacinėms savybėms daugiakriteris vertinimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Lauros Gudaitės, baigiamasis projektas tema „Pastatų fasado tinkavimo technologijų įtakos pastato eksploatacinėms savybėms daugiakriteris vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETO
TECHNOLOGIJŲ IR VERSLUMO KOMPETENCIJŲ CENTRAS**

TVIRTINU
TVKC vadovė
Doc. dr. Nida Kvedaraitė

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Diplomantui **Laurai Gudaitei**

Baigiamojo projekto
tema (lietuvių kalba)

**Pastatų fasado tinkavimo technologijų įtakos pastato
eksploatacinėms savybėms daugiakriteris vertinimas.**

Baigiamojo projekto
tema (anglų kalba)

**Multi-Criteria Evaluation of the Impact of Building Facade
Plastering Technologies on the Performance of the Buildings**

Patvirtinta 2018 m. 10 mėn. 31 d. dekanų potvarkiu Nr. V25-13-26.

Įrašto baigiamojo projekto pateikimo į TVKC terminas iki 2019 m. sausio 3 d.

Duomenys, reikalavimai ir sąlygos baigiamajam projektui

Literatūros analizė, SAW metodo daugiakriteris vertinimas, Panevėžio miesto daugiabučio
namo renovacijos įvertinimas.

Baigiamojo projekto užduotys / uždaviniai / klausimai, kurie turi būti atskleisti projekte

1. Išanalizuoti tinkuojamo fasado sistemos technologiją.
2. Ištirti pastato su tinkuotu fasadu eksploatacines savybes bloginančias priežastis ir jų pasekmes.
3. Išnagrinėti pažeisto tinkuoto fasado taisymo sprendinius.
4. Įvertinti techniškai ir ekonomiškai Panevėžio miesto daugiabučių namų tinkuotų fasadų būklę ir jiems parinktą darbų technologiją.
5. Parengti daugiabučio namo tinkuoto fasado technologinę kortelę ir apskaičiuoti sąmatinę vertę.

Vadovas

doc. dr. Danas Garuckas

(parašas, pareigos, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

Laura Gudaite

(studento parašas, vardas, pavardė)

2018 m. lapkričio 09 d.

Gudaitė Laura. Pastatų fasado tinkavimo technologijų įtakos pastato eksploatacinėms savybėms daugiakriteris vertinimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Danas Garuckas; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis: statybos inžinerija, inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: fasadas, tinkas, klimatas, biologiniai procesai, pažeidimai.

Panevėžys, 2019. 53 p.

SANTRAUKA

Pastatų fasadų su tinkuojama sistema pažeidimų tipai įvairūs: biologiniai, fizikiniai, fiziniai. Šiuos pažeidimus sukelia klimato poveikis – karštis, drėgmė, aplinkos faktoriai – purvas, pastato užstatymo tankumas, sistemoje naudojamų medžiagų techninės savybės. Pažeidimai pakeičia ne tik pastato estetinę išvaizdą, bet ir visos fasadų tinkuojamos sistemos struktūrą. Siekiant sukurti pastatui tinkamą tinkuojamos sistemos sprendinį reikia įvertinti pastato aplinkos sąlygas, galimai parenkamų medžiagų technines savybes bei kaip jos tarpusavyje sąveikauja.

Tiriamąjį darbo tikslas – išanalizuoti pastatų fasado tinkavimo technologijų įtaką pastato eksploatacinėms savybėms, naudojant daugiakriterį vertinimą. Šiam tikslui pasiekti iškelti uždaviniai: peržvelgti Panevėžio miesto daugiabučių namų fasadų su tinkuojama sistema pažeidimus, įvertinti pažeidimų tipus, nustatyti jų pasekmes pastato eksploatacinėms savybėms.

Gudaitė Laura. Multi-Criteria Evaluation of the Impact of Building Facade Plastering Technologies on Performance of the Buildings. Master's Final Degree Project prof. Danas Garuckas; Panevėžys Faculty of Technologies and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area: Civil Engineering, Engineering Sciences.

Keywords: facade, plaster, climate, biological processes, damage.

Panevėžys, 2019. 53 pages.

SUMMARY

Types of building facades with a plastered system have different types of damage: biological, physical. These damages are caused by the climatic effects - heat, humidity, environmental factors - dirt, building density, technical properties of the materials used in the system. The violations change not only the aesthetic appearance of the building, but also the structure of the customized system of all facades. In order to create a customized system solution for the building, the environmental conditions of the building, the technical characteristics of the materials to be selected and how they interact with each other must be assessed.

The aim of the research is to analyze the influence of facade plastering technologies on building performance using multi-criteria assessment. To achieve this goal, the following tasks have been set: to review the irregularities of the facades of the apartment buildings of Panevėžys city with the rendered system, to evaluate the types of violations, to determine their consequences for the performance of the building.

TURINYS

ĮVADAS.....	5
1.PASTATŲ FASADO TECHNOLOGIJA.....	10
1.1.Vienasluoksnė fasado sistema.....	10
1.2.Dvisluoksnė fasado sistema.....	13
1.2.1.Termoizoliacijos sluoksnis.....	14
1.2.2.Armuotas sluoksnis.....	18
1.2.3.Fasado dekoratyvinė apdaila.....	19
1.2.4.Fasado dažai.....	20
2.PASTATO DALIŲ PAŽEIDIMAI, JŲ PASEKMĖS.....	22
2.1.Cokolio pažeidimai.....	22
2.2.Taškiniai šilumos tilteliai.....	25
2.3.Klimato poveikis fasadui.....	28
2.3.1.Krituliai, drėgmė.....	28
2.3.2.Vėjo įtaka.....	31
2.3.3.Saulės įtaka.....	32
2.4.Smūgio poveikis.....	36
3. TYRIAMASIS DARBAS.....	39
3.1. Tyrimo metodika.....	39
3.2. Tiriamo darbo eiga.....	41
4. DAUGIABUČIO PASTATO RENOVACIJOS PROJEKTAS.....	46
4.1. Tinkuoto fasado sąmatinė vertė.....	46
4.2. Technologinė kortelė.....	49
IŠVADOS.....	511
NAUDOTA LITERATŪRA.....	522

ĮVADAS

Kodėl renovuojami pastatai? Kodėl jų renovacijoms parenkami apšiltinimai tarp išorės ir vidaus atitvarų? Į šiuos klausimus dauguma apklaustųjų atsako vienareikšmiškai: „kad būtų šiltesnis pastatas, kad mažiau reikėtų mokėti už šildymą šaltuoju metų periodu“. Toks atsakymas nėra neteisingas, tačiau tai tik renovacijai keliami uždaviniai. Renovacijos tikslas: pagerinti pastato eksploatacines savybes siekiant sumažinti šildymui naudojamo kuro suvartojimą. Pastatų šildymui, gaminant šilumos energiją, į aplinką išskiriama daug kenksmingų medžiagų, tokių kaip anglies monoksidas (CO), kietosios dalelės (KD) ir t.t. Šios medžiagos teršia aplinką, kenkia žmonių sveikatai bei prisideda prie Pasaulio klimato kaitos.

Klimato sparti kaita viso Pasaulio rūpestis. Lietuvoje priimtas vienas iš sprendinių sumažinti klimato kaitą – tai pastatų energinės vertės didinimas. Lietuvos Respublikos Vyriausybė skatina žmones renovuoti (modernizuoti) savo gyvenamuosius būstus, viešosios paskirties pastatus taip sumažinant pastatų šildymui gaminamos šilumos energijos kiekį. Renovacijų pradžioje pagrindinis dėmesys buvo skirtas katilinių ir inžinerinių tinklų vamzdynų atnaujinimui. Tačiau, apžiūrint sovietmečio laikotarpiu ar dar seniau statytus pastatus, matyti, jog daugumos pastatų sienos, angokraščiai įtrūkę, medinės durys ar langai aprūniję, fasadai paveikti mikroorganizmų, kurie veisiasi drėgnose terpėse. Šie pastatai nebesandarūs, o kuo nesandaresnis pastatas, tuo jis daugiau suvartoja šilumos energijos. Todėl, Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija patvirtinto statybos techninius reglamentus (toliau – STR), kuriuose nurodoma, kad naujai statomi pastatai ar modernizuojami pastatai privalo atitikti keliamus energetinius reikalavimus, užtikrinant jų sandarumą, energijos efektyvumą.

Šių pastatų išorinių atitvarų energijos efektyvumui padidinti naudojamos šiltinimo specialiosios termoizoliacinės medžiagos. Apšiltintų pastatų fasadui, cokoliui reikia apdailos sluoksnio, nes negalima palikti neuždengtos termoizoliacinės medžiagos. Apdailos tipas priklauso nuo pasirinktos šiltinimo sistemos. Apdailai naudojamos medinės ar plastikinės lentelės, klinkerio plytelės, akmens masės plytelės ar plokštės, dekoratyvinis tinkas, dažai ir t. t. Šių medžiagų ilgaamžiškumo terminas skirtingas, tačiau nutinka taip, kad pastato apdailos sluoksnis jau po kelerių metų nebeatitinka savo estetinės išvaizdos, apdailos sluoksnis paveikiamas besiveisiančių mikrobu, dumblių, samanų, nešvarumų. Šių defektų atsiradimo priežastys įvairios.

Darbo tikslas

Išanalizuoti pastatų fasado tinkavimo technologijų įtaką pastato eksploatacinėms savybėms naudojant daugiakriterį vertinimą.

Darbo uždaviniai

1. Išanalizuoti tinkuojamo fasado sistemos technologiją.

2. Ištirti pastato su tinkuotu fasadu eksploatacines savybes bloginančias priežastis ir jų pasekmes.
3. Išnagrinėti pažeisto tinkuoto fasado taisymo sprendinius.
4. Įvertinti techniškai ir ekonomiškai Panevėžio miesto daugiabučių namų tinkuotų fasadų būklę ir jiems parinktą darbų technologiją.
5. Parengti daugiabučio namo tinkuoto fasado technologinę kortelę ir apskaičiuoti sąmatinę vertę.

Mokslinis naujumas

1. Ištirta tinkuojamo fasado technologijos procesų vykdymo kokybės poveikis tinkuojamo fasado sistemai.
2. Ištirtas klimato poveikis tinkuojamo fasado sistemai.

Darbo metodai

Darbe naudojami šie tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, interviu, daugiakriteris vertinimas SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) metodu.

Darbo struktūra

Magistrinį darbą sudaro įžanga, 4 skyriai, išvados, naudotos literatūros sąrašas, 39 paveikslėliai, 7 lentelės. Darbo apimtis – 52 puslapiai. Literatūros sąrašą sudaro 20 šaltinių.

Publikuoti straipsniai

Gudaitė L., J. Kaupienė *Pastatų išorinio tinko defektai* // „Mokslo šaknys 2017“, konferencija (2017; Panevėžys). Mokslo šaknys 2017 : konferencijos pranešimų medžiaga – Panevėžys, 2017. 173 p.

Gudaitė L., D. Garuckas *Klimato poveikis tinkuojamam fasadui* // „Technologijų ir verslo aktualijos – 2018“, konferencija (2018; Panevėžys).

1. PASTATŲ FASADO TECHNOLOGIJA

1.1. Vienasluoksnė fasado sistema

Pagal istorijos žinias Lietuvoje sovietmečio laikotarpiu dėl plataus masinės pramoninės ir ūkinės gamybos įvedimo pradėta labai daug ir sparčiai statyti daugiabučių. Šių pastatų išorinėms sienoms parinkta vienasluoksnė sienos sistema. Apžvelgiant pastatus su vienasluoksnės sienos sistema, matyti, kad pagrindinės sienų statybinės medžiagos yra mūras arba gelžbetoniniai blokai.

Vienasluoksnės fasado sistemos mūras ir gelžbetonis – tai tankūs gaminiai, todėl jų šilumos laidumo koeficientas, kuris nurodo praeinantį šilumos kiekį per 1 m² pločio ir 1 m storio medžiagos, yra didelis. Pagal galiojantį STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ energetiškai efektyvūs pastatai yra tie, kurie atitinka C klasės reikalavimus. C klasės gyvenamųjų namų išorės sienų šilumos perdavimo koeficiento vertė turi būti ne didesnė nei $0,2 \frac{W}{m^2 K}$

Norint įvertinti ar vienasluoksnė sienos sistema yra energetiškai efektyvi, skaičiavimams naudojamos formulės iš galiojančio STR 2.01.02:2016.

Išorinės laikančios sienos varža apskaičiuojama pagal 1.1 formulę [1]:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} \quad (1.1)$$

čia R_{si} – sienų vidinio paviršiaus varža, $R_{si} = 0,13 \frac{m^2 K}{W}$;

R_s – bendra sienos sluoksnių šiluminė varža, $\frac{m^2 K}{W}$;

R_{se} – išorinių atitvarų paviršiaus varža, $R_{se} = 0,04 \frac{m^2 K}{W}$.

Sienos sluoksnių šiluminė varža apskaičiuojama pagal 1.2 formulę [1]:

$$R_n = \frac{d}{\lambda_{ds}} \quad (1.2)$$

čia d – medžiagos storis, m;

λ_{ds} – medžiagos šilumos laidumo koeficientas, (W/(mK)).

Apskaičiuojamos medžiagų šiluminės varžos pagal 2 formulę:

- Mūro sienos (pilnavidurės silikatinės plytos su cemento skiediniu) šiluminė varža:

$$R_M = \frac{0,25}{(1,05)} = 0,238 \frac{(m^2 K)}{W}$$

- Gelžbetoninio bloko sienos šiluminė varža:

$$R_{GB} = \frac{0,30}{2,04} = 0,147 \frac{(m^2K)}{W}$$

- Vidaus tinko:

$$R_T = \frac{0,1}{0,80} = 0,013 \frac{(m^2K)}{W}$$

Apskaičiuojama bendra kiekvienos sistemos šiluminė varža pagal 1 formulę:

$$R_{t(M)} = 0,13 + (0,238 + 0,013) + 0,04 = 0,421 \frac{(m^2K)}{W}$$

$$R_{t(GB)} = 0,13 + (0,147 + 0,013) + 0,04 = 0,330 \frac{(m^2K)}{W}$$

Šilumos perdavimo koeficientas skaičiuojamas pagal 1.3 formulę [1]:

$$U = \frac{1}{R_t}, \frac{W}{m^2K} \quad (1.3)$$

čia R_t – šiluminė varža, $\frac{W}{m^2K}$.

$$U_{R(M)} = \frac{1}{R_{t(M)}} = \frac{1}{0,421} = 2,375 \frac{W}{m^2K}$$

$$U_{R(GB)} = \frac{1}{R_{t(GB)}} = \frac{1}{0,330} = 3,030 \frac{W}{m^2K}$$

Taigi, vienasluoksnės sienos šilumos perdavimo koeficiento vertės yra kelis kartus didesnės nei reikėtų.

Mūrinėms sienoms įrengti reikalingos mūrijimo siūlės, kurios turi būti nuo 10 iki 15 mm storio. Siūlės mūro sienos sudaro apie 16 %, todėl jų įrengimo technologijai skiriamas didelis dėmesys. Jei siūlės nekokybiškai įrengiamos, išrievėjamos, tai klimato sąlygos, tokios kaip lietus, šaltis, karštis, stipriai jas paveikia ir pablogina visos išorinės atitvaros savybes. Paveiktos klimato sąlygų siūlės gali išbyrėti, mūro siena tampa nebesandari, pro ją laisvai skverbiasi šiltas ir šaltas oras (žr. 1.1 pav.), į įtrūkimus patenka vanduo. Patekęs vanduo įsigeria į mūrą ir temperatūrų svyravimo periodais ardo mūro struktūrą silpnindamas mūro laikomąją galią.



1.1 pav. Įtrūkusi mūro siena

Šios sistemos pastatų statybos darbai trukdavo ilgai dėl būtinų technologinių pertraukų, klimato sąlygų apribojimų, padidinto darbo kruopštumo, todėl ši statybos technologija plačiai neišplito.

Spartesnės statybos vyko pasirinkus pastatų statybos technologiją, kurios pagrindinę sienų konstrukciją sudarė gelžbetoniniai blokai. Spartumą suteikė išorinių sienų įrengimo technologija, kuri nereikalauja ilgų ir dažnų technologinių pertraukų. Blokai buvo masyvūs, didelių matmenų. Jų montavimas vykdavo greitai. Tačiau, ir šioje technologijoje reikėjo įrengti technologines siūles dėl pastato poslinkių.

Apžiūrint blokinius daugiabučius, matyti ant fasado „voratinkliai“, kurie sudaryti užtaisant sienose susidariusius įtrūkimus (žr. 1.2 pav.). Įtrūkimų atsiradimo pagrindinė priežastis yra netinkamai įrengtos technologinės siūlės. Šių siūlių užtaisymui buvo naudojamos hernito tarpinės, kurios technologinėse siūlėse užtikrina reikiamą oro apykaitą. Siūlių viršutinį sluoksnį padengdavo cemento ir kalkių skiediniu. Šis skiedinys laidus vandeniui, todėl per jį į siūles patenka lietaus vandens. Dėl susidariusios drėgmės hernito tarpinė praranda savo technines savybes ir atlimpa nuo konstrukcijų kraštų. Siūlės tampa nesandarios, jose kaupiasi drėgmė, kuri pereina į gelžbetoninių blokų akytą betoną. Susikaupusi drėgmė veikiama temperatūros ciklų ardo blokus. Blokai įtrūksta, įtrūkimai plečiasi, pastato sandarumas prastėja, nes per susidariusius sienose įtrūkimus padidėja šilumos energijos nuostoliai.



1.2 pav. Blokinio daugiabučio įtrūkusi siena

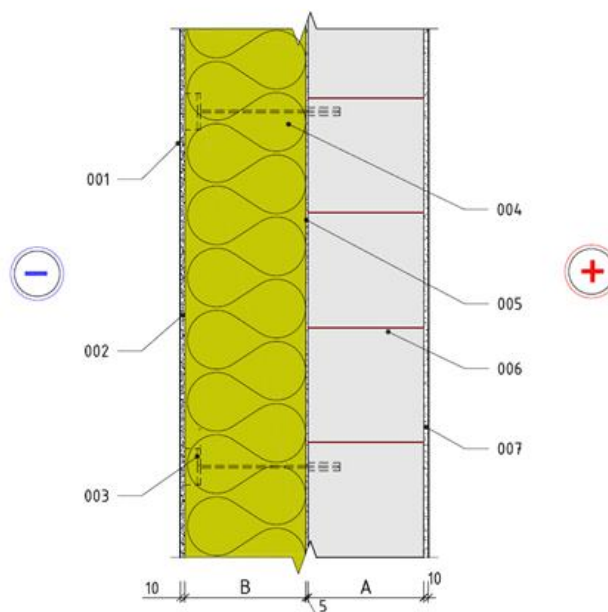
Taigi, pažeidžiamiausios vienasluoksnio fasado vietos yra technologinės siūlės. Jos labiausiai neatsparios oro sąlygoms. Jas pažeidus pastatas tampa nesandarus, sienoje bei patalpose kaupiasi drėgmė, gali pradėti vystytis pelėsis, prarandama šilumos energija.

Nors pastato sienos būtų nesutrūkinėjusios, langai, durys sandarios, ortakiai, šildymo sistema sutvarkyta, tačiau vienasluoksnės sistemos mūrinis ar blokinių pastatas vis tiek eikvos labai daug šilumos energijos, nes pagrindinių atitvarų šilumos laidumo koeficientų vertės didelės, medžiagų šilumos pralaidumas didelis.

1.2. Dvisluoksnė fasado sistema

Įvertinus vienasluoksnę fasado sistemą pagal energetinę vertę galima prieiti prie išvados, kad ši sistema yra neefektyvi. Pagal būsto energijos taupymo agentūros (toliau – BETA) atliktus skaičiavimus senos statybos pastatai per sienas patiria 50 % šilumos nuostolių [2]. Šių nuostolių sumažinimui priimtas sprendinys įrengti dvisluoksnę fasado sistemą. Pagal atliktus skaičiavimus nustatyta, jog apšiltinus pastatų išorines sienas, pastato energinių kaštų nuostolius per išorines sienas galima sumažinti apie 30 %. Tokiu būdu sutaupoma apie 25 % reikalingo kuro pastato apšiltinimui per metus [3].

Dvisluoksnė fasado sistema – tai pastato vienasluoksnės sistemos apšiltinimas termoizoliacinėmis medžiagomis, kurios padengiamos apdailos sluoksniu (žr. 1.3 pav.). Dvisluoksnė sistema pranašesnė prieš vienasluoksnę sistemą, nes joje prisideda mažo tankumo termoizoliacinė medžiaga su mažu šilumos laidumo koeficientu.



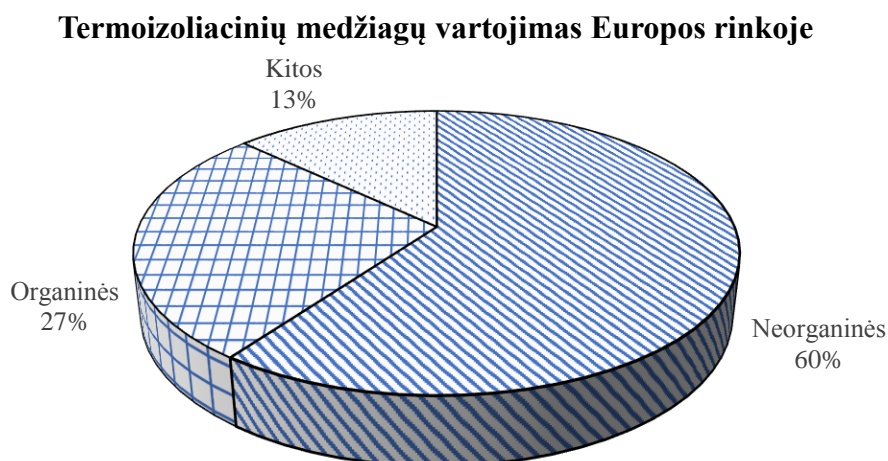
1.3 pav. Dvisluoksnė fasado sistema: 001 – išorinė fasado apdaila; 002 – armavimo skiedinys; 003 – tvirtinimo elementas; 004 – termoizoliacinė medžiaga; 005 – klijų sluoksnis; 006 – išorės atitvarinė siena; 007 – vidaus apdaila (www.sipras.lt)

Ši sistema dar vadinama neventiliuojama sistema. Abū pavadinimai vartojami. Pavadinimas „dvisluoksnė sistema“ pabrėžia, kad sistema sudaryta iš dviejų pagrindinių medžiagų – išorės atitvarinė siena ir termoizoliacinis sluoksnis. Pavadinimas „neventiliuojama sistema“ pabrėžia, kad šios sistemos pagrindinės ir papildomos medžiagos glaudžiasi viena prie kitos nesudarydamos oro tarpų. Šių medžiagų įvairovė didelė, jos viena nuo kitos skiriasi savo techninėmis savybėmis, todėl prieš parenkant medžiagas būtina jas išanalizuoti ir žinoti jų trūkumus bei privalumus, kaip sąveikauja su kitomis medžiagomis, jų įrengimo technologiją. Taigi, kiekviena medžiaga turi būti suderinta,

įrengiama pagal technologinius reikalavimus. Nesilaikant technologinių procesų pažeidžiama ne tik netinkamai įrengiama medžiaga, bet ir visa fasado sistema.

1.2.1. Termoizoliacijos sluoksnis

Pagrindinė tinkuoto fasado sistemos medžiaga – termoizoliacinė medžiaga. Fasado sienos apšiltinimui naudojamos organinės arba neorganinės termoizoliacinės medžiagos. Dėl gaisrinių reikalavimų ir sistemos sąmatinės vertės galima vartoti šias medžiagas kartu. Organinės termoizoliacinės medžiagos dar žinomos kaip pūstasis polistireno putplastis (toliau – EPS), ekstrūzinis polistireninis putplastis (toliau – XPS), o neorganinės pluoštinės medžiagos – mineralinė ar akmens vata. Europoje termoizoliacinių medžiagų rinkoje didžiausią vartojimo dalį sudaro neorganinės medžiagos, antros pagal populiarumą organinės termoizoliacinės medžiagos (žr. 1.4 pav.) [4].



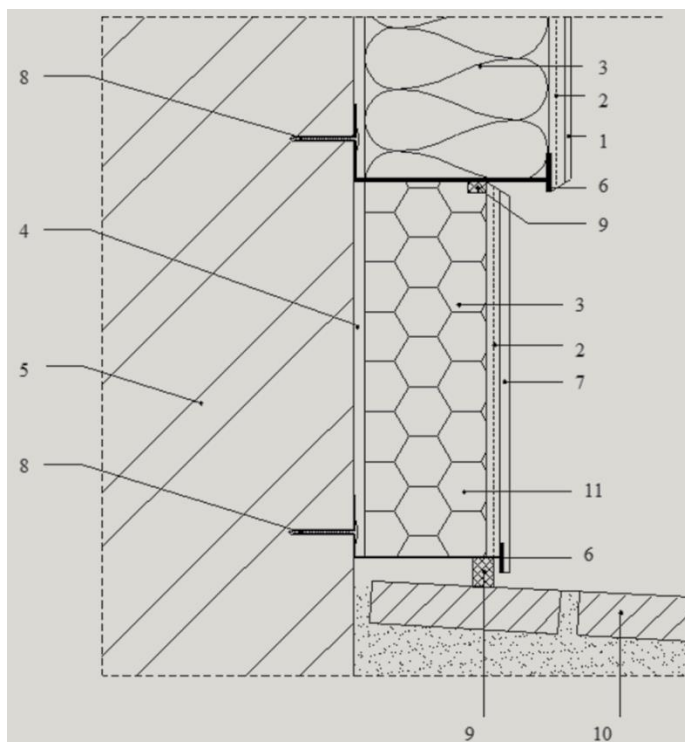
1.4 pav. [4]

Organinių ir neorganinių termoizoliacinių medžiagų deklaruojamos šilumos laidumo koeficientų ($\lambda_{s,dec}$) vertės yra panašios. XPS ar EPS šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{s,dec}$ – nuo $0,030(\frac{W}{mK})$ iki $0,045(\frac{W}{mK})$. Mineralinės ar akmens vatos šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{s,dec}$ – nuo $0,032(\frac{W}{mK})$ iki $0,052(\frac{W}{mK})$ [5, 6]. Taigi, renkantis šiltinimo medžiagą, būtina įvertinti šių medžiagų ir kitas technines savybes, tokias kaip trumpalaikį ir ilgalaikį vandens įmirkį, mechanines savybes.

Neorganinės termoizoliacinės medžiagos gaminamos iš išlydytų uolienuų arba metalurginių šlakų. Jų gamybos metu yra sudaromi pluoštai, kurie vėliau suspaudžiami į vieną gaminį taip gaunant akytos struktūros termoizoliacinę medžiagą. Dėl susidariusio akytumo medžiaga yra laidus orui ir vandens garams.

Organinė šiltinimo medžiaga yra priešingybė neorganinei medžiagai dėl vandens ir oro pralaidumo. Ši medžiaga sudaryta iš uždarytų porų, kurios pristabdo vandens garų perėjimą per termoizoliacinį sluoksnį.

Pastato vertikalios atitvaros pradedamos šiltinti nuo cokolinės dalies. Cokolio ir pamato šiltinimas galimas keliais būdais. Jei pastate yra įrengtas rūsys, kuris bus neapšiltintas, tai cokolio dalį galima šiltinti iki nuogrindos (žr. 1.5 pav.) [7]. Jei pastate esantis rūsys bus šiltinamas, tai rūsio siena turi būti apšiltinta visa, įrengta hidroizoliacija [7]. Jei pastate nėra rūsio, tai pastato pamatas turi būti apšiltintas ne mažiau kaip 500 mm nuo žemės lygio [7].



1.5 pav. Cokolio apšiltinimas iki nuogrindos. 1 – baigiamasis išorinis apdailos sluoksnis; 2 – armuojantysis sluoksnis; 3 – mineralinė vata; 4 – klijų sluoksnis; 5 – laikanti siena; 6 – cokolinis profiliuotis; 7 – cokolio apdaila; 8 – mūrvinė; 9 – išsiplečianti juosta; 10 – nuogrinda; 11 – didesnio stiprio polistireninio putplasčio plokštė.

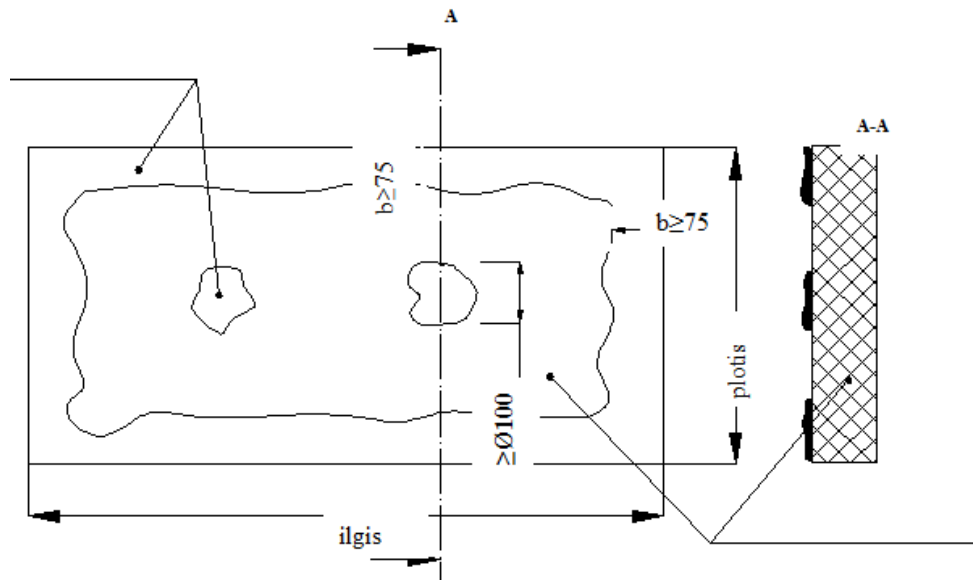
Cokolio ir fasado sienos termoizoliacijos sluoksniai įrengiami ant cokolinių profilių jei termoizoliacijos sluoksnio storis mažesnis nei 150 mm (žr. 1.6 pav.). Jei šiltinimo sluoksnis viršija 150 mm, tai naudojamas kampinis profilis su tinkleliu ir lašikliu. Apatinė termoizoliacinės medžiagos dalis padengiama armavimo sluoksniu su dvigubu armavimo tinkleliu. Ši dalis vėliau padengiama tinku.



1.6 pav. Cokolinis profilis

Įrengiant cokolinį profilį būtina išlaikyti horizontalumą, nes ant šio profilio dedama termoizoliacinė medžiaga. Šiltinimo medžiaga montuojama nuo apačios. Įrengus pirmą eilę tik tuomet įrenginėjama sekanti eilė ir t.t.

Fasado apšiltinimo medžiaga prie sienos tvirtinama specialiais klijais. Šis tvirtinimo būdas, tai pagrindinis šios sistemos privalumas. Klijų sluoksnis tepamas visu termoizoliacinės medžiagos perimetru nuo briaunų užimant ne mažiau kaip 75 mm ploto bei per vidurį uždedant du – tris ne mažesnius nei 100 mm diametro dydžio klijų taškus (žr. 1.7 pav.) [7]. Klijų sluoksnio storis svyruoja tarp 5 mm ir 20 mm. Tikslus storis nustatomas atsižvelgiant į sienos lygumą bei gamintojo rekomendacijas. Jei pasirinkto gamintojo rekomendacijose klijų sluoksnio storis nepakankamas norint išlyginti sienoje pasitaikančius nelygumus, tuomet reikia į tinkuoto fasado sistemos technologiją įtraukti papildomą sienų lyginimą.

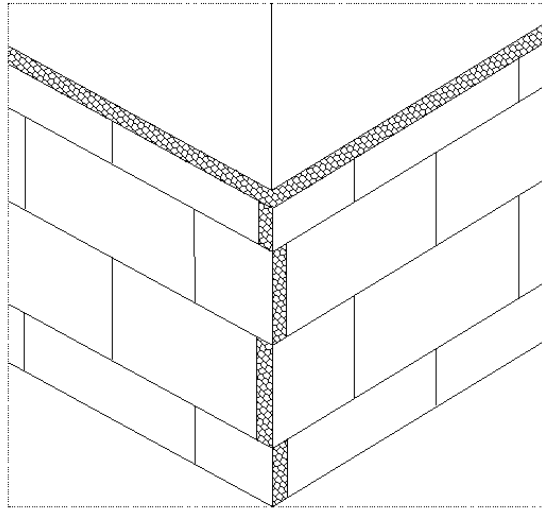


1.7 pav. Termoizoliacinės plokštės padengimas klijais [7]

Termoizoliacinė medžiaga glaudžiai prisispaudžia prie apšiltinamo paviršiaus, nesudarant tuščių tarpų medžiagos kraštuose. Jei klijai išsispaudžia už plokštės kraštų juos būtinais reikia nuimti,

kad nepatektų tarp termoizoliacinių plokščių šoninių kraštų. Patekęs klijų sluoksnis tarp termoizoliacinių plokščių sudaro ilginį šilumos tiltelį.

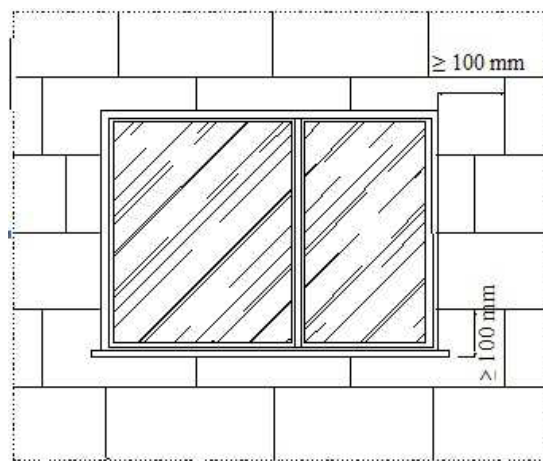
Pastato išorinėse atitvarose yra naudojami skirtingi gaminiai, tokie kaip mūras ir gelžbetoninės sąramos. Pastatas turi išorinių ir vidinių kampų, angokraščių. Šiose vietose susidaro ilginiai šilumos tilteliai, todėl šių vietų apšiltinimo technologijai yra parinkti specifiniai sprendiniai. Fasadų išoriniai kampai šiltinami persirišimo būdu (žr. 1.8 pav.) [7].



1.8 pav. Termoizoliacinių plokščių išdėstymas pastato išoriniame kampe

Klijų sluoksnis ant termoizoliacinių plokščių dedamas tik tuose vietose, kur ši medžiaga liesis su siena. Susidariusiame išoriniame kampe, kur susiliečia šiltinimo medžiagos, klijų sluoksnis nebetepamas dėl anksčiau minėtų priežasčių. Jei šiltinimo medžiagos galas ilgesnis nei reikia, tai jos perteklius nupjaunamas tik po poros parų, kai klijų sluoksnis tvirtai suriša termoizoliacinę medžiagą su siena.

Svarbus dėmesys skiriamas langų ir durų angų apšiltinimui. Horizontalios ir vertikalios angų kraštinės su termoizoliacinių medžiagų kraštinėmis turi nesutapti. Šiltinimo medžiagos vertikalioje ir horizontalioje kryptimi turi likti ne mažiau nei 100 mm (žr. 1.9 pav.) [7].



1.9 pav. Termoizoliacinės medžiagos įrengimas aplink langus

Jei paliekamas mažesnis termoizoliacinės medžiagos atstumas nuo angos kampo, tai atsiranda ilginis šilumos tiltelis.

Organinėje termoizoliacinėje medžiagoje vyksta temperatūriniai svyravimai, kurie sukelia medžiagos deformacijas. Šiose medžiagose vyksta tangentiniai įtempiai, kurių metu medžiaga susitraukia bei riečiasi. Dėl šių judėjimų gali fasado apdailoje atsirasti įtrūkimų. Norint išvengti deformacijų reikia šiltinimo medžiagas papildomai tvirtinti smeigėmis.

Pagal pastato užstatymą, sienas veikiančias vėjo apkrovas, smeigių technines savybes, jų kiekis į kvadratinį metrą kinta. Mažiausią smeigių kiekį ir jų išdėstymą nurodo gamintojas.

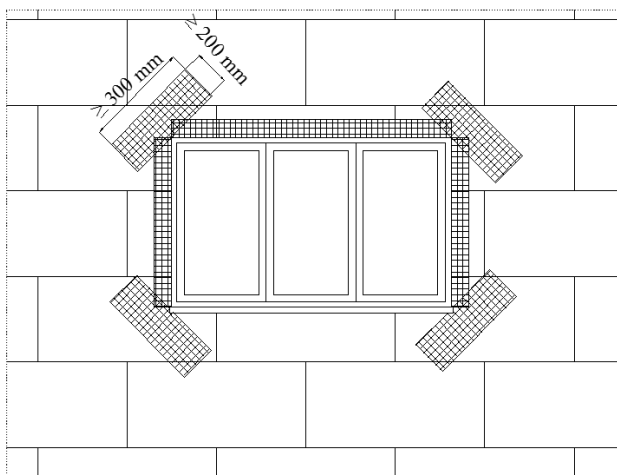
Tinkamai užtepus klijų sluoksnį, technologiškai pritvirtinus smeiges, tarp termoizoliacinių gaminių nesusidaro plyšiai, plokštės nepasislenka viena nuo kitos. Jeigu pažeidžiama termoizoliacinių gaminių tvirtinimo technologija, tuomet šilumos perdavimo koeficiento vertė gali padidėti iki 30 % [8].

Pritvirtinus termoizoliacinį sluoksnį prie sienos, jis turi būti padengtas apdailos medžiaga. Tačiau tinkuoto fasado apdaila tiesiogiai prie apšiltinimo medžiagos netvirtinama. Prieš šį sluoksnį įrengiamas armavimo sluoksnis.

1.2.2. Armuotas sluoksnis

Armuoto sluoksnio paskirtis – apsaugoti termoizoliacinę medžiagą nuo tiesioginio aplinkos poveikio, pritvirtinti fasado apdailos sluoksnį, neleisti jam sutrūkinėti, atsilupti. Armavimo sluoksnis įrengiamas kartu su armavimo tinkleliu. Fasado apdaila veikiama aplinkos energijos linkusi plėstis, susitraukti. Dėl šių judėjimų, kad apdailos sluoksnyje neatsirastų įtrūkimų naudojamas armavimo tinklelis.

Dideli judėjimai vyksta prie durų, langų angokraščių, todėl šioms vietoms skiriamas didelis dėmesys. STR 2.01.10:2017 yra pateikti specialūs reikalavimai kaip turi būti tvirtinamas armavimo tinklelis šiose vietose (žr. 1.10 pav.).



1.10 pav. Angokraščių kampų armavimas [9]

Pagal statybos taisykles „Fasadų įrengimo darbai“: „galimo padidėjusio įtempio vietos (angokraščių ir sąramų kampai) sustiprinamos ne mažesnėmis kaip 300 x 200 mm armavimo tinklelio juostomis, jas išdėstant kampuose įstrižai. Langu, durų ir kitų angų kampų sustiprinimui naudojami kampuočiai su tinkleliu, o viršutinių horizontalių angokraščių sustiprinimui, jei angokraščio plotis didesnis kaip 100 mm, rekomenduojama naudoti kampuočius su tinkleliu ir lašikliu“ [9]. Sustiprinus angokraščius, išorinius kampus armavimo tinkleliu ir armavimo sluoksniu, toliau atliekamas viso fasado armavimas.

1.2.3. Fasado dekoratyvinė apdaila

Tinkuojamų fasadų apdailai įrengti naudojami šlapi procesai, kuriems reikia technologinių pertraukų. Ši sistema reikli ne tik laikui, bet ir oro sąlygoms. Tai yra pagrindinis šios sistemos trūkumas. Pasirenkant apdailos medžiagą svarbu įvertinti aplinką prie pastato, apdailos medžiagos technines savybes, gamintojo rekomendacijas.

Fasado apdailai dažniausiai naudojamas plonasluoksnis dekoratyvusis tinkas. Tinkas gali būti bespalvis, matinis ir vėliau nudažomas arba tinko sudėtyje sumaišomi spalvos pigmentai taip sukuriant vientisos struktūros tinko sluoksnį. Ekonominiu požiūriu pigesnė apdailos technologija yra su bespalviu tinku, kuris vėliau nudažomas. Techniniu požiūriu, įvertinant galimus apdailos sluoksnio nutrupėjimus, geresnis variantas yra apdailą įrenginėti su vienos struktūros spalvotu tinku.

Dekoratyvusis tinkas pagal savo sudėtį skirstomas į tokias rūšis:

- mineralinis;
- akrilinis;
- silikoninis;
- silikatinis;
- silikatinis – silikoninis.

Mineralinis apsauginis tinkas yra laidus vandens garams, elastingas, gerai sukimba su mineraliniais paviršiais. Jo sudėtis papildyta hidrofobiškumą gerinančiais priedais. Šis tinkas maišomas su tam tikru vandens santykiu ir tada tinkuojamas ant paruošto paviršiaus. Tinko storis priklauso nuo grūdelių dydžio. Šio sluoksnio džiūvimo laikas gali trukti nuo 12 iki 48 h, todėl mažiausiai tris paras reikia saugoti šį sluoksnį nuo tiesioginio vandens. Jei tinkavimui buvo pasirinktas tinkas be spalvos pigmentų, tai jį tinkuoti galima po 2 – 6 savaitių, kai buvo nutinkuotas fasadas. Šio tinko dažymui galima pasirinkti bet kurios rūšies dažus.

Akrilinis tinkas, dar vadinamas polimeriniu tinku, taip pat laidus vandens garams kaip ir mineralinis tinkas. Šio tinko pranašumas – atsparumas šarmams. Jo rišamoji medžiaga – sintetinės dervos dispersija. Šie tinkai yra degūs ir jų pralaidumas garams mažesnis nei mineralinio tinko. Šis

tinkas taip pat džiūsta dvi – tris paras jei yra palankios oro sąlygos. Tačiau šio tinko dažyti negalima su silikatiniais dažais.

Silikoninio tinko rišiklis – silikoninė derva su dolomito grūdeliais. Jame yra įmaišyti priedai, kurie sustiprina apsaugą nuo pelėsinų grybų ir kitų mikroorganizmų veisimosi. Silikoninis tinkas labai pralaidus garams, taip pat savo struktūros sandara neleidžia vandeniui į jį prasiskverbti. Šio tinko eksploatacijos laikas ilgiausias pagal kitų tinkų eksploatacijos laiką.

Ši medžiaga nemaišoma su kitomis medžiagomis, neskiedžiama ir netirštinama. Tinko masė iškart drebiama ant švaraus, neriebaluoto ar netepaluoto paviršiaus. Jo storis taip pat priklauso sudėtyje panaudotų grūdelių dydžio. Džiūvimo laikas nesiskiria nuo kitų tinkų. Šį tinką rekomenduojama dažyti tik su silikoniniais dažais.

Silikatinio tinko rišiklis skystas stiklas su mažu organinių priedų kiekiu. Šis tinkas gerai praleidžia garus, jį taip pat galima plauti kaip ir silikoninį tinką. Silikatinis tinkas netinkamas naudoti kur pagrindas padengtas emaliniais dažais arba su išsimušusiomis druskomis. Jis pardavinėjamas taip pat kaip ir silikoninis tinkas, iškart paruoštas naudojimui. Šį tinką dažyti galima su silikatiniais arba silikoniniais dažais.

Silikatinis – silikoninis tinkas puikiai sukimba su pagrindu, atsparus blukimui, didelėms mechaninėms apkrovoms, labai hirofobiškas.

Tinkavimo darbai turi būti atliekami, kai armuojamas sluoksnis visiškai išdžiūvęs, oro temperatūra ne mažesnė nei +5 °C, bet ir nedidesnė nei +25 °C, santykinis oro drėgnumas ne didesnis kaip 65 %. Šiuos rodiklius kiekvienas gamintojas gali pakoreguoti, bet jie nežymiai kils nuo standartinių.

1.2.4. Fasado dažai

Jei fasado apdailai pasirinktas dekoratyvinis tinkas be spalvos pigmentų, tuomet tinko padengimui naudojami dažai. Dažai ne tik suteikia estetinę fasado išvaizdą, bet ir pagerina tinko savybes dėl vandens garų pralaidumo bei išorinio vandens ne pralaidumo į tinkuojamą sistemą. Anksčiau buvo minėta, kad tinko dažymui naudojami akriliniai, silikatiniai ir silikoniniai dažai. Šios medžiagos skiriasi savo fizikinėmis savybėmis, tačiau pagrindinis dėmesys skiriamas dažų garų pralaidumui, atsparumui drėgmei ir purvui, spalvos išlaikymui bei ilgaamžiškumui. Šių dažų fizikinių savybių vertinimas pateikiamas 1.1 lentelėje [10].

Tinkuoto fasado apdailai naudojamų dažų fizikinės savybės

Fasado dažai	Garų pralaidumas	Atsparumas drėgmei ir purvui	Spalvos išlaikymas	Ilgamžiškumas
Akriliniai	Geras	Labai didelis	Vidutinis	Vidutinis
Silikatiniai	Labai geras	Didelis	Geras	Didelis
Silikoniniai	Labai geras	Labai didelis	Geras	Labai didelis

Tinkuotiems fasadams naudojami dažai geri laidininkai garams bei gera apsauga nuo išorinės drėgmės. Akrilinių dažų struktūra labai gerai sulaiko išorės vandenį ir jam neleidžia prasiskverbti į tolimesnius sluoksnius, tačiau ši struktūra nelabai palanki garų pralaidumui. Silikatiniai dažai priešingai veikia nei akriliniai. Šie dažai labai gerai praleidžia garus, kurie keliauja iš patalpos vidaus į išorę, tačiau jų atsparumas vandeniui, drėgmei nėra aukštos kokybės. Šio skirtumo priežastis tarp akrilinių ir silikatinių dažų yra išorinė plėvelė. Akrilinių dažų rišiklis sudaro išorinę plėvelę, kuri neleidžia išorės drėgmei patekti į sekančius sluoksnius, tuo tarpu silikatinių dažų rišiklis nesudaro tokios plėvelės, todėl šie dažai yra pralaidūs.

Silikoninių dažų struktūra mažai kuo skiriasi nuo silikatinių dažų. Tačiau silikoniniams dažams pridedami papildomi priedai, kurie sumažina vandens pralaidumą, bet nebloginą garų pralaidumo. Dėl šios struktūros ši medžiaga nėra visiškai pralaidi.

Polimerinė struktūra, kuri yra panaudojama dažų gamybai, nėra atspari Saulės ultravioletinei (toliau – UV) spinduliotei [11]. UV spinduliuotė suaktyvina polimerinę struktūrą taip sukeldama fotocheminius procesus dėl kurių dažų sluoksnis nublunka, pradeda trūkinėti. Spalvos nublukimas nėra rimtas defektas, bet jei apdaila įtrūksta, tai jokie priedai ar apsauginės plėvelės nebepadės apsisaugoti nuo vandens patekimo į tinkuojamą sistemą.

Tinkuojamo fasado sistema susideda iš penkių skirtingų medžiagų. Visos tos medžiagos yra kelių tipų ir turi alternatyvų. Kiekvienas fasadas yra unikalus, tai ir jo sistemos sukūrimui galima variuoti tarp prekyboje pateiktų gaminių, tik reikia tinkamai įvertinti gaminių fizikines savybes.

2. PASTATO DALIŲ PAŽEIDIMAI, JŲ PASEKMĖS

2.1. Cokolio pažeidimai

Cokolis – viena iš pažeidžiamiausių pastato dalių. Cokolinę pastato dalį labiausiai veikia klimato sąlygos, tokios kaip lietus, sniegas. Žiemos metu jei pastatas yra netoli gatvės ir jo cokolis ribojasi su šaligatviu, tai valant sniegą nuo šaligatvio, dažniausiai sniegas kraunamas prie pastato cokolio (žr. 2.1 pav.).

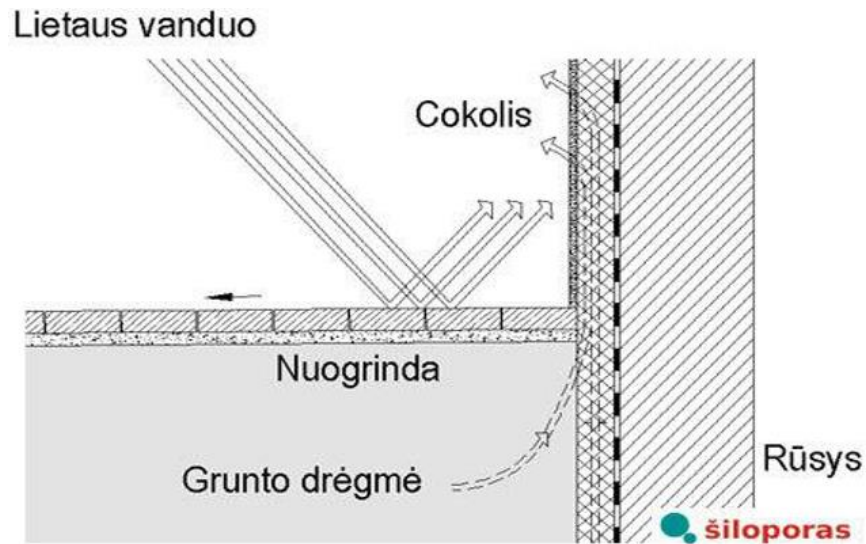


2.1 pav. Cokolis padengtas sniegu

Pakilus teigiamai temperatūrai sniegas pradeda tirpti ir susidaręs vanduo ne tik nubėga šaligatviu, bet taip pat įsigeria ir į cokolio tinką. Kadangi tinkas sudarytas iš kapiliarų, tai difuzijos būdu vanduo prasiskverbęs į tinko sluoksnį, jame pasilieka. Tinko kapiliarų gardelės nėra labai stiprios, o juose esančios vandens molekulės gavusios saulės energijos suaktyvėja, pradeda garuoti. Vanduo išgaruoja, tačiau įvykus cheminei reakcijai tarp vandens molekulių ir aukštos temperatūros, susidaro druskos. Druskos sudarytos iš rūgščios terpės todėl ji ardo tinko kapiliarus. Tinko sluoksnis nuo buvusio prisitvirtinto paviršiaus atkimba, nubyra.

Prie cokolio turi būti tinkamai įrengta nuogrinda. Nuogrinda gali būti uždara arba atvira. Uždara nuogrinda sudaroma iš trinkelio ar asfalto. Šios nuogrindos nuolydis turi būti ne mažesnis nei 2 %. Ji negali liestis su cokolio apdailos sluoksniu, nes dėl temperatūros svyravimų žiemos – pavasario laikotarpiu ji išilgai juda. Dėl savo judesių pažeistų cokolio apdailos sluoksnį.

Įrengiant uždarą nuogrindą labai svarbu įrengti tinkamą jos nuolydį. Lietaus vanduo krinta žemyn kampu ir atsimušęs į uždaros nuogrindos paviršių tyška ant cokolio, ant jo apdailos sluoksnio. Trinkelio ar betono danga mažiau laidus vandeniui nei cokolio sistemos sluoksniai, todėl gruntinis vanduo skverbiasi į termoizoliacinę medžiagą. Šios medžiagos kapiliarais vanduo kyla aukščiau ir skverbiasi į išorę (žr. 2.2 pav.).



2.2 pav. Uždara nuogrinda [5]

Kaip cokolio apdaila reaguos į vandens kiekį einantį per ją, priklauso tik nuo apdailos sluoksniui panaudotos medžiagos fizikinių savybių. Jei cokolis dažnai būna drėgnas ir nespėja išdžiūti bei ant jo nusėda daug purvo, dulkių, tuomet susidaro terpė veistis mikroorganizmams (žr. 2.3 pav.).



2.3 pav. Cokolis paveiktas mikroorganizmų

Jie suardo cokolio apdailos sluoksnio struktūrą, joje kaupiasi drėgmė, kuri keliauja per termoizoliacijos sluoksnį link pamato. Tuomet per tam tikrą laiką yra paveikiama pamato hidroizoliacija, paskui ir pats pamatas. Pamatui kyla pavojus sutrūkti, prarasti savo šiluminę vertę.

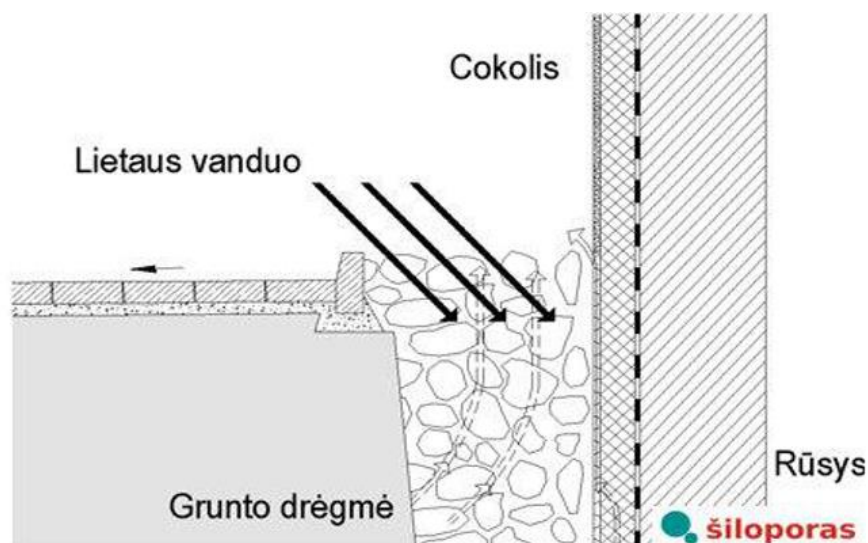
Jei cokolis yra arti judrios gatvės, prie darželių, tai ant jo nusėda labai daug purvo, teršalų (žr. 2.4 pav.).



2.4 pav. Purvo sluoksnis ant cokolio

2.4 pav. užfiksuotas susikaupęs purvo sluoksnis ant lygaus plytelės paviršiaus. Dekoratyvinio tinko sluoksnis gali būti raižytas arba grublėtas, todėl prie šio paviršiaus dar geriau prikimba nešvarumai, sunkiau jie nusivalo.

Cokolio apsaugai nuo drėgmės ir tolimesnių pasekmių galimi keli sprendiniai. Pirmas ir efektyviausias variantas – tai atvira nuogrinda. Ši nuogrinda sudaryta iš lygaus paviršiaus akmenukų per kurių sluoksnį viršutinė drėgmė susigeria į gruntą, o iš grunto kylanti drėgmė per akmenukų sudarytą drenuojantį sluoksnį pasišalina į atmosferą (žr. 2.5 pav.).



2.5 pav. Atvira nuogrinda [5]

Už drenuojančio sluoksnio toliau gali būti įrengiama uždara nuogrinda. Jos būvimas nebekels pavojaus cokolio ir jo apdailos permirkimui.

Peržvelgiant Panevėžio miesto cokolio įrengimo technologijas, matyti, jog cokolio pažeidimų priežastys išanalizuotos ir parinkti kiti sprendiniai (žr. 2.6 pav.).



a)



b)



c)

2.6 pav. Cokolio apdaila: a – tinkuota ir dažyta akriliniai dažais, 2008 m; b – tinkuota ir dažyta silikoniniais dažais, 2012 m; c – plytelės, 2015 m

Grunto drėgmės prasiskverbimas į apšiltinimo sluoksnį, kuris yra įrengiamas grunte, sumažinamas termoizoliacinę medžiagą padengiant hidroizoliacine medžiaga. Hidroizoliacija ant termoizoliacinio sluoksnio įrengiama lygiai su nuogrindos viršumi. Cokolio apdailai pasirinktas tinkas su silikoniniais dažais, kurie yra pralaidūs garams, bet atsparūs vandens įgeriamumui. Dar cokolio dalis apdailinamas plytelėmis, kurios priklijuojamos prie armuoto paviršiaus.

2.2. Taškiniai šilumos tilteliai

Šiuos šilumos tiltelius sukelia netinkamas smeigių įrengimas. Smeiges tvirtinti galima ir uždengus jų kepurėles ta pačia termoizoliacine medžiaga, kurioje ji montuojama, bet galima jų kepurėlių neuždegt termoizoliacine medžiaga. Kurį variantą pasirinkti lemia fasadui pasirinktas apdailos tipas. Jei bus naudojamas plonasluoksnis tinkas, tai smeiges būtina uždengti termoizoliacine medžiaga. Jei apdailai naudojamos klinkerio plytelės, tuo atveju smeiges tvirtinti privaloma tik kai įrengiamas armavimo tinklelis. Viso to priežastis susidaręs didelis apdailos sluoksnio svoris, kurio armuotas sluoksnis vienas gali neatlaikyti. Tuo atveju smeigės pritvirtindamos prie laikančiosios sienos, tuo pačiu papildomai prilaiko ir armavimo tinklelį. Šia technologija smeigių įgilinti į termoizoliacinį sluoksnį jau nebegalima.

Ir vienu ir kitu atveju smeigės vis tiek eina per visą termoizoliacijos sluoksnį taip pablogindamos sistemos šiluminės savybes. Tarp smeigių ir termoizoliacinio sluoksnio susidaro taškiniai šilumos tilteliai, nes tai dvi skirtingos medžiagos, su skirtingomis šilumos perdavimo koeficiento vertėmis. Energijos nuostolius per taškinius tiltelius fasade vizualiai galima pamatyti drėgnu paros metu. Jei smeigės netinkamai pritvirtintos, tai fasado apdailoje atsispindi kiekviena smeigė (žr. 2.7 pav.).



2.7 pav. Taškiniai šiluminiai tilteliai

Šie taškiniai šiluminiai tilteliai atsiranda, kai termoizoliacinės medžiagos tvirtinimas smeigėmis vyksta ne pagal technologiją. Termoizoliacinė medžiaga pritvirtinama smeigėmis su nerūdijančio plieno šerdimi arba su galvanizuotu būdu cinkuoto plieno sriegio šerdimi. Dar gali būti tvirtinama smeigėmis su plastikine šerdimi. Smeigės nėra netinkamos, tačiau reikia jas tinkamai pritvirtinti. Jei ant fasado matomi taškiniai šiluminiai tilteliai, tai galima daryti išvadą, kad smeigės buvo pritvirtinamos prie atitvaros, kurių galvutės liko glaudžiai prisiglaudusios prie šiltinimo medžiagos ir padengiamos armavimo mišinio sluoksniu (žr. 2.8 pav.).



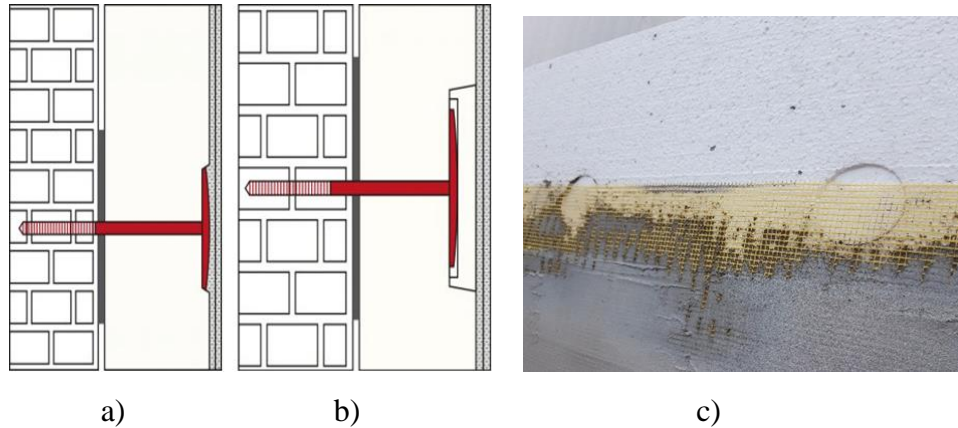
2.8 pav. Neteisingai pritvirtintos smeigės („BETA“ nuotrauka)

Skaičiuojant pastato energetinę vertę bei šiluminius tiltelius šie taškiniai šiluminiai tilteliai nevertinami jei:

- kvadratiniam metre nenaudojama daugiau nei 20 plastikinių smeigių su nerūdijančio plieno šerdimi;
- kvadratiniam metre nenaudojama daugiau nei 10 plastikinių smeigių su galvaniniu būdu cinkuotu plieno sriegiu;

- smeigės su plastikine šerdimi.

Pagal smeigių tvirtinimo technologiją ant smeigių galvučių reikia tvirtinti apšiltinimo medžiagos dangtelius, kurie sumažina šilumos perdavimą per smeigę (žr. 2.9 pav.).



2.9 pav. Smeigės tvirtinimo technologija: a – smeigės galvutės padengimas armavimo mišiniu (www.etnaps.lt); b – smeigės padengimas šiltinimo medžiagos dangteliu (www.etnaps.lt); c – praktiškai pritaikyta smeigės tvirtinimo technologija

Kai termoizoliacijos sluoksnis yra tvirtinamas mechaniškai, tai būtina apskaičiuoti sistemos atplėšimo stiprį, kad tikslingai pasirinkti smeigių kiekį į kvadratinį metrą. Skaičiavimams naudojamos trys formulės [7]:

$$R_d = \frac{(N_p \cdot n_p + N_s \cdot n_s)}{\gamma} \quad (2.1)$$

$$R_d = \frac{N_{Rt} \cdot n}{\gamma} \quad (2.2)$$

$$R_d = \frac{N_t \cdot n}{\gamma} \quad (2.3)$$

čia R_d – sistemos atplėšimo stipris, kPa;

N_p – smeigės ištraukimo jėga termoizoliacinės plokštės plokštumoje, kN;

N_{Rt} – smeigės ištraukimo jėga iš pagrindo (vertė pateikiama smeigių gamintojo ETL arba nustatoma ištraukimo bandymu statybos aikštelėje), kN;

N_t – smeigės ištraukimo jėga, smeiges tvirtinant per tinklelį, kN;

N_s – smeigės ištraukimo jėga termoizoliacinės plokštės siūlėje, kN;

n_s – smeigių kiekis termoizoliacinės plokštės siūlėje, vnt./m²;

n_p – smeigių kiekis termoizoliacinės plokštės plokštumoje, vnt./m²;

n – smeigių kiekis, vnt./m²;

γ – atsargos koeficientas. Jei suminis sistemos svoris be klijų ne didesnis už 10 kg/m², $\gamma = 1,5$. Jei suminis sistemos svoris didesnis už 10 kg/m², $\gamma = 2$.

Apskaičiavus sistemos atplėšimo stiprį, pasirenkama pavojingiausia reikšmė.

2.3. Klimato poveikis fasadui

Klimatas vienas iš svarbiausių faktorių, kuris turi tiesioginę įtaką fasado eksploatacinių savybių ilgaamžiškumui. Tinkuojamos sistemos plonasluoksnis tinkas glaudžiai liečiasi prie termoizoliacijos sluoksnio, termoizoliacijos sluoksnis glaudžiai liečiasi su išorinę pastato atitvara. Šią sistemą veikiant klimato reiškiniams pažeidžiamas ne tik išorinis apdailos sluoksnis, bet ir visa tinkuojamo fasado sistema.

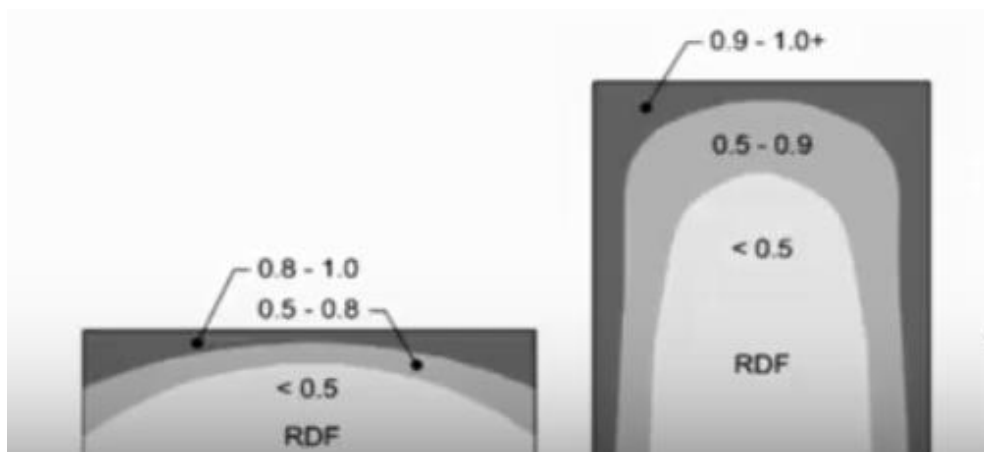
2.3.1. Krituliai, drėgmė

Krituliai fasadą drėkina. Jis yra labai pavojingas plonasluoksniams tinkams ypač žiemos metu, kai susikaupusi drėgmė fasade yra veikiamas temperatūrų svyravimų tarp neigiamos ir teigiamos temperatūros. Jeigu išorinė apdaila drėgna, tai šis svyravimas sukelia įrimus.

Dažniausi Lietuvos krituliai – tai lietus. Lietus gali būti kelių intensyvumo lygių. Gali lyti smarkiai, bet trumpai. Kai lietaus kiekis yra didelis, bet ne dažnas, tai toks lietus nėra pavojingas fasadui. Žinoma, tinkuotos sistemos fasadas prisigeria to lietaus vandens, tačiau per sekantį laiką vėjas ir saulė jį išdžiovina, nebelieka susikaupusių kritulių fasado sistemoje, vandens molekulės nespėja nukeliauti iki laikančios sienos, nepradeda vystytis mikroorganizmai.

Pavojingesnis lietus toks, kuris lyja nors ir nestipriai, bet nuolatos, ilgą laiką. Tuo metu ne tik saulės energijos maža, bet ir vėjas būna prisikaupęs drėgmės. Fasadas veikiamas ilgalaikės drėgmės, drėgno vėjo nespėja išdžiūti ir esama drėgmė pažeidžia ne tik termoizoliacinį sluoksnį, bet ir pastato atitvaras.

Kritulių kiekis fasade pasiskirsto nevienodai, nes lietus lyja tam tikru kampu (žr. 2.10 pav.).



2.10 pav. Kritulių kiekis pastato paviršiuje

Didžiausias kritulių kiekis pastato paviršiuje susikaupia prie parapetų, kitų pastato dalių, kurių vietose susidaro užuovėja. Parapetų įrengimui yra keliama reikalavimai, kuriuose nurodoma jo apskardinimo technologija [14]. Parapetai turi būti iškilę virš hidroizoliacinės stogo dangos paviršiaus ne mažiau kaip 100 mm. Parapetų viršaus nuolydis turi būti į stogo pusę ir ne mažesnis kaip 2,9 °.

Padengiant parapetus skarda, ją būtina iškišti už vertikalaus sienos paviršiaus į abi sienos puses: esant keraminių, silikatinių apdailos plytų ir kitų išorės apdailai naudojamų statybos produktų atsparumui šalčiui, ne mažesniai kaip 100 šaldymo ir šildymo ciklų (Šilutės, Klaipėdos Palangos ir Skuodo rajonuose ne mažesniai kaip 150 šaldymo ir šildymo ciklų), – ne mažiau kaip 50 mm, o esant mažesniai atsparumui šalčiui, – ne mažiau kaip 80 mm.

Mažiausiam skardinio elemento užleidimui ant sienos (vertikalia kryptimi žemyn) būtina atsižvelgti į pastato aukštingumą. Užleidimai turi būti ne mažesni nei kaip nurodyta 2.1. lentelėje.

2.1. lentelė

Mažiausias skardinio elemento užleidimas ant sienos (vertikalia kryptimi žemyn) [14]

Pastato aukštis (m)	Skardinio elemento užleidimas ant sienos (vertikalia kryptimi žemyn) (cm)
< 8	≥ 5
8–20	≥ 8
> 20	≥ 10

Jeigu nesilaikoma reikalavimų, tai nuo parapeto tekantis vanduo pradeda kauptis pastato aukščiausioje vietoje. Šioje vietoje dažniausiai susidaro šešėlis bei užuovėja todėl nei saulė nei vėjas negali greitai išdžiovinti šios vietos. Čia toliau vyksta biologiniai procesai dėl kurių yra pažeidžiama tinkuoto fasado sistema (žr. 2.11 pav.).



2.11 pav. Pastato parapetas paveiktas mikroorganizmų

Užuovėjos susidaro ne tik prie parapetų, bet ir vidiniuose fasado kampuose. Todėl šiose vietose daugiausia lieka neišgarintos drėgmės.

Dvisluoksnėje sistemoje, dėl temperatūros skirtumų tarp išorės ir pastato vidaus, atitvaroje susidaro vandens garai, kurie patenka į vatą. Vata yra akytos struktūros, hidrofobinė, todėl garai vatoje nepasilieka ir toliau keliauja per termoizoliacinę medžiagą link išorės. Vata yra padengta armuojamu ir apdailos sluoksniu. Dėl šių sluoksnių sandaros garai lengvai nepereina per apdailos sluoksnį ir šioje vietoje pradeda kauptis. Į termoizoliacinę medžiagą per apdailos sluoksnį gali patekti ir lietaus vanduo. Dideli vandens kiekiai nespėja išdžiūti. Tačiau dėl vandens ir vatos tankumo skirtumo, vanduo nesikaupia vienoje vietoje apšiltinimo medžiagoje. Visa patekusi į vatą drėgmė per

vatos kapiliarus keliauja žemyn. Didžiausios drėgmės susikaupimo vietos vatoje, tai prie cokolio, palangių, kraigų ar kitų išsikišusių horizontalių vietų (žr. 2.12 pav.).



a)



b)

2.12 pav. Akmens vata šiltinto fasado pažaidų vietos: a) prie horizontalių paviršių; b) fasado apačia

Perdrėkusi šiltinimo medžiaga praranda savo hidrofobines savybes, o jei perdrėkusią medžiagą paveikia neigiama temperatūra, tai vatos pluošto struktūra suyra, vata praranda mechanines savybes [7].

Dėl lėto persiskverbimo per termoizoliacijos sluoksnį, didesnė drėgmės dalis kaupiasi atitvaroje. Šiltinimo medžiaga glaudžiai liečiasi su atitvara, nesudaro vėdinamo tarpo, todėl besikaupiančioje drėgmėje pradeda vystytis daugialąsčiai mikroorganizmai – pelėsiai. Šie mikroorganizmai į aplinką išskiria nuodingų ir sveikatai pavojingų medžiagų.

Lietaus vanduo persiskverbęs per apdailos medžiagą pradeda kauptis jos sluoksnyje, nes šiltinimo medžiaga nepraleidžia vandens molekulių per save. Jei vandens kiekis nebuvo didelis ir po jo patekimo į apdailos sluoksnį fasadą šildė šaulės energija, tai susikaupęs vanduo išdžiūsta. Tačiau jei apdaila stipriai permirksta, ilgą laiką būna drėgna, tuomet apdailos sluoksnyje taip pat pradeda vystytis mikroorganizmai, kurie pažeidžia ne tik apdailos sluoksnį, bet ir šiltinimo medžiagą (žr. 2.13 pav.).



2.13 pav. Fasado apdailos sluoksnio pažeidimai

Skaičiuojant išorės atitvaros šilumos perdavimo koeficiento vertę prie termoizoliacinės medžiagos deklaruojamo šilumos laidumo koeficiento papildomai įvertinamas jos įdrėkimas. Nevėdinamoje sistemoje prie mineralinės vatos ir polistireninio putplasčio EPS šilumos laidumo koeficiento prisideda $0,002 \frac{W}{mK}$. Projektinis šilumos laidumo koeficientas padidėja, todėl atitvaras reikia šiltinti storesniu sluoksniu. Per šias atitvaras vyksta intensyvūs drėgmės ir temperatūros svyravimai, todėl tuo metu mažėja sienos izoliacinis efektyvumas.

2.3.2. Vėjo įtaka

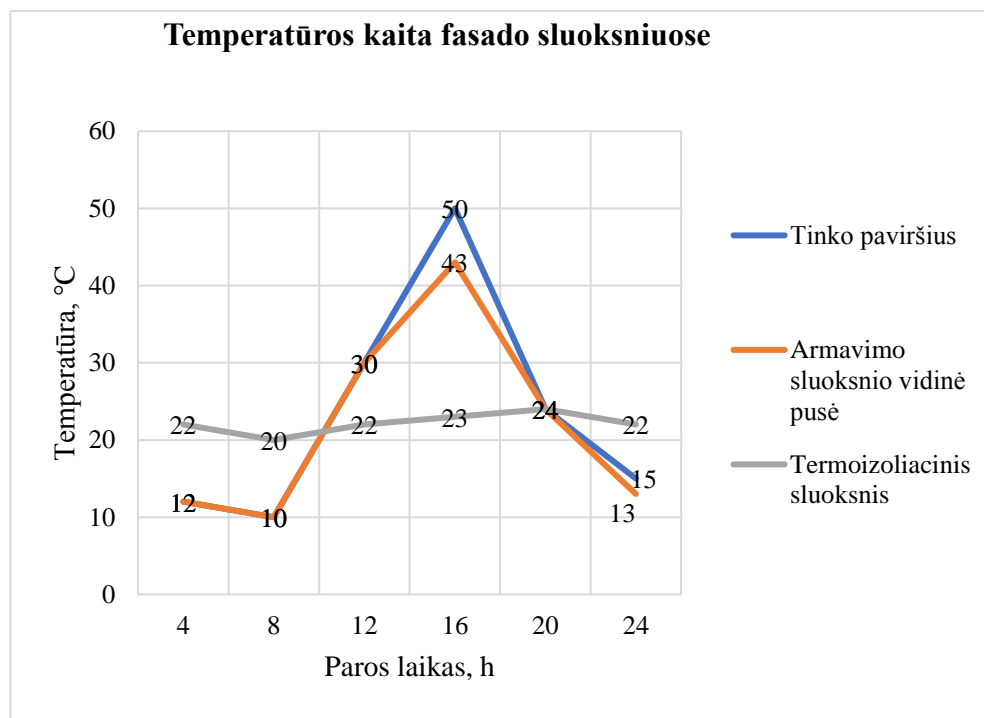
Vėjas pastatą veikia teigiamai ir neigiamai. Vėjo teigiamas poveikis fasadui tai fasado vėdinimas, džiovinimas pašalinant susikaupusią drėgmę. Neigiamas vėjo poveikis – fasadas pripildomas šalto oro. Taip pat vėjo jėga yra didelė ir jei dėl drėgmės pertekliaus tinkas yra atšokęs nuo pagrindo sudaręs oro tarpą, tai vėjas patekęs į šį tarpą gali nuplėšti tinkuotą fasadą.

Šių neigiamų vėjo poveikių galima išvengti. Termoizoliacinės medžiagos turi savo fizikines savybes, todėl šios medžiagos atsižvelgiant į jų savybes negali būti naudojamos bet kur. Tinkuojamam fasadui yra rekomenduojamos tankesnio pagrindo plokštės, kurios apsaugotų fasadą nuo vėjo prasiskverbimo iki atitvaros.

Norint išvengti fasado atplėšimo, projektuotojai projektuodami tinkuojamą fasado sistemą turi įvertinti pastato būvimo vietą pagal regionus, pastato užstatymo vertę, apdailos medžiagos svorį ir tinkamai parinkti armuotam sluoksniui medžiagas bei technologiją.

2.3.3. Saulės įtaka

Saulė fasadą veikia dviem spektrais: infraraudonaisiais (toliau – IR) spinduliais ir UV spinduliais. IR spinduliai dar vadinami šiluminiais spinduliais. Saulė veikdama fasadą, jį gali įkaitinti tiek, kad jo temperatūra gali skirtis daugiau nei du kartus nuo lauko oro temperatūros. Buvo atliktas tyrimas, kurio metu į tinkuojamą sistemą buvo įdėti jutikliai ir išmatuota fasado temperatūra tarp skirtingų sluoksnių. Iš sudarytos diagramos (žr. 2.14 pav.) matyti, kad dienos metu išorinis apdailos sluoksnis gali pasiekti iki 50 °C, armavimo sluoksnio vidinė dalis – 43 °C, o aplinkos temperatūra tuo metu buvo 23 °C.



2.14 pav. Fasado įkaitimo temperatūra vasaros metu [10]

Žiemos metu saulė nebėra tokia kaitri, tačiau ji fasadą vis tiek daug įkaitina nors lauko oro temperatūra yra minusinė. Šiuo atveju fasadas patiria temperatūrų skirtumo sukeltas išsiplėtimo ir susitraukimo deformacijas, kurios ardo tinko struktūrą.

Išorinio sluoksnio temperatūrinių deformacijų metu apdaila pradeda trūkinėti, susidaro plyšiai, apdailos sluoksnis atplėšiamas nuo sienos konstrukcijoje esančių tolimesnių sluoksnių. Taip reikšmingai sumažėja išorės apdailos mechaninis atsparumas, padidėja vandens įgertis, pro susidariusius plyšius ir įtrūkimus periodiškai patenka vanduo, kuris padidina išorinės apdailos drėgmės deformacijas ir sumažina jos atsparumą šalčiui. Šių deformacijų dydis priklauso nuo paviršiaus sluoksnio temperatūros svyravimo amplitudės ir dažnio. Pastato sienos paviršiaus sluoksnio temperatūra priklauso nuo išorės oro temperatūros, saulės šiluminės spinduliuotės ir ilgabangės dangaus skliauto spinduliuotės kompleksinio poveikio. Prognozuojant pastatų ir jų konstrukcijų ilgaamžiškumą, analizuojamos ekstremalios teigiamos ir neigiamos išorės oro

temperatūros. Didžiausios teigiamos išorės oro temperatūros vidutinio klimato zonoje nedaug (15 – 20 °C) skiriasi nuo aplinkos oro temperatūros statybos apdailos įrengimo metu, todėl nesukelia reikšmingų temperatūrinių deformacijų. Sienų paviršių temperatūra tampa žymiai didesnė už aplinkos oro temperatūrą veikiant Saulės šiluminei spinduliutei. Siekiant nustatyti Saulės spinduliuotės poveikį apdailos paviršiaus temperatūrai, apskaičiuojamas arba iš norminės literatūros paimamas didžiausias į paviršių patenkančios Saulės spinduliuotės srauto tankis. Bendroji Saulės spinduliuotė normose pateikiama MJ/m² per laiko vienetą (parą, mėnesį) ir nusako, koks vidutinis Saulės spindulinės šilumos kiekis perduodamas į Žemės paviršiaus kvadratinį metrą per tam tikrą laiką. Paprastai tinkuoto fasado paviršiai būna vertikalūs, todėl šias sistemas veikia tiesioginė, išsklaidytoji ir atspindėtoji Saulės spinduliuotės.

Ilgalaikis Saulės poveikis neigiamai veikia medžiagos ilgaamžiškumą. Veikiant ultravioletinei (UV) Saulės spinduliutei, sienos išoriniame paviršiuje sukeliama fotocheminiai irimai. Saulės UV spinduliai, pasiekę polimerinių dažų ar tinkuojamos dangos paviršius, suskaido polimerines grandines, kurios susidarė kietėjant polimeriniam rišikliui ar panaudotam polimeriniam priedui. Tokios dangos nėra atsparios UV sukeliama ardomajam procesui, taip pabloginamos fizikinės išorinių dangų savybės. Esant Saulės UV spinduliuotės poveikiui išorinės dangos ardomos, sumažinamas elastingumas, išorinis sluoksnis atitrūksta nuo pagrindo.

Tinke esančios molekulės pasikrovusios saulės energijos pradeda sparčiai judėti. Judėdamos ardo tinko struktūrą sudarydamos tuštumines ertmes, kurios laikui bėgant tampa pūslėmis.

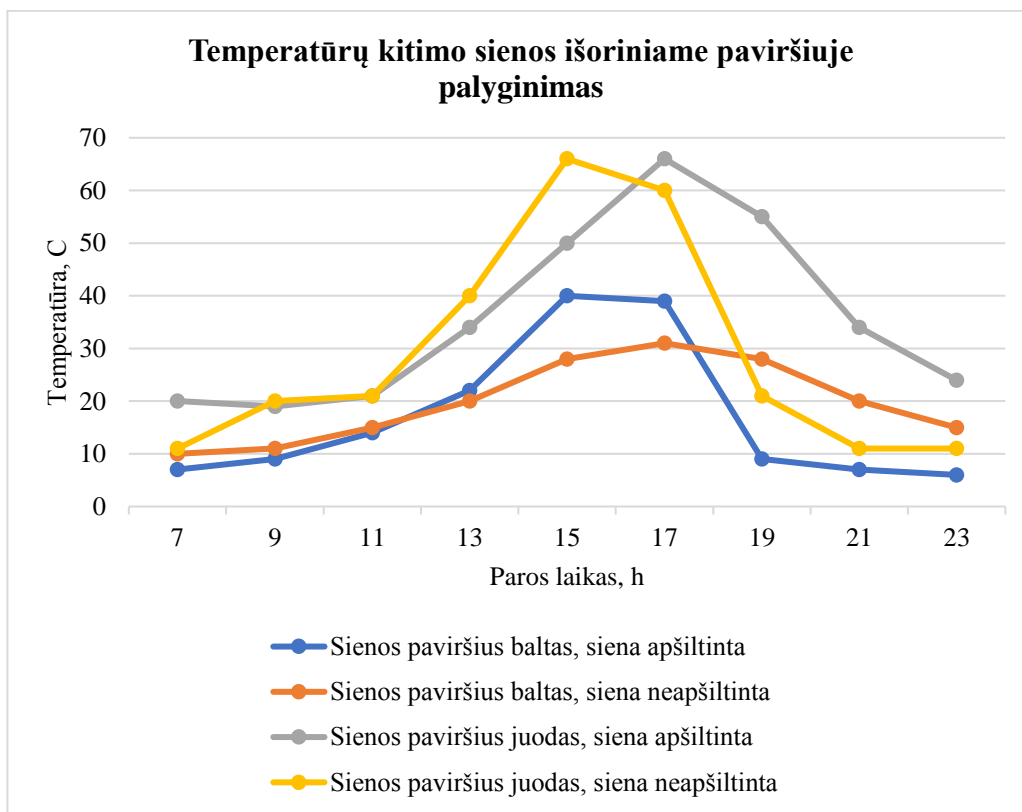
Šiose pūslėse kaupiasi vandens molekulės. Jei fasadas apšiltintas organine medžiaga, tai susikaupęs vanduo negali lengvai išsiskverbti į šiltinimo medžiagą. Vandens molekulės lieka apdailiniam sluoksnyje. Ši likusi drėgmė gali suveikti dvejopai. Vasaros metu, kai saulė nespėja išdžiovinti fasado ir jame nuolat kaupiasi drėgmė, tai tokioje terpėje vystosi mikroorganizmai, kurie sparčiai dauginasi ir užkrečia fasadą. Žiemos metu likusi drėgmė fasade veikiama šalčio ir šilumos ciklų ardo tinko struktūrą, susidariusiose pūslėse vandens molekulės virsta ledo kristalais, kurie plečiasi taip pat plėsdami tinką. Dieną saulei pašildžius fasadą, ledo kristalai vėl virsta vandeniu. Po daugeli tokių ciklų silpnesnės tinko vietos įtrūksta, plyšta ir atsilupa (žr. 2.15 pav.).



2.15 pav. Atsilupęs fasado tinko sluoksnis

Tinkuotam fasade yra dvi tokios pavojingos vietos dėl atsiluksniavimų. Pirma zona tai tarp dažų ir tinko sluoksnio jei fasadas yra dažytas. Antra zona – tarp dekoratyvinio tinko ir armavimo tinko.

Saulės spinduliuotės kiekio intensyvumas priklauso ir nuo fasado spalvos. Pagal fizikos žinias yra žinoma, jog kuo tamsesnė spalva, tuo ji labiau traukia saulę (2.16 pav.). Todėl fasado apdailos spalvines kombinacijas taip pat reikia rinktis atsakingai.

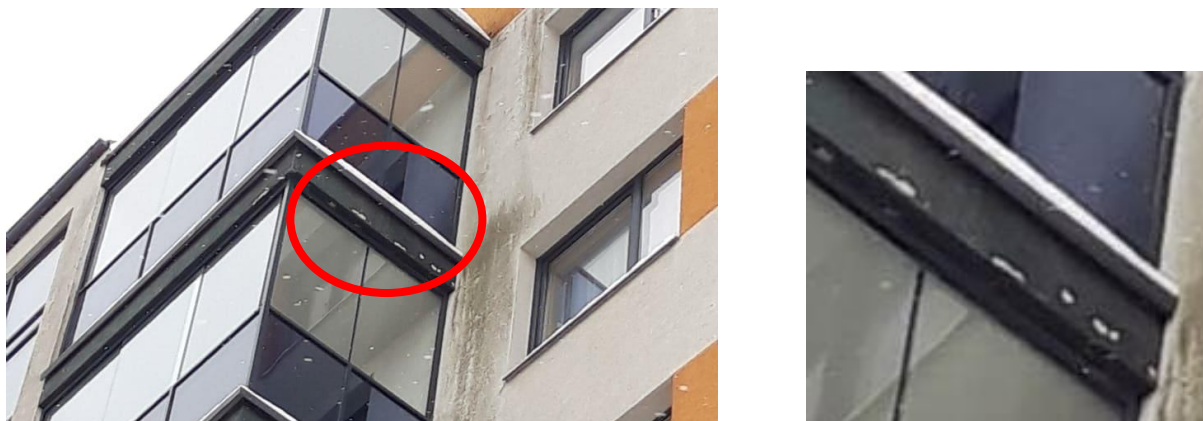


2.16 pav. Fasado įkaitimo laipsnis pagal apdailos spalvą [10]

Buvo atliktas tyrimas ir vertinama fasado įkaitimo temperatūra, kai:

- fasadas šviesios spalvos, kai jis apšiltintas arba neapšiltintas;
- fasadas tamsios spalvos, kai jis apšiltintas arba neapšiltintas.

Tyrimas parodė, kad fasadas, nesvarbu ar padengtas termoizoliacine medžiaga ar ne, įkaista iki vienodos temperatūros. Įkaitimo temperatūrai turi įtakos tik spalvinė gama (žr. 2.17 pav.).



2.17 pav. Fasado pažeidimai

Tamsios spalvos fasadas gali įkaisti beveik du kartus daugiau nei šviesios spalvos fasadas. Tamsią apdailos spalvą patartina naudoti šiaurinėje pastato pusėje bei nedideliuose plotuose.

Apdailos medžiagoms keliami tam tikri reikalavimai dėl atspindžio. Renkantis apdailos spalvą, būtina atkreipti dėmesį į spalvos atspindžio koeficiento vertę. Atspindžio koeficientas apibūdina paviršiaus savybę atspindėti į jį krintantį šviesos srautą.

Atspindžio koeficiento vertė skirstoma į tris grupes (žr. 2.18 pav.):

- šviesus, kai koeficiento vertė didesnė nei 40 %;
- vidutinis, kai koeficiento vertė tarp 20 % ir 40 %;
- tamsus, kai koeficiento vertė mažesnė nei 20 %.



2.18 pav. Spalvų gama

Tinkuojamų fasadinių sistemų spalvinė gama nerekomenduojama, kurios atspindžio koeficiento vertė mažesnė nei 20 %.

Pastatų fasadų šiaurinės pusės gauna mažai saulės, jei šioje pusėje prisikaupia daugiau drėgmės, ji nespėja išgaruoti. Todėl saulės intensyvumą šiai pusei galima paskatinti jei fasadui bus parinktos vidutinio atspindžio koeficiento vertės spalvos. Priešingybė yra su vakariniu fasadu. Ši fasado pusė gauna labai daug saulės energijos, ji stipriai perkaista, todėl jos spalvinė gama turėtų būti šviesesnė.

Saulės energija veikia ne tik apdailos sluoksnius, bet ir termoizoliacines medžiagas. Dėl stiprios saulės spinduliuotės šviesios spalvos fasado tinkas įkaista iki 40 – 50 °C, tuo tarpu pačios atitvaros temperatūra siekia apie 20 – 25 °C (žr. 2.14 pav.). Dėl šio temperatūros skirtumo tinkas vaikšto tiesine kryptim, susitraukia, išsiplėčia. Šiuo atveju organinės kilmės šiltninimo medžiagas veikia tangentiniai įtempimai dėl kurių termoizoliacinė medžiaga ne tik traukiasi, bet dar ir riečiasi.

Taip judant termoizoliacinei medžiagai fasado paviršiuje susidaro nežymūs iškilimai. Šie iškilimai kenkia apdailos sluoksniui, sukeliant vertikalius įtrūkimus. Norint išvengti organinės medžiagos išsipūtimą, ją reikia tvirtinti ne tik klijais, bet ir smeigėmis.

Apšiltintos sienos energinis efektyvumas bus užtikrinamas visą eksploatacijos laikotarpį tik tada, kai bus suderintos jos sluoksnių garų izoliacinės savybės (nebus drėgmės kaupimosi sienos konstrukcijoje), optimizuotos išorinės apdailos vandens garų ir vandens pralaidumo savybės bei užtikrintas išorinės dangos ilgaamžiškumas (termoizoliacinis sluoksnis bus apsaugotas nuo klimato poveikio).

2.4. Smūgio poveikis

Fasadui tenka patirti ne tik klimato poveikio sukeltus fizikinius ir biologinius poveikius, tačiau dar fasadas patiria ir smūgio poveikį. Smūgiu pažeidžiamiausios pastato vietos: cokolis, fasadas iki 1 m aukščio nuo žemės paviršiaus, angokraščiai prie durų, langų (žr. 2.19 pav.).



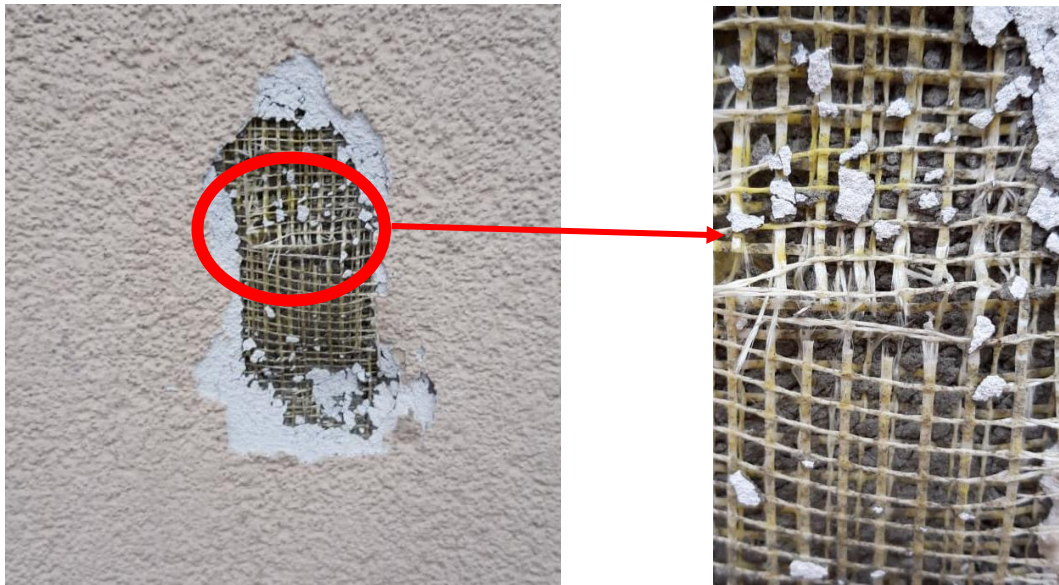
a)



b)

2.19 pav. Smūgio pažeistos pastato dalys: a – fasado apatinė dalis; b – angokraštis prie durų

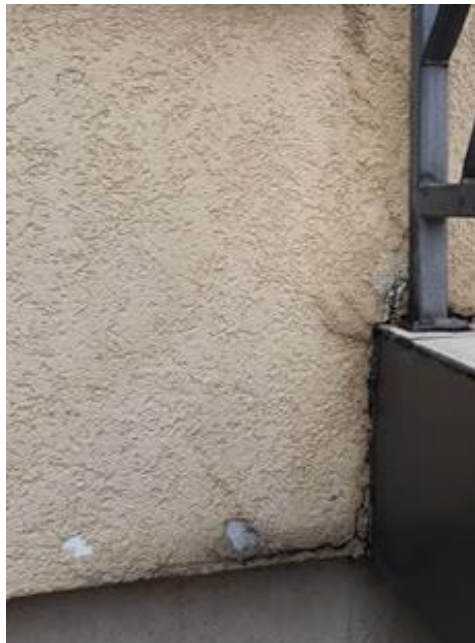
Fasado apdaila patirdama stiprų tiesioginį smūgį gali nubyrėti jei armuoto tinko sluoksnis yra per silpnas ar armavimui panaudotas per silpnas armavimo tinklelis (žr. 2.20 pav.)



2.20 pav. Nutrupėjęs apdailos sluoksnis

Šitokio dydžio pažeidimas – tai atvira žaizda tinkuoto fasado sistemoje. Patekę krituliai, purvas į šią pažaidą ardo tolimesnius sistemos sluoksnius.

Tinkas ant fasado įrengiamas kelių milimetrų sluoksniu. Jeigu apatinis tinko sluoksnis įrengiamas bespalvis, o ant viršaus padengiamas dekoratyvinis tinkas kuris nudažomas, tai po dekoratyvinio tinko sluoksnio nubyrėjimo fasade išsiskirs spalva (žr. 2.21 pav.).



2.21 pav. Nubyrėjęs dekoratyvinio tinko sluoksnis

Tokias vietas nėra lengva pataisyti, nes fasado spalva būna parinkta pagal tam tikrą RAL koduotę, o fasadas eksploatacijos metu dėl saulės ultravioletinės spinduliuotės patiria nublukimą, todėl bus sunku suderinti dažų spalvą.

Pagal atsparumą smūgiams fasadų paviršiai skirstomi į tris kategorijas - I, II ir III. I kategorija – smūgiams atspariausias paviršius. Ši fasado savybė priklauso nuo apdailai naudojamo

tinko, armavimo sluoksnio ir armavimo tinklelio. Įrengiant armuojamąjį sluoksnį būtina parinkti tinkamą technologiją kiekvienai fasado zonai.

Sustiprinti smūgio zonas galima keliais variantais. Vienas iš patogiausių ir greičiausių būdų, tai pirmo aukšto lygyje ar tose vietose, kur, tikėtina, fasadui teks atlaikyti smūgius, tinkuojant įterpti antrą armavimo tinklelio sluoksnį.

Kitas iš būdų, tai naudoti sustiprintus tinkus ir armavimo mišinius. Tačiau šie mišiniai nėra pigūs ir dėl išėigos juos geriausia naudoti tik tuose lygiuose, kuriuose jų prireiks. Įrengiant cokolio zoną neiškyla jokių problemų dėl sustiprinto tinko ir armavimo mišinio naudojimo, nes cokolis priklauso pirmajai kategorijai, todėl jį visą reikia vienodai stiprinti. Šių medžiagų panaudojimas yra nepatogus, kai ketinama fasado apatinę dalį sustiprinti. Tuomet reikia apskaičiuoti plotą, kuriame prireiks kitokio tinko, stabdyti darbus tinkui pakeisti. Kurį variantą pasirinkti sprendžia statybos vadovas arba jam pavaldus darbų vadovas.

3. TYRIAMASIS DARBAS

3.1. Tyrimo metodika

Tiriamasis darbas orientuotas į Panevėžio miesto daugiabučių namų renovacijas, kuriose buvo įrengtas tinkuotas fasadas. Tiriamojo darbo tikslas – išanalizuoti renovuotų daugiabučių namų fasado būklę, jų įrengimui parinktus sprendinius.

Tiriamąjį darbą atlikau pasinaudojusi trimis metodais: interviu, vizualizacijos bei daugiakriteriu vertinimu (SAW).

Interviu priskiriamas prie kokybinių duomenų rinkimo būdų. Kokybinis tyrimas – sistemingas situacijos, įvykio, individo ar grupės tyrimas natūralioje aplinkoje, siekiant suprast tiriamuosius reiškinius bei pateikti interpretacinį iš situacijų analizės kylantį paaiškinimą [15]. Šios metodikos tyrimo išvadas galima interpretuoti kaip hipotetinius teiginius, tačiau tokius teiginius reikia ir toliau tikrinti.

Kokybinio tyrimo duomenų rinkimui taikomi šie metodai:

- stebėjimas;
- pokalbis;
- duomenų rinkimas;
- analizė.

Stebėjimo metodu analizavau Panevėžio miesto daugiabučių pastatų estetinę būklę. Apžiūrinėjant šiuos pastatus sudariau klausimyną, kad sužinojusi atsakymus galėčiau pateikti išvadą savo tiriamojo darbo iškeltiems uždaviniams.

Pokalbio (interviu) metu su „BETA“ agentūros darbuotoja buvo panaudojami parengti klausimai. Interviu – yra pagrindinis kokybinių duomenų rinkimo būdas. Kokybinuose tyrimuose interviu skirstomas į tris struktūravimo lygmenis:

- griežtas struktūruotas interviu;
- pusiau struktūruotas interviu;
- nestruktūruotas interviu.

Atlikto interviu metu buvo pasirinktas pusiau struktūruotas interviu. Šis interviu yra plačiausiai taikomas iš visų kokybių interviu. Pusiau struktūruotas interviu apibrėžiamas kaip pokalbis pagal iš anksto parengtus klausimus. Tačiau tyrėjas visuomet turi būti pasirengęs išplėsti pasakojimo temas. Pagrindinis pusiau struktūruoto interviu atliekant kokybinį tyrimą bruožas yra tas, kad tyrėjas prieš pradėdamas interviu turi labai aiškų klausimų sąrašą, tačiau visuomet yra pasiruošęs improvizuoti.

Lyginant su kitais interviu metodais, šiam interviu reikia:

- daugiau pasiruošimo prieš interviu;

- daugiau susikaupimo ir kūrybiškumo;
- daugiau laiko analizei ir interpretacijai.

Interviu metu buvo užduodami šie klausimai:

1. Kuriais metais buvo modernizuojamas kiekvienas daugiabutis pastatas su tinkuojamo fasado sistema?
2. Kokia buvo parinkta termoizoliacinė medžiaga fasado apšiltinimui?
3. Kokios rūšies buvo parinktas apdailos tipas?
4. Kurios įmonės modernizavo daugiabučius pastatus?

Interviu metu iškilo dar papildomai klausimų apie daugiabučių pastatų renovacijai panaudotas kitas technologijas.

Sužinojusi kiekvieno daugiabučio pastato su tinkuotu fasadu renovacijos metus bei jų adresus, atlikau vizualinį tyrimą. Buvo apžiūrėti visi daugiabučiai pastatai su tinkuoto fasado sistema, įvertintos pastato fasado būklės, įvertintos pažeidimų vietos.

Atlikus kokybinį tyrimą, buvo pereita prie kiekybinio tyrimo metodų. Kiekybinių tyrimų paskirtis – statistiškai pagrįsti objekto esminius požymius, reiškinių priežastinius ryšius, jo funkcionavimo veiksniai. Kiekybiniais tyrimams atlikti galima pasinaudoti šiais metodais:

- TOPSIS (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) – artumo idealiam taškui metodas [17];
- SAW (angl. *Simple additive Weighting*) – paprastasis adityvus svorių metodas [18];
- COPRAS (anlg. *COmplex PROportional ASsessment*) – kompleksinio proporcingumo vertinimo metodas [19].

Tiriamąjį darbo kiekybiniam duomenų vertinimui pasirinktas SAW metodas. Iš surinktų duomenų sudaroma sprendimų matrica. Norint nustatyti varianto racionalumą, matrica normalizuojama. Normalizacija atliekama, kai matricos nariai maksimizuojami arba minimizuojami.

Visi sprendimo matricos nariai, kuriuos reikia maksimizuoti, normalizuojami pagal 3.1 formulę [20]:

$$\overline{X}_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{ij}^{max}} \quad (3.1)$$

Matricos nariai, kuriuos reikia minimizuoti, normalizuojami pagal 3.2 formulę [20]:

$$\overline{X}_{ij} = \frac{X_{ij}^{min}}{X_{ij}} \quad (3.2)$$

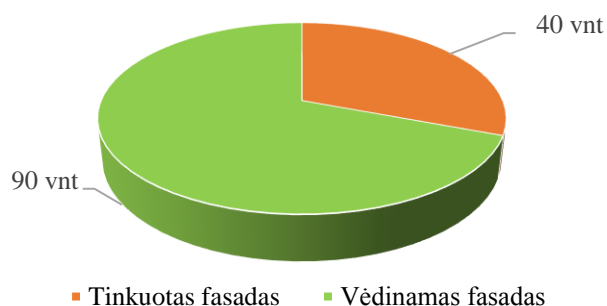
Atlikus matricos normalizavimą, skaičiuojamas variantų racionalumas. Nustatant varianto racionalumą, atitinkamai normalizuotos matricos nariai dauginami iš jų reikšmingumų ir sumuojami.

3.2. Tiriama darbo eiga

Panevėžio mieste renovacijos prasidėjo nuo 2006 m. Renovacijų pradžioje pastatams buvo keičiami šiltinimo vamzdynai, tvarkomi ortakijų kanalai. Nuo 2008 metų prie renovacijos prisidėjo fasadų šiltinimas. Kasmet vis daugėjo daugiabučių namų, kurie priėmė Valstybės skiriamą paramą renovacijos projektams taip pagerindami savo būsto energetinę vertę.

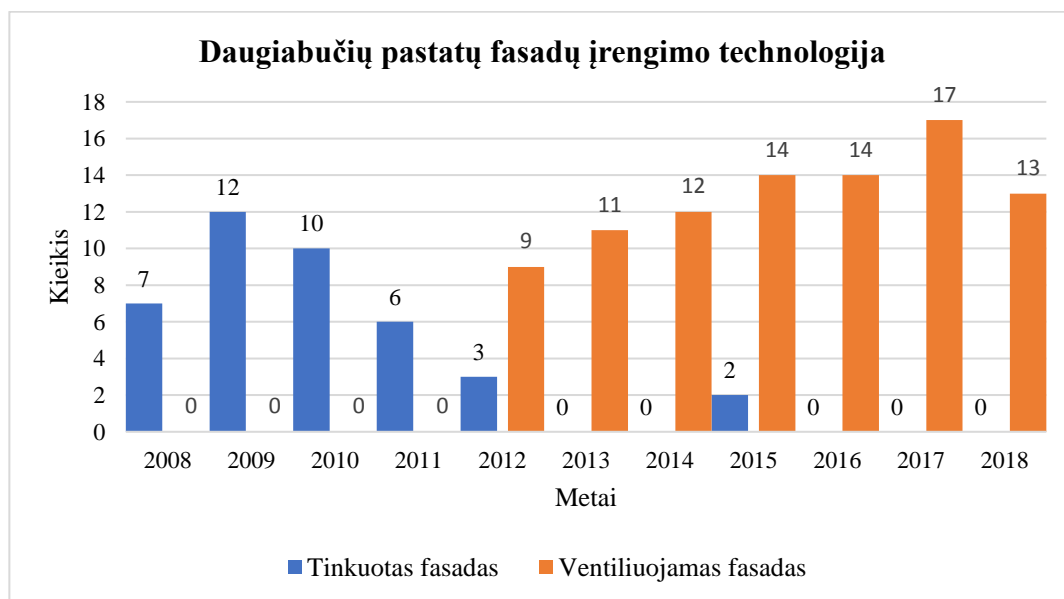
Per dešimt metų Panevėžio mieste buvo atlikta 130 renovacijų, kurių metu buvo sutvarkyti inžineriniai tinklai, pakeisti langai, įstiklinti balkonai, apšiltintos išorinės pastato atitvaros, įrengta jų apdaila. Daugiabučių pastatų fasado modernizavimui pasirinkta tiek tinkuojama tiek ventiliuojama technologija (žr. 3.1 pav.)

Renovuotų daugiabučių namų fasado apdaila 2008 - 2018 m., Panevėžio miestas



3.1 pav.

Renovacijų pradžioje Panevėžio miesto daugiabučių pastatų fasadų sistemai naudota nevedinama sistema su tinko apdaila. Tik šią technologiją naudojo iki 2012 m, o nuo 2012 m pradėta įrenginėti ir ventiliuojami fasadai (žr. 3.2 pav.).



3.2 pav.

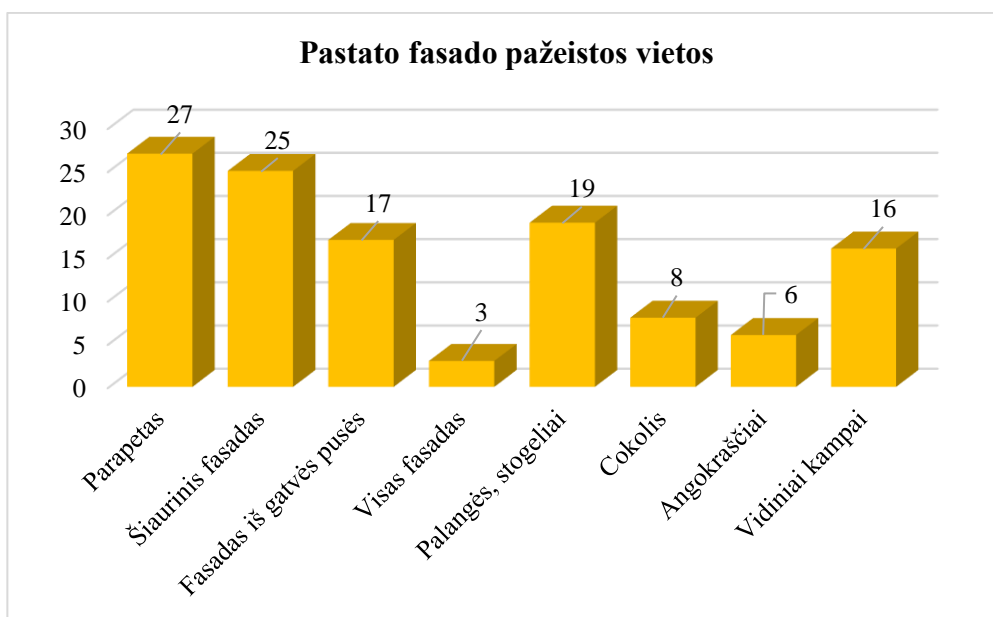
Tinkuotų fasadų sistema nuo 2011 metų prarado savo populiarumą. Šių fasadų populiarumas sumažėjo dėl prieš tai įrengtų fasaduose atsiradusių pažeidimų. Pirmųjų daugiabučių fasadai pradėjo „žaliuoti“ (žr. 3.3 pav.). Tuos žaliavimus sukėlė fasade susikaupusi drėgmė, purvas ir joje besivystantys mikroorganizmai. Šių fasadų šiltinimui buvo parinktos organinės ir neorganinės termoizoliacinės medžiagos. Apdailos sluoksnis įrengtas iš tinko sluoksnio padengtu akriliniaisi, silikatiniais dažais. Pastatai buvo arti pagrindinių miesto gatvių, tankiai užstatytose teritorijose.



3.3 pav. Daugiabutis pastatas modernizuotas 2009 m, Panevėžys.

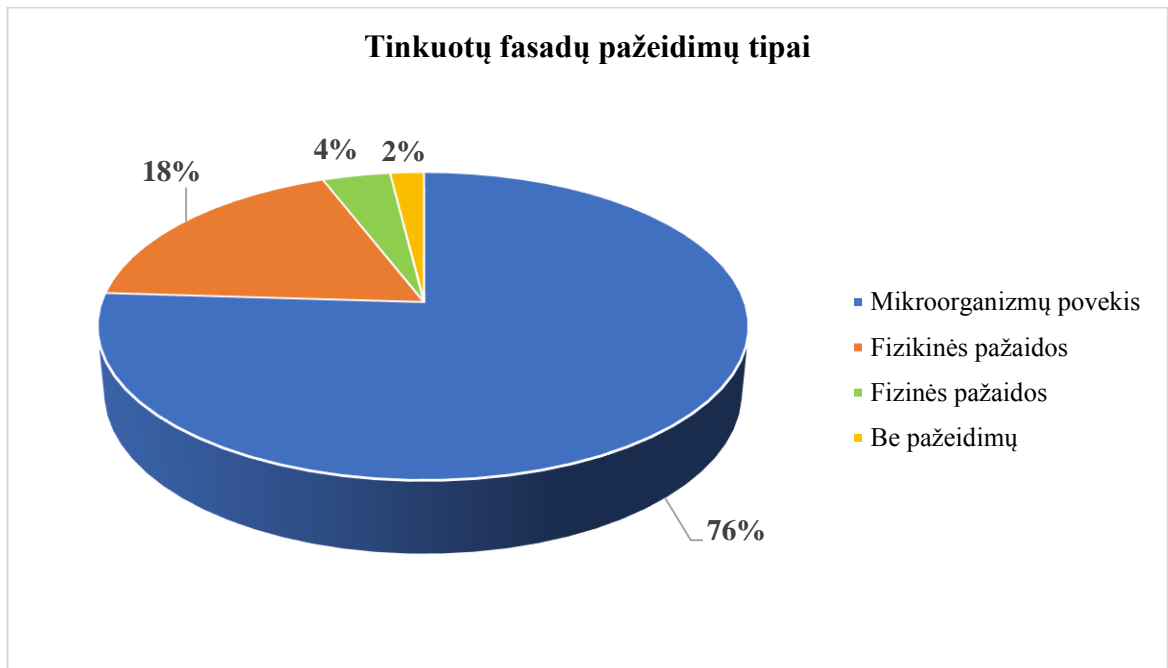
Apdailos medžiagų termoplastiškumas ir hidroplastiškumas nulėmė tų fasadų ilgaamžiškumo pabaigą. Prieš dešimtį metų apdailos medžiagos būdavo hidroskopiškos, todėl medžiaga greitai išbrinkdavo nuo drėgmės, tapdavo minkšta. Prie šios medžiagos lengvai prikibdavo purvas, o drėgnoje ir purvinoje aplinkoje pradėdavo vystytis grybų sporos, dumbliai, pelėšiai.

Pirmųjų tinkuotų fasadų pažeidimų vietos yra cokolis, parapetas, visas fasadas bei smeigių tvirtinimo vietos. Opiausios tinkuotų fasadų vietos yra parapetas, šiaurinis fasadas, palangės, stogeliai (žr. 3.4 pav.).



3.4 pav.

Įvertinti tinkuotų fasadų pažeidimų tipai (žr. 3.5 pav.).



3.5 pav.

Pagal diagramoje pateiktus duomenis galima teigti, jog fasadus labiausiai paveikė mikroorganizmai.

Daugiabučių namų technologijoms buvo parinkti tokie variantai:

- putų polistirolo termoizoliacinė medžiaga padengta tinku ir nudažyta akrilinais dažais;
- akmens vatos termoizoliacinė medžiaga padengta tinku ir nudažyta akrilinais dažais;
- putų polistirolo termoizoliacinė medžiaga padengta tinku ir nudažyta silikatiniais dažais;
- akmens vatos termoizoliacinė medžiaga padengta tinku ir nudažyta silikatiniais dažais;
- putų polistirolo termoizoliacinė medžiaga padengta tinku ir nudažyta silikoniniais dažais;
- akmens vatos termoizoliacinė medžiaga padengta tinku ir nudažyta silikoniniais dažais.

Technologijų įvertinimui pasirinkti šie kriterijai:

- garų pralaidumas;
- atsparumas drėgmei;
- spalvos išlaikymas;
- atsparumas purvui;
- sąmatinė vertė.

Statybos technologijos inžinierius kiekvienam rodikliui nurodė reikšmingumą q_j . Taip pat jis kiekvieną rodiklį atitinkamai minimizavo ir maksimizavo. Sprendimų priėmimo matrica nurodyta 3.1 lentelėje.

3.1. lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Technologija	Garų pralaidumas	Atsparumas drėgmei	Atsparumas purvui	Šašmatinė vertė, Eur/m ²
EPS+ akriliniai dažai	2	3	4	58,31 €
EPS+ silikatiniai dažai	3	2	3	48,74 €
EPS+ silikoniniai dažai	3	4	4	47,90 €
Vata + akriliniai dažai	3	3	4	62,91 €
Vata + silikatiniai dažai	4	2	3	53,33 €
Vata + silikoniniai dažai	4	3	4	52,50 €
q_j — efektyvumo rodiklio reikšmingumas	0,3 min.	0,4 min.	0,2 max.	0,1 max.

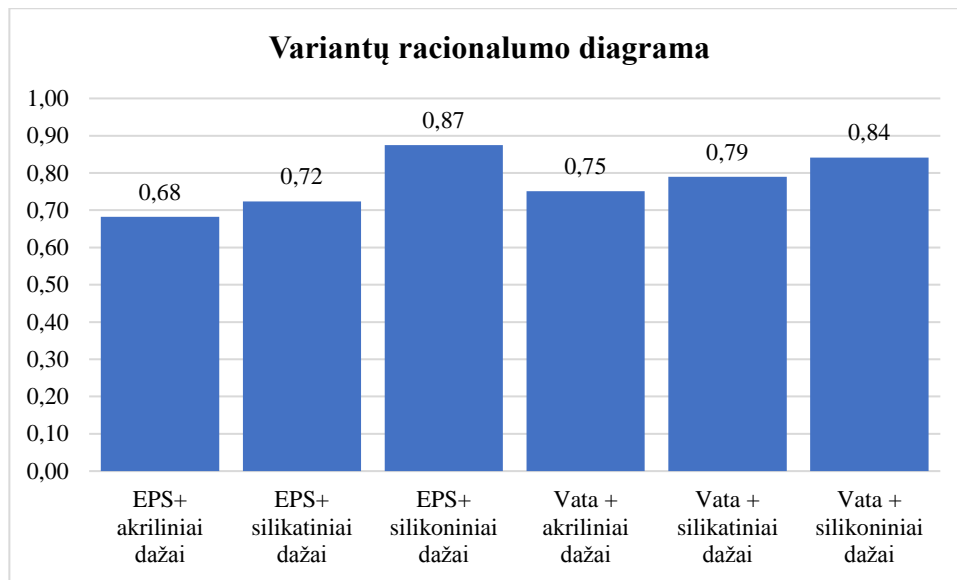
Sudarius sprendimų priėmimo matricą, atliekamas reikšmių normalizavimas pagal 7 ir 8 formules. Gautos reikšmės pateiktos 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė

Normalizuota sprendimų matrica

Technologija	Garų pralaidumas	Atsparumas drėgmei	Atsparumas purvui	Šašmatinė vertė, Eur/m ²
EPS+ akriliniai dažai	0,50	0,75	0,75	0,82
EPS+ silikatiniai dažai	0,75	0,50	1,00	0,98
EPS+ silikoniniai dažai	0,75	1,00	0,75	1,00
Vata + akriliniai dažai	0,75	0,75	0,75	0,76
Vata + silikatiniai dažai	1,00	0,50	1,00	0,90
Vata + silikoniniai dažai	1,00	0,75	0,75	0,91

Apskaičiuojamos alternatyvos. Arčiausiai vieneto esanti reikšmė yra racionaliausias variantas daugiabučių namų tinkuojamų fasadų technologijai parinkti, norint išvengti mikroorganizmų poveikio fasado sistemai (žr. 3.6 pav.).



3.6 pav.

Pagal gautus duomenis tinkamiausias variantas fasado sistemai – EPS termoizoliacinė medžiaga padengta tinku, kurio apdailai panaudoti silikoniniai dažai.

Parinkus tinkamą technologiją išvengiami fasadų pažeidimai. Tinkamai suderinus fasado termoizoliacines medžiagas ir apdailą išvengiami biologiniai pažeidimai. Išanalizavus apdailos sluoksnio medžiagų technines savybes ir tinkamai jas parinkus išvengiamos fizikinės pažeidimai. Įvertinus fasado dalių atsparumo lygius ir jiems parinkus tinkamą armavimą išvengiami fiziniai pažeidimai.

4. DAUGIABUČIO PASTATO RENOVACIJOS PROJEKTAS

4.1. Tinkuoto fasado sąmatinė vertė

Netinkamai parinkta technologija daugiabučio namo modernizavimui, jo atnaujinimui skirtus kaštus gali stipriai padidinti. Netinkamai atliktos modernizacijos pasekmes reikia pašalinti, norint išsaugoti pastatą energetiškai efektyviu. Pasekmių šalinimas padidina pastato modernizavimo išlaidas.

Siekiant įvertinti pasirinktos netinkamos technologijos pasekmes pastatui atliktas ekonominis palyginimas tarp jau atliktos modernizacijos ir jos klaidų taisymo bei parinktos technologijos.

Palyginimui pasirinktas daugiabutis pastatas stovintis statybininkų g. 22, Panevėžio mieste, kurio renovacija vyko 2008 m. Šio pastato cokolio modernizavimui buvo pasirinkta EPS 100 termoizoliacinė medžiaga 50 mm storio. Fasado apšiltinimui parinkta EPS 70 termoizoliacinė medžiaga 150 mm storio. Cokolio ir fasado tinkui panaudotas mineralinis tinkas. Šis tinkas nudažytas akriliniaisiais dažais. Šio pastato cokolio plotas 126 m², fasado plotas – 1950 m², be langų ir durų plotų. Pastato cokolio ir fasado modernizavimas daugiabučio gyventojams kainavo 143985,43 Eur. Ši kaina apskaičiuota su „Sistela“ programa pagal 2008 m 03 mėn. įkainius įvertinus panaudotą technologiją cokolio ir fasado modernizavimui (žr. 4.1 lentelė). Kainos konvertuotos į eurus.

4.1 lentelė

Lokalinė sąmata

Sąm eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Kaina EUR	
					Vieneto kaina	Iš viso
	4	EPS + tinkas + akriliniai dažai				
1	N15P-1501	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas, kai pastolių plotis 0,73 m, aukštis iki 15 m (100 m ² vertikalios projekcijos)	100m ²	22,10	193,78	4282,46
2	N26P-1201	Rūsio sienų ir cokolio šiltinimas, naudojant putų polistireno plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 50.00 mm	100m ²	1,26	1212,80	1528,13
3	N26P-1206	Sienų šiltinimas, klijuojant ir tvirtinant mechaniškai, kai naudojamos putų polistireno plokštės, izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100m ²	19,50	1975,24	38517,24
4	N15-104-3	Fasadų sienų su angokraščiais 2-jų sl. tinkas, armuojant tinkleliu, kai viršutinis tinko sl. dekoratyvinis k8=1.15, k9=1.15	100m ²	20,76	2879,63	59781,06
5	N15P-1405	Pastatų išorinių paviršių dažymas akriliniaisiais dažais vienu sluoksniu k9=1.15	100m ²	20,76	379,69	7882,39
6	N15P-1405	Pastatų išorinių paviršių dažymas akriliniaisiais dažais antru arba kartotiniu sluoksniu k9=1.15	100m ²	20,76	337,42	7004,94
		Skyriuje 4				118.996,22 €
		Žiniaraštyje 4				118.996,22 €
		Pridėtinės vertės mokestis 21.00%				24.989,21 €
		Iš viso žiniaraštyje 4				143.985,43 €

Šios modernizacijos apdailos sluoksnis po trijų metų visiškai buvo paveiktas biologinių procesų. Tai lėmė apdailos medžiagos hidroskopiškumas, drėgmės kiekis, aplink pastatą esantys medžiai, tankus pastato užstatymas (žr. 4.1 pav.).



4.1 pav. Daugiabutis – pastatas A (Statybininkų g. 22, Panevėžys)

Norint išvengti tolimesnių šio fasado sistemos pažeidimų, buvo atliktas fasado sanavimas. Sanavimas atliktas viso fasado paviršiui. Sanavimo ir apdailos sluoksnio įrengimas papildomai daugiabučio namo gyventojams kainavo 96650,14 Eur. (žr. 4.2 lentelė). Lokalinė sąmata sudaryta pagal 2011 m 03 mėn. įkainius kainas konvertuojant į eurus.

4.2 lentelė

Lokalinė sąmata - sanavimas

Sąm eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Kaina EUR	
					Vieneto kaina	Iš viso
	1	Fasado sanavimas				
1	F15-2-9	Fasadų paviršių sanavimas, numušant tinką, nuplaunant ir tinkuojant vienu sl. spec.tinko mišiniais, apdailinant glaist. k8=1.04,k9=1.15	m2	2076,00	28,66	59496,91
2	N15P-1316	Pastatų išorinių paviršių tinkavimas raižyta tekstūra dekoratyviniais tinko skiediniais (sluoksnis 2.00 mm , sienos su angomis) k8=1.15,k9=1.15	100m2	20,76	981,66	20379,24
		Skyriuje 1				79.876,15 €
		Žiniaraštyje 1				79.876,15 €
		Pridėtinės vertės mokestis 21.00%				16.773,99 €
		Iš viso žiniaraštyje 1				96.650,14 €

Pastato apdailai parinktas spalvotas silikoninių dervų mišiniu užpildytas dekoratyvinis, raižytos tekstūros, tinkas. Atnaujinus apdailos sluoksnį šiuo dekoratyviniu tinku, fasadas iki šiol išliko nepažeistas nei biologinių nei fizikinių defektų (žr. 4.2 pav.).



4.2 pav. Daugiabučio namo fasadas (Statybininkų g. 22, Panevėžys)

Šio pastato cokolio ir fasado sistemos modernizavimui bei apdailos sluoksnio sanavimui išleista 240635,57 Eur. Pirmu modernizacijos atveju jei būtų pasirinkę fasado apdailą su silikoniniu dekoratyviniu tinku, modernizacijai būtų išleidę 149770,42 Eur. Lokalinė sąmata sudaryta pagal 2008 m 03 mėn. įkainius, kainas konvertuojant į eurus.

4.3 lentelė

Lokalinė sąmata

Sąm eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Kaina EUR	
					Vieneto kaina	Iš viso
	1	EPS ir spalvotas dekoratyvinis tinkas				
1	N15P-1501	Fasadinių pastolių įrengimas ir išardymas , kai pastolių plotis 0,73 m, aukštis iki 15 m (100 m ² vertikalios projekcijos)	100m ²	22,10	193,78	4282,46
2	N26P-1201	Rūsio sienų ir cokolio šiltinimas , naudojant putų polistireno plokštes, kai izoliacijos sluoksnio storis 50.00 mm	100m ²	1,26	1212,80	1528,13
3	N26P-1206	Sienų šiltinimas, kljuojant ir tvirtinant mechaniškai,kai naudojamos putų polistireno plokštės, izoliacijos sluoksnio storis 100 mm	100m ²	19,50	1975,24	38517,24
4	N15-104-3	Fasadų sienų su angokraščiais 2-jų sl. tinkas, armuojant tinkleliu, kai viršutinis tinko sl. dekoratyvinis k ₈ =1.15,k ₉ =1.15	100m ²	20,76	3827,04	79449,38
		Skyriuje 1				123.777,21 €
		Žiniaraštyje 1				123.777,21 €
		Pridėtinės vertės mokestis 21.00%				25.993,21 €
		Iš viso žiniaraštyje 1				149.770,42 €

Šiuo atveju fasado įrengimo kaina brangesnė nei pirmu variantu 5784,99 Eur. Tačiau palyginus Statybininkų g. 22 daugiabučio pastato modernizavimą ir šio fasado sanavimo darbus su fasadu padengtu silikoniniu dekoratyviniu tinku, pirminė pastato modernizavimo kaina viršija 90865,15 Eur. Siekiant sutaupyti pirmu variantu, reziumė permokėta ~ 90 tūkst. Eur.

4.2 Technologinė kortelė

Siekiant parengti tinkamą pastato fasado renovacijos projektą svarbu atsižvelgti į:

- pastato aplinką – miškinga vieta, judri gatvė, tankiai apstatyta ir t.t.;
- apdailos sluoksnio pagrindo paruošimą – glaistytas, gruntuotas, dažytas;
- pašalinius veiksnius – drėgmė, pelėsis ir t.t.;
- apdailos sluoksnio technines savybes – garų pralaidumas, atsparumas vandeniui, atsparumas purvui, spalvos blukimas ir t.t.

Daugiabučio pastato aplinkoje yra daug medžių, kurie savo didžiu uždengia pastato fasadą nuo tiesioginių saulės spindulių. Nuo pastato iki judrios gatvės yra ~ 64 m. Taigi pastato fasadui kelia pavojų nuo medžių prie fasadų apdailos prilimpančios sporos, saulės trūkumas, sumažėjęs drėgmės kiekio pašalinimas iš tinkuojamos sistemos medžiagų, padidintas purvo, dulkių, teršalų kiekis. Įvertinus šiuos pavojus tinkuojamo fasado sistemai turi būtų parinktos medžiagos, kurios atsparios drėgmės prasiskverbimui bei kaupimuisi medžiagoje, purvo prilipimui.

Tinkuoto fasado sistema prasideda nuo termoizoliacijos sluoksnio. Šiam sluoksniui, pagal aplinkos poveikį labiausiai tinka organinės medžiagos. Šios medžiagos atsparios drėgmės kaupimuisi, todėl medžiagos sluoksnyje nesikaups drėgmė. Dėl mažo saulės kiekio, medžiagoje nevyks tangentiniai įtempimai ir medžiaga nesiries ir nesukels pavojaus medžiagos išilginiams įtrūkimams. Organinė termoizoliacinė medžiaga tvirtinama klijų mišiniu ir smeigėmis. Klijų mišinys ant medžiagos tepamas visu perimetru bei per vidurį papildomai pridedamos 3 – 4 mišinio krūvelės. Plokštę prie sienos prispaudus klijų mišinys ją padengia ~ 40%. Smeigių tvirtinimas galimas tik po 2 – 4 parų, kai buvo pritvirtinta termoizoliacinė medžiaga klėjais.

Pritvirtinus termoizoliacijos sluoksnį įrengiamas armuojantis sluoksnis. Jo įrengimą galima vykdyti iškart po smeigių tvirtinimo, bet ne vėliau nei po trijų mėnesių. Šis sluoksnis įrengiamas dvejais etapais. Pirmu etapu armavimo mišinys tepamas 2 – 3 mm storio sluoksniu. Į šį mišinį klampinamas armavimo tinklelis. Tinklelio sandūrose jis turi persirišti ne mažiau kaip 100 mm bei neturi sutapti su termoizoliacinės medžiagos siūlėmis. Sekantis sluoksnis tepamas ant pirmo ne vėliau nei jis jau išdžiūvęs. Jei pirmas sluoksnis 100 % išdžiūvęs, tai ant jo būtina užtepti grunto, kuris gerina sukibimą. Norint išvengti smūgio pažaidų cokolio ar fasado zonoje, kuri neviršija 3 m aukščio, nardinamas antras armavimo tinklelis į antrą armavimo sluoksnį.

Pastato apdailai parinktas dekoratyvinis tinkas, kurio masė iškart dažyta silikoniniais dažais. Kadangi apdailai parinkta ši medžiaga, tai armuojantis sluoksnis turi būti nuguntuotas. Gruntavimui parinkti gruntinius dažus panašios spalvos kaip ir dekoratyvinio tinko spalva. Gruntas tepamas vieną sykį ant armuojančio sluoksnio. Šis sluoksnis, esant +5 iki +25 °C temperatūrai, džiūsta apie tris valandas. Išdžiūvus gruntiniams dažams įrengiamas dekoratyvinis tinkas.

Apdailos įrengimo variacijų gali būti įvairių atsižvelgiant į medžiagų technines savybes. Pastato fasadas patirs mažai tiesioginių saulės spindulių, medžių tankumas fasadui trukdys išdžiūti po drėgno klimato. Pastatas netoli nuo judrios gatvės, tai apdailos sluoksnis turi būti atsparus purvo prikibimui prie jo paviršiaus. Dėl šių priežasčių fasado apdailai tinkamiausias dekoratyvinis tinkas su silikoniniais dažais. Įvertinus medžiagos kainą ir jos įrengimą, tinkamiausias apdailos variantas – dekoratyvinis tinkas, kuriame iškart yra įmaišyti silikoniniai dažai.

Tinko dengimo metodai dvejopi. Dengti galima rankomis arba naudojant įrenginius. Darbo procesas parenkamas atsižvelgiant į apdailos sluoksnio įrengimo plotą.

Tinko sluoksnis tepamas tolygiai ant pagrindo granulės storio sluoksniu. Darbai vykdomi nuo viršaus žemyn. Apdailos darbai vienoje plokštumoje vykdomi be pertraukų siekiant išgauti vienodą medžiagos konsistenciją. Prireikus nutraukti darbą, palei pažymėtą liniją priklijuoti lipnią juostą, uždėti plonasluoksnio tinko, suteikti jam faktūrą, po to juostą su šviežios medžiagos likučiais nuplėšti. Po pertraukos tęsti darbą nuo pažymėtos vietos.

Darbai vykdomi ne žemesnėje kaip +5 °C temperatūroje ir ne aukštesnėje kaip +25 °C temperatūroje. Nors aplinkos temperatūra neviršija +25 °C temperatūros, bet saulė tinkuojamą paviršių gali įkaitinti iki 50 °C temperatūros, todėl tinkavimo darbai negali būti atliekami ant fasado paviršių kuriuos veikia tiesioginiai saulės spinduliai. Aplinkos santykinė drėgmė turi būti apie 65 %. Jei nebus laikomasi šių nurodymų, tai apdailos sluoksnis gali tinkamai neprilipti prie armavimo sluoksnio, jis bus labiau pažeidžiamas fizikinių procesų.

IŠVADOS

1. Tinkuoto fasado sistema sudaryta iš dviejų pagrindinių medžiagų – tai termoizoliacinio sluoksnio ir apdailos sluoksnio. Šios sistemos įrengimui vykdomi šlapi procesai – tinkavimas, dažymas. Šių darbo procesų negalima vykdyti kai aplinkos temperatūra mažesnė už + 5 °C ar didesnė nei + 25 °C, santikinis oro drėgnumas didesnis nei 68 %.
2. Fasadą labiausiai veikia klimato sąlygos. Apdailos sluoksnį veikia saulės kaitra, kuri jį įkaitina 50 – 68 °C, drėgmė, temperatūrų kaitos ciklai ardydami apdailos medžiagų gardeles, sukeldami išilginius įtrūkimus.
3. Tinkuojamo fasado apdailos medžiagos tobulinamos, siekiant pagerinti jų hidrofobiškumą ir termoplastiškumą. Šiuo metu efektyviausias tinkas, kurio gamybai pasirinkta „nano kvarc“ gardelių technologija. Šis tinkas laidus garams, bet atsparus išorės drėgmei.
4. Panevėžio miesto daugiabučių tinkuotų fasadų būklė labai prasta. Iš keturiasdešimt daugiabučių tik 2 % jų yra visiškai nepažeisti nei biologiskai nei fiziškai. Dažniausi pažeidimai biologiniai, kurie sudaro 76 % pažeidimų.
5. Tinkamai paruošus pastato tinkuojamo fasado sistemai technologinę kortelę, pastato fasado įrengimo ir eksploatavimo išlaidų galima sutaupyti 39 %.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2016 m. lapkričio 11 d. įsakymas dėl statybos techninio reglamento STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ patvirtinimo. *TAR*, 2016-12-01, Nr. 27896.
2. Būsto energijos taupymo agentūra: *Pastatų energijos sutaupymas* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-09-20]. Prieiga per: <http://www.betal.lt/>
3. Collina, A., and G. P. Lignola. The External Thermal Insulation Composites System (ETICS) – More than comfort and energy saving. In *3rd Portuguese Congress on Construction Mortars (APFAC), March 18–19, 2010, Portugal, Lisboa*.
4. Papadopoulos, A.M. State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. *Energy and Buildings* [interaktyvus]. Elsevier, January 2005, vol. 37(1), 77–86 [žiūrėta 2018-10-10]. Prieiga per doi: doi:10.1016/j.enbuild.2004.05.006.
5. Kauno šilas: *Polistireninio putplasčio techninės savybės* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-11-04]. Prieiga per: <https://www.kaunosilas.lt/polistireninis-putplastis.html>
6. Paroc: *statybinės izoliacijos gaminiai* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-11-04]. Prieiga per: <https://www.paroc.lt/gaminiai/-statybines-konstrukcijos>
7. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 17 d. įsakymas dėl statybos techninio reglamento STR 2.01.10:2007 „Išorinės tinkuojamos sudėtinės termoizoliacinės sistemos“ patvirtinimo. *Žin 2007*, Nr. D1-219.
8. Samajauskas, R., V. Stankevičius, R. Bliūdžius. *Konvekcijos poveikis vėdinamų atitvarų šilumos perdavai: mokslo monografija*. Kaunas, Technologija, 2003.
9. Statybų taisyklės: *Išorinių tinkuojamų sudėtinių termoizoliacinių sistemų įrengimas*. Lietuvos statybininkų asociacija, Vilnius, 2016.
10. Šadauskienė, J., V. Stankevičius, E. Monstvilas. *Pastatų apšiltinimo sistemų dažyto plonasluoksniu tinko ilgaamžiškumas: mokslo monografija*. Kaunas, Technologija, 2008.
11. Bieliūnienė, V., ir N. Pralgauskienė. The UV Irradiation Effect on the Exterior Acrylic Paint Coatings and the Prediction of their Durability. *Materials Science*, 2002, 8(3), 284-286. ISSN 1392–1320.
12. Gudaitė L., Jovita Kaupienė Pastatų išorinio tinko defektai // „Mokslo šaknys 2017“, konferencija (2017; Panevėžys). Mokslo šaknys 2017 : konferencijos pranešimų medžiaga – Panevėžys, 2017. 173 p.
13. Gudaitė L. Danas Garuckas Klimato poveikis tinkuojamam fasadui // „Technologijų ir verslo aktualijos – 2018“, konferencija (2018; Panevėžys).

14. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2008 m. spalio 27 d. įsakymas dėl statybos techninio reglamento STR 2.05.02:2008 „Statinių konstrukcijos. Stogai“ patvirtinimo. Valstybės žinios, 2008-11-13, Nr. 130-4997.
15. Girdzijauskienė S. Kokybinis interviu. – Vilnius: VU Specialiosios psichologijos laboratorija, 2006.
16. ETNA: *Kaip taisyklingai tvirtinti smeiges* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-11-06]. Prieiga per: <http://etnaeps.lt/kaip-taisyklingai-tvirtinti-smeiges/>
17. Hwang, C. L.; Yoon K. *Multiple attribute decision making – methods and applications. A State of the Art Survey*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981. 250 p.
18. MacCrimmon, K. R. *Decision making among multiple – attribute alternatives: A Survey and Consolidated Approach*. RAND Memorandum, 1968. RM-4823-ARPA.
19. Antuchevičienė, J.; A. Zakarevičius; E. K. Zavadskas. *Measuring Congruence of Ranking Results Applying Particular MCDM Methods*, Informatika 2011. 22(3): 319-338.
20. Simanavičienė, R. (2011). *Kiekybinių daugiatislių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė: daktaro disertacija*. Vilniaus Gedimino technologijos universitetas. Vilnius: Technika.