



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS**

Ovidijus Steckus

**DAUGIABUČIŲ MODERNIZACIJOS VARIANTŲ
DAUGIAKRITERINIS PALYGINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Loreta Kelpšienė

PANEVĖŽYS, 2017

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS**

**DAUGIABUČIŲ MODERNIZACIJOS VARIANTŲ
DAUGIAKRITERINIS PALYGINIMAS**

Baigiamasis magistro projektas
Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Loreta Kelpšienė
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Andrius Sušinskas
(data)

Projektą atliko

(parašas) Ovidijus Steckus
(data)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

(Fakultetas)

Ovidijus Steckus

(Studento vardas, pavardė)

Statyba (kodas 621J80001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Daugiabučių modernizacijos variantų daugiakriterinis palyginimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. sausio 11 d.
Panevėžys

Patvirtinu, kad mano, **Ovidijaus Steckaus**, baigiamasis projektas tema „Daugiabučių modernizacijos variantų daugiakriterinis palyginimas“ 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)

TVIRTINU:

KTU Panevėžio technologijų ir verslo fakulteto
Technologijų katedros vedėjas

_____ Arūnas Tautkus

20..... ..

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui: Ovidijui Steckui Grupė PMS-5

1. Darbo tema:

Lietuvių kalba: Daugiabučių modernizacijos variantų daugiakriterinis palyginimas

Anglų kalba: Multi-Criteria Evaluation of Housing Modernization Variants

Patvirtinta 2016 m. spalio mėn. 17 d. dekanų potvarkiu Nr. V25-13-26

2. Darbo tikslas:

Apžvelgti skirtingus daugiabučių modernizacijos būdus. Atlikti nemodernizuoto ir modernizuotų skirtingais būdais panašių daugiabučių fasadų termovizorinius matavimus. Atlikti rezultatų analizę.

3. Reikalavimai ir sąlygos:

Būtina atskleisti temos aktualumą, pasiekti užsibrėžti tikslai. Darbas turi būti parengtas laikantis metodinių nurodymų.

4. Projekto struktūra. Turinys konkretizuojamas kartu su vadovu, atsižvelgiant į BP pobūdį.

1. DAUGIABUČIŲ MODERNIZACIJOS VARIANTŲ KRITERIJŲ APŽVALGA.
 - 1.1. Daugiabučio namo samprata.
 - 1.2. Daugiabučių namų modernizacijos samprata.
 - 1.3. Atitvarų šiltinimas, taikant tinkuoto fasado sistemą.
 - 1.4. Atitvarų šiltinimas, taikant vėdinamo fasado sistemą.
 2. TYRIMO METODIKA.
 - 2.1. Termovizinis tyrimas.
 - 2.2. Tyrimo objektai ir pradiniai duomenys.
 3. TYRIMO REZULTATAI, JŲ ANALIZĖ IR PALYGINIMAS.
- IŠVADOS
LITERATŪROS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS
PRIEDAI

5. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis.

6. Projekto pateikimo gynimui kvalifikacinėje komisijoje terminas

_____ (data)

Užduotį gavau: _____

_____ (studento vardas, pavardė, parašas)

_____ (data)

Vadovas: _____

_____ (pareigos, vardas, pavardė, parašas)

_____ (data)

Steckus, Ovidijus. Daugiabučių modernizacijos variantų daugiakriterinis palyginimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Loreta Kelpšienė; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Statybos inžinerija;

Reikšminiai žodžiai: *Daugiabučiai, modernizacija, renovacija, daugiakriterinis vertinimas, tinkuojamas fasadas, vėdinamas fasadas, termovizija.*

Panevėžys, 2017. 44 p.

SANTRAUKA

Pirmoje magistrinio darbo dalyje bus apžvelgti skirtingi daugiabučių modernizacijos būdai, esminiai skirtumai, privalumai, trūkumai. Taip pat paminėtos svarbiausios modernizacijos atsiradimo priežastys, datos.

Antroje dalyje apžvelgiama tyrimo metodika, objektas. Tyrimas atliekamas Naujosios Akmenės mieste, naudojant termovizorių. Tyrimo objektas – daugiabučiai gyvenamieji namai. Pasirinkti pastatai, kurie turi skirtingą fasado apdailą, tačiau konstrukciškai vienodi. Visi daugiabučiai - mūriniai (iš pilnavidurių silikatinių plytų). Pastatai išsidėstę N. Akmenėje, V. Kudirkos g. 3 (ventiliuojamas fasadas), V. Kudirkos g. 1 (tinkuojamas fasadas), V. Kudirkos g. 5 (dar nerenovuotas).

Trečioji dalis - tyrimas. Gautose termogramose (termovizinėse nuotraukose), papildomos programos pagalba, galime matyti kiekvienos fasado dalies įšilimo temperatūrą. Temperatūros, gautos termovizoriaus pagalba, sulyginamos su teoriškai apskaičiuotomis. Visi skaičiavimai pateikiami, galiausiai pateikiamos išvados.

Steckus, Ovidijus. Multi - Criteria Evaluation of Housing Modernization Variants: Master's thesis / supervisor assoc. dr. Loreta Kelpšienė. The Faculty of technologies and business, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Civil Engineering;

Key words: *Apartment, modernization, renovation, plastered facade, ventilated facade, ventilation, thermal imaging.*

Panevėžys, 2017. 44 p.

SUMMARY

The first part of this work is a theoretical part. There will be mentioned different ways of modernization of apartment blocks, fundamental differences, advantages and disadvantages of these variants. There will also be mentioned the most important causes and dates of apartment blocks modernization.

The second part provides an overview of the research methodology and the object. The reasearch is made in Naujoji Akmenė city, using thermal imaging camera. The object of research are apartment houses. Selected buildings in this work have different façades, but they are structurally the same. All houses are built from the solid silicate bricks. Buildings are located in N. Akmenė, V. Kudirka street, No. 3 (ventilated facade), V. Kudirka street, No. 1 (plastered facade), V. Kudirka street, No. 5 (still not renovated).

The third part - reasearch. With the additional help of a program that provides to see what is the temperature of each part of the facade we explore all thermograms. Temperature generated with infrared camera is compared with theoretically calculated temperature. All calculations are presented. Then goes the conclusions.

TURINYS

1. DAUGIABUČIŲ MODERNIZACIJOS VARIANTŲ KRITERIJŲ APŽVALGA	8
1.1. Daugiabučio namo samprata	8
1.2. Daugiabučių namų modernizacijos samprata.....	9
1.2.1. Modernizacijos būtinumas	9
1.2.2. Modernizacijos tikslai	10
1.2.3. Modernizacijos eiga	10
1.2.4. JESSICA programa	11
1.3. Atitvarų šiltinimas, taikant tinkuoto fasado sistemą	16
1.4. Atitvarų šiltinimas, taikant vėdinamo fasado sistemą.....	21
2. TYRIMO METODIKA.....	26
2.1. Termovizinis tyrimas.....	26
2.2. Tyrimo objektai ir pradiniai duomenys	29
3. TYRIMO REZULTATAI, JŲ ANALIZĖ IR PALYGINIMAS.....	32
4. IŠVADOS	40
5. LITERATŪROS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS.....	41
PRIEDAI.....	44

1. DAUGIABUČIŲ MODERNIZACIJOS VARIANTŲ KRITERIJŲ APŽVALGA

1.1. Daugiabučio namo samprata

Daugiabutis gyvenamasis namas - pirmiausia, tai pastatas, pritaikytas gyventi žmonėms. Gyvenamo pastato (namo) apibrėžimas pagal STR 1.01.09:2003 "Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį"[7]: pastatas, kurio visas naudingasis plotas, didžioji jo dalis ar bent pusė naudingojo ploto yra gyvenamosios patalpos.

Registrų centras pastatą apibūdina taip: „stogu apdengtas statinys, kuriame yra vienas ar daugiau kambarių ar kitų patalpų, išdėstytų tarp sienų ir pertvarų ir naudojamų žmonėms gyventi ar žemės ūkio, prekybos, kultūros, transporto ir kitai veiklai“.

Daugiabutis gyvenamasis namas yra pastatas, sudarytas iš trijų ir daugiau butų. Patalpos daugiabučiame name gali būti remontuojamos, rekonstruojamos ir naudojamos prekybos, viešojo maitinimo, teisėsaugos, ryšių, medicinos, spaudos platinimo, buitinių paslaugų teikimo bei kitoms negamybinėms reikmėms, jeigu tai neprieštarauja teritorijų planavimo dokumentų reikalavimams [7].

Tokių gyvenamųjų namų Lietuvoje pagal Valstybės įmonės Registrų centro duomenis, 2009 metų pabaigoje buvo 37 267 daugiabučiai (trijų ir daugiau butų) pastatai (žr. 1 lentelę). Dauguma namų, apie 35 000 vnt, pastatyti pagal senus statybos techninius normatyvus, galiojusius iki 1993 metų [8].

1 lentelė

Daugiabučiai namai pagal statybos metus

Statybos metai	Namų skaičius		Bendrasis plotas	
	vnt	%	m ²	%
Iki 1940 metų	10 362	28	3 790 024	7,4
1941–1960 metai	3 740	10	2 259 107	4,4
1961–1992 metai	21 090	56,5	39 244 450	76,4
1993 metai ir vėliau	2 075	5,5	4 092 634	11,8
Iš viso	37 267	100	51 386 305	100

Lentelė sudaryta, remiantis informacijos šaltiniais [8]

Iš 1 lentelės matome, kad beveik 57 procentai daugiabučių namų pastatyti per praėjusius 50 metų, kuomet dauguma pastatų buvo plytiniai arba stambiaplokščiai (žr. 2 lentelę).

Daugiabučių namų sienų medžiagos

Sienų medžiagos	Namų skaičius	
	vnt	%
Plytų ir blokų mūro	24 331	65
Gelžbetonio plokščių	5 502	15
Monolitinio betono	312	1

Lentelė sudaryta, remiantis informacijos šaltiniais [8]

Remiantis naujesniais duomenimis, daugiabučių gyvenamųjų namų Lietuvoje yra 37 739 vnt. Tokius duomenis pateikia registrų centras 2016 metais. Vadinasi, per pastaruosius 6 metus, daugiabučių pastatyta beveik penki šimtai. Skaičius nėra didelis, dėl to, galima teigti, kad per 57% Lietuvoje esančių daugiabučių yra senos statybos, pastatyti remiantis iki 1993m galiojusiais normatyviniais dokumentais, kurie neatitinka dabartinių.

1.2. Daugiabučių namų modernizacijos samprata

1.2.1. Modernizacijos būtinumas

Kaip 1.1 skyriuje pateiktoje lentelėje matome, jog daugiabučiai seni, dėl to juos būtina renovuoti. Pažvelkime ir į Europos Sąjungos šalių energijos suvartojimo duomenis.

Balaras ir kt. (2007) [1] straipsnyje nagrinėja aktualią temą – energijos suvartojimą pastatuose. Pasak jų, Europos šalyse egzistuojančių pastatų suvartojamas energijos kiekis sudaro apie 40 % viso Europoje suvartojamo energijos kiekio, o, pavyzdžiui, gyvenamieji pastatai suvartoja apie 60 % viso pastatų suvartojamo energijos kiekio. Būtent todėl svarbu imtis priemonių, kad būtų sumažinti minėtieji skaičiai. Autoriai nustatė, kad įrengiant izoliacijas išorinėse sienose sutaupoma apie 33–60 % energijos, saugant šilumos netekimą per atviras erdves – 16–21 %, įrengiant dvigubus langus – 14–20 %, šildymo sistemų nuolatinis remontas ir priežiūra – 10–12 % bei saulės kolektorių įrengimas – 50–80 %.

Nagrinėjant platesniu mastu Balaras ir kt. (2007) [1] pateikia šiek tiek statistinių duomenų: Europos Sąjungoje esančiose valstybėse gyvenamųjų pastatų yra apie 196 mln., iš kurių daugiausiai yra šiose šalyse: Vokietijoje – 18,6 %, Italijoje – 13,8 %, Jungtinėje karalystėje – 13,2 %, 61 Prancūzijoje – 12,7 %, Ispanijoje – 10,8 %, Lenkijoje – 6,5 % ir Olandijoje – 3,5 %, o kiekvienais metais pastatomų naujų gyvenamųjų namų skaičius procentais, lyginant su visų egzistuojančių pastatų skaičiumi Švedijoje, yra nuo 0,3 – 3,5 %, Airijoje vidutiniškai 1,1 %, o nugriovimai ir

pakartotinės statybos visoje Europoje yra pakankamai mažos – 0,07 %. Nuo 1990 iki 2000 metų Europoje gyvenamųjų namų skaičius paaugo 0,9 %, o energijos suvartojimas šiek tiek sumažėjo. Taip įvyko todėl, kad patobulėjo gyvenamųjų pastato statybos projektai, buvo naudojamos kokybiškesnės medžiagos, naujoviškesnės konstrukcijos, efektyvesnė įranga, taigi pastatų kokybė šiek tiek pagerėjo [3].

Lietuvos senuose daugiabučiuose šiluminės energijos projektinės sąnaudos, išreikštos kilovatvalandėmis patalpų naudingojo ploto vienam kvadratiniam metrui, šiuose namuose – 160–180 kWh/m² per metus, o naujos statybos namuose, statytuose po 1993 metų, – 80–90 kWh/m² per metus. Šiluminės energijos sąnaudos daugiabučiuose namuose, pastatytuose pagal galiojusius iki 1993 metų statybos techninius normatyvus – apie 5 000 GWh per metus (apskaičiuota pagal pastarųjų trejų metų šiluminės energijos suvartojimo statistikos duomenis) [8]. Dėl šios priežasties, mūsų šalies žmonėms tenka ir teks ieškoti racionalių priemonių vartojamos šilumos energijos kiekiams mažinti. Alternatyva šilumos energijos kiekiams pastatų šildymui mažinti yra pastatų išorinių atitvarų patikimas šiltinimas.

1.2.2. Modernizacijos tikslai

Modernizuojant pastatus siekiama šių tikslų:

1. Užtikrinti sveiką žmonių gyvenamąją aplinką – norminį gyvenamųjų patalpų komfortą.
2. Gyvenamųjų patalpų oro temperatūra, oro ir aitvarų paviršiaus temperatūrų skirtumas, oro santykinis drėgnis, anglies dvideginio (CO₂) koncentracija bei kiti parametrai turi tenkinti HN 42–2004 reikalavimus.
3. Suteikti namams, rajonams bei miestams estetinės išvaizdos naujumą.
4. Sumažinti šilumos nuostolius, t. y. sumažinti išorinių atitvarų šilumos pralaidumą.
5. Sumažinti anglies dvideginio bei kitų teršalų emisiją į atmosferą.
6. Sulaikyti drėgmės skverbimąsi į išorines sienas bei sustabdyti fasadų dulėjimą.
7. Prailginti gyvenamųjų namų eksploatacijos trukmę [3].

1.2.3. Modernizacijos eiga

Daugiabučių namų modernizacijos užuomazgų galima rasti jau daugiau kaip prieš 20 m. Svarbiausios datos daugiabučių renovacijos pradžioje galima būtų laikyti šias:

1. 1992m pradėta vykdyti programa „Būstas“. Šios programos normatyvai skelbė, kad „reikia statyti naujus šiltus būstus; naujai pertvarkyti statybos sritį ir statybinių medžiagų pramonę, praplėsti termoizoliacinių medžiagų ir konstrukcijų, taip pat

šilumos, dujų, vandens suvartojimo apskaitos ir reguliavimo prietaisų gamybą, tuo pačiu ekonomiškai ją skatinti“ [5].

2. Tuo pat metu 1992 m. buvo patvirtintos naujos statybos normos, pastatų atitvarų šiluminiam laidumui, šildymo ir vėdinimo sistemoms. Pastatams buvo keliami griežtesni reikalavimai;
3. 1993-1995 m. restruktūrizuota statybinių medžiagų pramonė, padidinus termoizoliacinių medžiagų gamybą [5];
4. Lietuvos Respublikos Vyriausybė ir Pasaulio bankas 1996 m. pasirašo susitarimą dėl daugiabučių namų modernizavimo. Pagal šią sutartį 1996 - 2003 m. buvo įgyvendinamas Energijos taupymo būste demonstracinis projektas. Jame buvo numatyta modernizuoti šilumos punktus, šildymo sistemas, sumontuoti naujus langus bei lauko duris, apšiltinti pastatų (daugiabučių) stogus bei sienas ir kt. Programoje buvo pateikta, kad daugiabučių namų atnaujinimas finansuojamas Pasaulio banko įsteigto apyvartinio fondo lėšomis, o iš Lietuvos valstybės biudžeto kompensuota 30 procentų investicijų. Buvo numatyta atnaujinti (be sienų šiltinimo) daugiau kaip 700 daugiabučių namų, investuota per 70 mln. litų, o šiluminės energijos sąnaudos šiuose pastatuose turėjo būti sumažintos apie 25 procentus [2].
5. 2004 m. patvirtinta Daugiabučių namų modernizavimo programa. Svarbiausias šios Programos tikslas – padėti daugiabučių namų savininkams modernizuoti daugiabučius namus, didinti energijos vartojimo efektyvumą, mažinti šildymo išlaidas ir užtikrinti mažas pajamas gaunančioms šeimoms (vieniems gyvenantiems asmenims) palankias sąlygas modernizuoti daugiabučius namus, kuriuose jos (jie) gyvena [2].
6. 2006 m. parengti teisiniai ir normatyviniai dokumentai, būtini ES direktyvai dėl pastatų energinio naudingumo įgyvendinti [2].

1.2.4. JESSICA programa

Padidėju valstybės biudžeto galimybėms, 2009 metų pradžioje Lietuvos Respublikos Vyriausybė priėmė sprendimą dėl naujo programos finansavimo mechanizmo sukūrimo naudojant Europos Sąjungos struktūrinės paramos lėšas, skiriamas Sanglaudos skatinimo veiksmų programai įgyvendinti pagal Europos Komisijos JESSICA (Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas) . iniciatyvą. Įsteigtas JESSICA kontroliuojantysis fondas. Jį administruoja Europos investicijų bankas (pagal JESSICA kontroliuojančiojo fondo įsteigimo finansavimo sutartį,

pasirašytą Europos investicijų banko, Lietuvos Respublikos finansų ministerijos ir Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos) [8].

ES valstybės narės naudodamosis šia iniciatyva dalį joms skirtos ES struktūrinių fondų paramos gali skirti investicijoms į darnių miestų projektus. Išnagrinėjus galimybes šią iniciatyvą taikyti Lietuvoje, pirmiausia buvo nutarta investuoti į energijos vartojimo efektyvumą. Kadangi Lietuvoje apie 96 % visų daugiabučių namų pastatyti arba gavę statybos leidimus iki 1993 m., todėl valstybės parama buvo orientuota į jų atnaujinimą. Lietuva yra viena pirmųjų valstybių Europos Sąjungoje, pasitelkusi JESSICA iniciatyvą energijos vartojimo efektyvumui didinti. Pagal parengtą modelį, lėšos daugiabučiams atnaujinti skiriamos iš Kontroliuojančiojo fondo, kurį įkūrė Lietuvos Respublikos finansų bei aplinkos ministerijos ir EIB (pastarasis paskirtas fondo valdytoju

Pagal Programą teikiama valstybės parama daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) projektams (toliau – Projektai), kuriuose numatytos pastato energinį efektyvumą didinančios ir kitos pastato atnaujinimo (modernizavimo) priemonės.

Valstybės remiamos daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) priemonės:

3 lentelė

Energinį efektyvumą didinančios priemonės

I.	ENERGINĮ EFEKTYVUMĄ DIDINANČIOS PRIEMONĖS
1.	Šildymo ir (ar) karšto vandens sistemų pertvarkymas ar keitimas:
1.1.	šilumos punkto ar katilinės, individualių katilų ir (ar) karšto vandens ruošimo įrenginių keitimas ar pertvarkymas, taip pat atsinaujinančių energijos šaltinių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ir panašiai) įrengimas
1.2.	balansinių ventilių ant stovų įrengimas
1.3.	vamzdynų šiluminės izoliacijos gerinimas
1.4.	šildymo prietaisų ir (ar) vamzdynų keitimas
1.5.	individualios šilumos apskaitos prietaisų ar daliklių sistemos ir (ar) termostatinė ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose
2.	Vėdinimo sistemos sutvarkymas arba pertvarkymas, įskaitant rekuperacijos sistemos įrengimą
3.	Stogo ar perdangos pastogėje šiltinimas, įskaitant stogo konstrukcijos sustiprinimą ar deformacijų šalinimą, stogo dangos keitimą, lietaus nuvedimo sistemos sutvarkymą ar įrengimą, arba naujo šlaitinio stogo (be patalpų pastogėje) įrengimas (įskaitant kopėčias į pastogę), apšiltinant jį arba perdangą pastogėje
4.	Išorinių sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą, esamų lietvamzdžių demontavimą, įrengimą ar keitimą, elektros, dujų ar kitų sistemų ar įrengimų nuo šiltinamos sienos (cokolio) atitraukimą (išskyrus keitimą naujais) ir nuogrindos

	sutvarkymą
5.	Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą
6.	Bendrojo naudojimo patalpose esančių langų keitimas ir (ar) bendrojo naudojimo lauko durų (įėjimo, tambūro, balkonų, rūsio, konteinerinės, šilumos punkto) keitimas (įskaitant susijusius apdailos darbus), įėjimo laiptų remontas ir pritaikymas neįgaliųjų poreikiams (panduso įrengimas)
7.	Butų ir kitų patalpų langų ir balkonų durų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus
8.	Rūsio perdangos šiltinimas
9.	Liftų atnaujinimas (modernizavimas) – jų keitimas techniniu energiniu požiūriu efektyvesniais liftais, įskaitant lifto ir priėjimo prie lifto pritaikymą neįgaliųjų poreikiams
II.	KITOS NAMO ATNAUJINIMO (MODERNIZAVIMO) PRIEMONĖS
10.	Kitų pastato bendrojo naudojimo inžinerinių sistemų (elektros, priešgaisrinės saugos, geriamojo vandens, buitinių nuotekų, drenažo, taip pat ir namui priklausančių vietinių įrenginių) atnaujinimas ar keitimas
11.	Konstrukcijų (balkonų laikančiųjų konstrukcijų ir saugos aptvarų, stogelių virš įėjimo į pastatą), kurios nesusijusios su energinį efektyvumą didinančiomis priemonėmis, nurodytomis pirmajame šios lentelės skyriuje, keitimas – teisės aktų nustatyta tvarka pripažintos jų avarinės būklės likvidavimas

Lentelė sudaryta, remiantis informacijos šaltiniais [8]

Parama butų ir kitų patalpų savininkams

Valstybės parama daugiabučio namo butų ir kitų patalpų savininkams, įgyvendinantiems atnaujinimo (modernizavimo) projektus pagal Vyriausybės patvirtintą Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programą ar ją atitinkančias savivaldybių programas, teikiama, jeigu pagal atnaujinimo (modernizavimo) projekte numatytas priemonės pasiekama ne mažesnė kaip D pastato energinio naudingumo klasė, kuri nustatoma pagal Lietuvos Respublikos statybos įstatymą įgyvendinančius statybos techninius reglamentus.

Valstybės parama teikiama šiais būdais:

Iki 2015 m. spalio 1 d.:

- 100 procentų išlaidų, skirtų atnaujinimo (modernizavimo) projektui ar jo daliai parengti, įskaitant projekto ekspertizę ir projekto vykdymo priežiūrą, tačiau apmokama arba kompensuojama suma neturi viršyti 5 procentų statybos rangos darbų kainos su PVM, numatytos statybos rangos darbų sutartyje, kai daugiabučio namo naudingasis plotas didesnis kaip 3 000 kv. metrų; 7 procentų, kai daugiabučio namo naudingasis plotas nuo 1 000 iki 3 000 kv. metrų; 8 procentų, kai daugiabučio namo naudingasis plotas neviršija 1 000 kv. metrų. Kai pritaikomi tipiniai

daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projektai, kompensacija neturi viršyti 2 procentų statybos rangos darbų kainos su PVM

- 100 procentų išlaidų statybos techninei priežiūrai vykdyti daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projekto įgyvendinimo laikotarpiu, tačiau ši kompensacija neturi viršyti 2 procentų statybos rangos darbų kainos su PVM, numatytos statybos rangos darbų sutartyje.

- 100 procentų faktinių, tačiau neviršijančių 0,35 Lt/m² per mėnesį buto naudingojo ar kitų patalpų bendrojo ploto, be PVM, atnaujinimo (modernizavimo) projekto įgyvendinimo administravimo išlaidų [9].

- Apmokant nepasiturintiems gyventojams tenkančias atnaujinimo (modernizavimo) projekto parengimo, jo įgyvendinimo administravimo, statybos techninės priežiūros išlaidas, kredito draudimo įmoką, kiekvieno mėnesio kredito ir palūkanų įmokas

- 15 proc. investicijų, tenkančių Vyriausybės nustatytoms energinį efektyvumą didinančioms priemonėms (jei taupoma 20 procentų šilumos sąnaudų šildymui);

- 25 procentus investicijų, tenkančių Vyriausybės nustatytoms energinį efektyvumą didinančioms priemonėms, jeigu statybos rangos darbų sutartis daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projektui įgyvendinti sudaryta iki 2014 m. gruodžio 31 d. ir šis projektas įgyvendintas iki 2015 m. spalio 1 d. (jei taupoma 40 procentų šilumos sąnaudų šildymui) [9];

- Suteikiant lengvatinį kreditą atnaujinimo (modernizavimo) projektui (ar jo daliai) parengti ir (ar) įgyvendinti (rangos darbams atlikti ir (ar) statybos techninei priežiūrai vykdyti) su Vyriausybės nustatyto dydžio, tačiau ne didesnėmis kaip 3 procentų, fiksuotomis metinėmis palūkanomis apmokant savivaldybėms tenkančias jų nuosavybės teise valdomų gyvenamųjų patalpų atnaujinimo (modernizavimo) projekto parengimo, jo įgyvendinimo administravimo, statybos techninės priežiūros išlaidas, kredito draudimo įmoką, kiekvieno mėnesio kredito ir palūkanų įmokas.

- Apmokant savivaldybėms tenkančias jų nuosavybės teise valdomų gyvenamųjų patalpų atnaujinimo (modernizavimo) projekto parengimo, jo įgyvendinimo administravimo, statybos techninės priežiūros išlaidas, kredito draudimo įmoką, kiekvieno mėnesio kredito ir palūkanų įmokas [9].

Nuo 2015 m. spalio 1 d.:

- 50 procentų išlaidų, skirtų atnaujinimo (modernizavimo) projektui ar jo daliai parengti, įskaitant projekto ekspertizę ir projekto vykdymo priežiūrą, tačiau apmokama arba kompensuojama suma neturi viršyti 5 procentų statybos rangos darbų kainos su PVM, numatytos statybos rangos darbų sutartyje, kai daugiabučio namo naudingasis plotas didesnis kaip 3 000 kv. metrų; 7 procentų, kai daugiabučio namo naudingasis plotas nuo 1 000 iki 3 000 kv. metrų; 8

procentų, kai daugiabučio namo naudingasis plotas neviršija 1 000 kv. metrų. Kai pritaikomi tipiniai daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projektai, kompensacija neturi viršyti 2 procentų statybos rangos darbų kainos su PVM

- 50 procentų išlaidų statybos techninei priežiūrai vykdyti daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projekto įgyvendinimo laikotarpiu, tačiau ši kompensacija neturi viršyti 2 procentų statybos rangos darbų kainos su PVM, numatytos statybos rangos darbų sutartyje.

- 50 procentų faktinių, tačiau neviršijančių 0,35 Lt/m² per mėnesį buto naudingojo ar kitų patalpų bendrojo ploto, be PVM, atnaujinimo (modernizavimo) projekto įgyvendinimo administravimo išlaidų [9].

- Apmokant nepasiturintiems gyventojams tenkančias atnaujinimo (modernizavimo) projekto parengimo, jo įgyvendinimo administravimo, statybos techninės priežiūros išlaidas, kredito draudimo įmoką, kiekvieno mėnesio kredito ir palūkanų įmokas

- 15 proc. investicijų, tenkančių Vyriausybės nustatytoms energinį efektyvumą didinančioms priemonėms (jei taupoma 20 procentų šilumos sąnaudų šildymui);

- 15 procentų investicijų, tenkančių Vyriausybės nustatytoms energinį efektyvumą didinančioms priemonėms, jeigu statybos rangos darbų sutartis daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projektui įgyvendinti sudaryta po 2014 m. gruodžio 31 d. ir (ar) šis projektas įgyvendintas po 2015 m. spalio 1 d. arba statybos rangos darbų sutartis daugiabučio namo atnaujinimo (modernizavimo) projektui įgyvendinti sudaryta iki 2014 m. gruodžio 31 d. ir (ar) šis projektas įgyvendintas po 2015 m. spalio 1 dienos (jei taupoma 40 procentų šilumos sąnaudų šildymui)

- Suteikiant lengvatinį kreditą atnaujinimo (modernizavimo) projektui (ar jo daliai) parengti ir (ar) įgyvendinti (rangos darbams atlikti ir (ar) statybos techninei priežiūrai vykdyti) su Vyriausybės nustatyto dydžio, tačiau ne didesnėmis kaip 3 procentų, fiksuotomis metinėmis palūkanomis apmokant savivaldybėms tenkančias jų nuosavybės teise valdomų gyvenamųjų patalpų atnaujinimo (modernizavimo) projekto parengimo, jo įgyvendinimo administravimo, statybos techninės priežiūros išlaidas, kredito draudimo įmoką, kiekvieno mėnesio kredito ir palūkanų įmokas.

- Apmokant savivaldybėms tenkančias jų nuosavybės teise valdomų gyvenamųjų patalpų atnaujinimo (modernizavimo) projekto parengimo, jo įgyvendinimo administravimo, statybos techninės priežiūros išlaidas, kredito draudimo įmoką, kiekvieno mėnesio kredito ir palūkanų įmokas [9].

„Jessica II“ atsiradimas.

2015m gegužės 7 d. Finansų ministerijoje Lietuva ir Europos investicijų bankas (EIB) pasirašė dvi svarbias sutartis. Viena iš jų – tai fondo „Jessica II“ steigimo sutartis. Šis fondas tęs daugiabučių modernizavimui lėšas skiriančio fondo „Jessica I“ darbą. Naujojo fondo steigimo sutartimi Lietuvoje pradedamas naujas modernizacijos etapas, kuris buvo finansuojamas iš 2014–2020 metų laikotarpio Europos Sąjungos lėšų [10].

Naujas fondas toliau teiks paramą. Sutartis, kurią pasirašė finansų ministras Rimantas Šadžius, EIB viceprezidentas Pimas van Ballekomas ir aplinkos ministras Kęstutis Trečiokas, padės toliau sklandžiai vystyti daugiabučių modernizaciją Lietuvoje. Kaip pažymėjo EIB viceprezidentas Pimas van Ballekomas, „Jessica II“ fondas tęs lengvatinių paskolų modernizacijai skyrimą itin palankiomis sąlygomis. Finansų ministras atkreipė dėmesį, jog dabartinė patirtis įrodo, jog „Jessica“ – geras finansinis instrumentas, paskatinantis atnaujinamų daugiabučių gyventojus jaustis savo namų šeimininkais. „Finansų inžinerijos priemonės kaip „Jessica“ fondas leidžia investicijoms skirtas lėšas naudoti pakartotinai. Pritraukdami privačias lėšas, užsitikriname geresnius rezultatus ir didesnę poveikį ekonomikai. Tai puiki galimybė įgyvendinti svarbius projektus turint ribotus viešuosius finansinius išteklius ir esant dideliame investicijų finansavimo poreikiui“, – sakė finansų ministras. Po sutarties pasirašymo EIB tapo „Jessica II“ fondo valdytoju, kuris paskirstys 150 mln. eurų, skirtų Vyriausybės patvirtintos Daugiabučių modernizavimo programos vykdymui. Naujasis fondas tęs „Jessica I“, kurio lėšos jau panaudotos, darbą [10].

1.3. Atitvarų šiltinimas, taikant tinkuoto fasado sistemą

Išorinė tinkuojama sudėtinė termoizoliacinė sistema - statybvietėje mūrinių, mūrinių tinkuotų, betoninių ir betoninių tinkuotų vertikalių atitvarų, taip pat horizontalių ar pasvirusių nuo kritulių apsaugotų atitvarų išorėje įrengiama sistema, naudojant sistemos gamintojo tiekiamą gamyklinių statybos produktų rinkinį, kuris susideda iš žemiau išvardintų komponentų:

- sistemos klijų ir/arba sistemos mechaninio tvirtinimo elementų;
- sistemos termoizoliacinės medžiagos;
- sistemos armuotojo sluoksnio;
- sistemos armavimo tinklelio;
- sistemos baigiamojo išorinio apdailos sluoksnio, kuris gali turėti dekoratyvųjį sluoksnį (dekoratyvusis tinkas, dažomas dekoratyvusis tinkas ir pan.) [11].

Tinkuojamas fasadas, dar kitaip vadinamas - nevedinamu (neventiliuojamu) fasadu. Tai fasadas - kai nėra vedinamo oro tarpo, o apdailos sluoksnis dažnai liečiasi su šilumos izoliacija. Toks fasado šiltinimas yra šios konstrukcijos: atliekamas polistirolo klijavimas, fasado armavimas, tinklelio uždėjimas prieš tinkavimą ir galutinai atliekamas tinkavimas dekoratyviniu tinku [12].

Pasak Dr. Audronės Endriukaitytės, reikia atkreipti dėmesį, kad į vieną šiltinimo sistemą sudėti skirtingų sistemų elementai gali pridaryti daugiau nuostolių nei padėti sutaupyti [13].

Tai pabrėžiama ir kitame straipsnyje [14] “Visos medžiagos turi būti to paties gamintojo. Nepatartina naudoti mišrių sistemų. Taip pat atkreipiamas dėmesys, kad nedrėktų sienos, montuoti izoliavimo plokštes galima tik tuomet, kai visos horizontalios plokštumos (palangės, plokščių stogų kraštai, stogo danga) yra uždengtos. Naujai statomuose pastatuose turi būti baigti vidaus tinkavimo ir grindų betonavimo darbai, o sienų mūras bei vidaus tinkas turi būti taip išdžiūvęs, kad nebūtų įmanomas per didelis drėgmės susikaupimas sienose. Pamatus būtina padengti horizontalia izoliacija, kad iš jų nekiltų drėgmė”.

Šilumos izoliavimo sistemų montavimo darbų ir medžiagų džiūvimo metu aplinkos ir pagrindo temperatūra turi būti mažiausiai +5°C, kad būtų užtikrintas reikiamas medžiagų sukibimas ir džiūvimas. Todėl tinkuojamų fasadų įrengimo darbai gali vykti tik vasarą [14].

Tinkuojamo (nevėdinamo) šiltinimo sistema naudojama visų rūšių gyvenamiesiems pastatams. Visais atvejais šiltinant pastatų išorines sienas ir tinkuojant plonasluoksniu tinku, būtina laikytis STR 2.01.10:2007 „Išorinės tinkuojamos sudėtinės termoizoliacinės sistemos” reikalavimų. Pagal šiuos reikalavimus sienų šiltinimo sistema konkrečiose vietose turi atitikti konkrečią atsparumo smūgiams kategoriją. sistemos atsparumo smūgiams kategorijas pateikia sistemos gamintojas [4].

Šilumos izoliavimo sistema montuojama tokiais etapais (žr. 4 lentelę):

4 lentelė

Tinkuojamo fasado įrengimo etapai

1 - Pagrindo paruošimas	Trupančius arba dulkančius paviršius būtina nuvalyti mechaniniu būdu ir nugruntuoti giluminiu gruntu. Esantis tinkas turi būti rūpestingai patikrintas, ar nėra atšokęs ar kitaip pažeistas. Apgadintą, atšokusį senų dažų sluoksnį ir tinką būtina pašalinti. Skyles tinko paviršiuje bei su jomis besiribojantį sienų paviršių reikia apkapoti, o paskui sujungiant paviršius ištinkuoti. Klijuojant apšiltinimo plokštes, išlyginami statybos darbų sąlygoti leidžiami sienų nelygumai (±1 cm). Didesni nelygumai išlyginami didinant klijų sluoksnį arba juos nutinkuojant prieš apšiltinimo plokščių klijavimą.
2 - Cokolio profilių montavimas	Sistemai priklausantis cokolinis profiluotis tvirtinamas kaip cokolio kraštas ar kaip užbaigiamasis profilis prie besiribojančių statinio dalių. Labai svarbu, kad būtų tvirtinama tiesia linija. Tvirtinama sistemai priklausančiais kaiščiais maždaug 30 cm tarpais. Sienų nelygumai išlyginami kaip pleištą įdedant tarpiklius. Cokolio profilių sandūros jungiamos sistemai priklausančiais jungiamaisiais elementais. Pastato

	<p>kampuose profilis įpjaunamas arba užleidžiamas 45° kampu. Labai svarbu, kad cokolio profilio plotis atitiktų apšiltinimo plokštės storį. Cokolio profilyje yra suformuota vandens nulašėjimo briaunelė, neleidžianti vandeniui nuo apšiltintos sienos nutekėti ir susigerti į cokolį.</p>
3 - Apšiltinimo plokščių klijavimas	<p>Fasado apšiltinimo plokštės (iš polistireninio putplasčio arba min. vatos) klijuojamos visuomet nuo apačios į viršų, skiriant ypatingą dėmesį tiksliam kraštų priklijavimui. Plokštės pjaustomos rankiniu staliu pjūkleliu smulkiais danteliais arba specialiu pjaustymo peiliu. Jei pagrindas lygus (nelygumai iki 1 cm), klijai tepami ant viso plokštės paviršiaus dantyta mentele.</p> <p>Kai pagrindas nelygus, klijai užtepami perimetru, viduryje paliekant keletą taškų. Klijus ant plokštės reikia paskirstyti taip, kad būtų padengta ne mažiau kaip 40% ploto.</p> <p>Požeminė cokolio dalis šiltinama klijuojant apšiltinimo plokštes specialiais bituminiais klijais. Pirmiausia požeminė pastato dalis padengiama hidroizoliacija. Hidroizoliacijai išdžiūvus, apšiltinimo plokštės klijuojamos bituminiais klijais.</p> <p>Pjaustant apšiltinimo plokštes, reikia atsižvelgti į tai, kaip jos bus klijuojamos – svarbu, kad plokštės nebūtų sujungtos tiesia vertikalia linija.</p> <p>Ties fasado kampais plokštės jungiamos taip, kaip apdailinių plytų mūras. Taip jungiama ir ties vidiniais, ir ties išoriniais fasado kampais.</p> <p>Klijai neturi patekti į plokščių sandūras, o susidarę plyšiai uždengiami apšiltinimo medžiagos atraižomis, kad neliktų atvirų siūlių ir nesusidarytų “šalčio tilteliai”. Būtina prižiūrėti, kad apšiltinimo plokštėmis užklijuotas paviršius būtų švarus ir lygus. Klijuojant plokštes svarbu išvengti aiškiai matomų plokščių perkritimų ir nepalikti atvirų apšiltinimo plokščių jungimo siūlių. Joms atsiradus paviršių reikia nušlifuoti.</p>
4 - Tvirtinimas kaiščiais	<p>Apšiltinimo sistemose galima naudoti tik nerūdijančius ir šilumos nepraleidžiančius kaiščius. Kaiščių ilgis parenkamas priklausomai nuo apšiltinimo plokščių storio ir sienų paviršiaus savybių.</p> <p>Tvirtinama ne anksčiau kaip 3 dienos po klijavimo, kad nebūtų išjudintos, kol klijai minkšti, apšiltinimo plokštės.</p> <p>Įkalus smeigių galvutės turi susilyginti su apšiltinimo plokščių paviršiumi.</p> <p>Tvirtinti kaiščiais būtina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • naudojant apšiltinimo sistemą su mineralinės vatos sluoksniuotomis plokštėmis; • ant visų negalinčių išlaikyti apkrovos paviršių; • ant dažytų paviršių, net jei jų būklė atrodo dar tinkama; • ant biraus ar trupančio tinko. <p>Tvirtinti kaiščiais nebūtina (naudojant polistireninio putplasčio plokštes):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ant visų galinčių išlaikyti apkrovos paviršių; • ant naujo mūro; • ant tvirtų paviršių, tokių kaip betonas, dujų betonas ir kt.; • ant tvirtai besilaikančio mineralinio išorės tinko. <p>Ties pastato kampais kaiščių kiekis didinamas, nes atsiranda papildomų vėjo apkrovų, kurios gali atplėšti priklijuotas plokštes.</p>
5 - Armavimas	<p>Siekiant išvengti įstrižų įtrūkimų, pirmiausia ant visų keturių fasado kiaurymių kampų užklijuojamos įstrižos 30×20 cm armavimo juostos.</p>

	<p>Armavimo sluoksniui naudojami sistemai priklausantys armavimo skiedinys ir armavimo tinklelis. Darbo eiga: per audinio plotį ant užklijuotų apšiltinimo plokščių užtepamas armavimo skiedinys ir įplukdomas armavimo tinklelis, užleidžiant vieną tinklelio juostą ant kitos apie 10 cm. Po to sluoksniui dar neišdžiūvus iš karto glaistoma taip, kad armavimo audinys būtų visiškai uždengtas.</p> <p>Jei tam tikrą cokolio ar fasado dalį numatyta apsaugoti nuo mechaninių pažeidimų, jis armuojamas keletą kartų.</p>
6 - Apdailos sluoksnis	<p>Kad būtų užtikrintas apdailinio tinko sukibimas, rekomenduojama išdžiūvusį armavimo sluoksnį gruntuoti. Jei apdailinis tinkas bus spalvinamas, tai spalvinamas ir gruntas.</p> <p>Apdailai naudojami fasado dažai, dekoratyvinis tinkas arba klinkeris.</p> <p>Naudojant apdailai dekoratyvinį tinką, jis tepamas nerūdijančio plieno mentele ištisai (tinkuojama iš viršaus į apačią, išspaudžiant naują užtepimą į neišdžiūvusį anksčiau užteptą paviršių). Iš karto po to išlyginama iki atitinkamo grūdėtumo sluoksnio storio ir formuojamas pageidaujamo rašto tinko paviršius plastikine ar kitokia tinkavimo mentele. Tinko sluoksnis tolygiai dailinamas, kol paviršius dar šlapias.</p> <p>Negalima dirbti esant tiesioginiams saulės spinduliams, stipriam vėjui ar lietai.</p> <p>Apdailai galima naudoti specialias fasado ar cokolio plyteles klijuojant jas ant armavimo sluoksnio tam skirtais klijais.</p> <p>Dekoratyvinį tinką galima dėti mechanizuotu būdu. Tam naudojamas patogus tinko purškimo aparatas, labai palengvinantis ir pagreitinantis darbą. Purškiant gaunamas draskytos tekstūros tinkas, padengiamas didelis fasado plotas, nelieka sujungimų ir nesiskiria užtrynimais. Raštas būna tolygus ir vientisas.</p>

Lentelė sudaryta remiantis literatūros šaltiniais [14]

Tinkuojamų fasadų privalumai:

1. Išorinių sienų šiluminis izoliavimas sumažina temperatūros svyravimus, tuo pačiu sumažina sienų įtempimus ir padeda išvengti įtrūkimų pavojų;
2. Šilumos nuostoliai per sienas sumažinami iki 80 % ir atitinkamai sutaupoma pinigų;
3. Gyvenamoje patalpoje vyrauja sveikas ir pastovus klimatas;
4. Šiltinamo pastato fasado apdailos struktūra (tinkas, spalva) pritaikoma prie toje vietoje esančių pastatų fasadų;
5. Šiltinamas pastatas yra izoliuojamas nuo galimų šalčio „tiltų“ ties aukštų perdangomis ir aplink langų ir durų angokraščius;
6. Atnaujinama labiausiai pažeidžiama pastato dalis- fasadas, pašalinami sienų defektai – pratekėjimai, sienų įtrūkimai, peršalimai, pelijimai ir grybelių susidarymai [15].

Dekoratyvinio tinko rūšys fasadų apdailai:

Mineralinis tinkas pats pigiausias plonasluoksniu tinko variantas. Taip todėl, nes kaip rišamoji medžiaga naudojamas cementas. Nepaisant to, mineralinis tinkas yra vienas patvariausių – laikui bėgant šis tinkas tvirtėja. Sausi mineralinio tinko mišiniai gaminami iš cemento, užpildo ir įvairaus tipo mažinančių apsorbciją priedų. Jie atsparūs biologiniai korozijai, apaugimui grybeliais bei pelėsiais. Deja, dėl šio tinko šarminių savybių spalvinė gama yra gana siaura – galima pasirinkti tik kai kurias pastelines spalvas. Nebloga išeitis būtų naudoti baltą (arba dažymui skirtą) mineralinį tinką ir vėliau dažyti jį bet kokia fasado spalva. Tam labiausiai tinka silikatiniai dažai: jais galima dažyti tinką jau po dviejų dienų nuo užtepimo, jie mažina tinko laidumą garams, įsigėrę į tinko struktūrą silikatiniai dažai papildomai jį sustiprina. Vienas iš niuansų dažant tinką fasadiniais dažais - esant nors ir nedideliame mechaniniame poveikiui (užkabinus tinką, ar įbrėžus) iškart matosi šviesus pagrindas, nes fasado dažai įsigeria ne per visą tinko storį.

Akrilinis (polimerinis) tinkas gaminamas jau paruoštas naudoti. Šios rūšies tinko pagrindinė rišamoji medžiaga yra sintetinių dervų vandens dispersija. Ji užtikrina tinko laidumą garams, tačiau jis mažesnis negu mineralinio tinko. Šios rūšies tinkas turi kitų privalumų: jis elastingas, todėl atsparus įvairiems temperatūros pokyčiams, mažai įgeria vandens, todėl ilgiau nei mineralinis išlieka švarus, jo nereikia perdažyti. Biocidų priedai akriliniam tinkui suteikia atsparumą mikroorganizmams. Akrilinis tinkas pats tinkamiausias, jei šiltinant fasadą renkama polistireninis putplastis kaip termoizoliacinė medžiaga.

Silikatinis tinkas taip pat priklauso mineralinių tinkų grupei. Pagrindinė rišamoji medžiaga yra kalio natrio silikatas. Šis tinkas gaminamas paruoštas naudoti. Taip pat kaip ir mineralinio tinko jo aukštas pH, suteikiantis atsparumą grybeliams ir pelėsiams, taip pat pasižymi labai aukštu laidumu garams. Silikatinio tinko spalvų gama kur kas įvairesnė nei mineralinio, tačiau jis vis tiek neprilygsta akrilinio ar silikoninio tinko rūšims. Pagrindinis silikatinio tinko privalumas – didelis laidumas garams, todėl jį galima naudoti ten, kur nenaudojamas akrilinis tinkas, o būtent šiltinimo sistemoje kur termoizoliacinė medžiaga yra mineralinė vata.

Silikoninis tinkas. Tai brangiausia fasadų tinko rūšis, jungianti savyje visų minėtų medžiagų privalumus. Svarbiausi iš jų: plati spalvų gama, elastingumas, didelis laidumas garams, nepaprastas hidrofobiškumas, atsparus atmosferos poveikiui. Dėl to kai kurie silikoniniais tinkais tarsi savaime išsivalo, nes lietaus vanduo nuo jo nuplauna dulkes ir užteršimus.

Silikatinis - silikoninis tinkas. Jis naujiena Lietuvoje, pasižymintis tais pačiais privalumais kaip ir silikatinis ir silikoninis tinkas. Yra laidus garams, mažai imlus bei atsparus nešvarumams. Tinkas skirtas naudoti plonasluoksniui tinkavimui atlikti ant betono, tradicinio tinko, gipso, medžio drožlių plokščių, putplasčio, vatos, gipso kartono plokščių ir pan. pagrindų. Vienas didžiausių šio tinko privalumų - kaina. Jis pagal savo kainą artimas akrilinio tinko kainai, 10% pigesnis negu silikatinis tinkas ir 30% pigesnis negu silikoninis tinkas [16].

Įrengiant tinkuojamą fasadą, vienu metu išsprendžiami keli aspektai: apšiltinamas fasadas bei suteikiama didelių galimybių architektūriniais ir estetiniams sprendimams. Taip pat fasadų sistema gana lengva, nes armuotojo ir dekoratyviojo tinko sluoksniai gana ploni, todėl nesudaro didelių apkrovų pastato konstrukcijai. Tačiau reikia nepamiršti, kad tokiems fasadams reikės kasmetinio kosmetinio remonto. Tad atsiranda papildomos eksploataavimo išlaidos [17].

1.4. Atitvarų šiltinimas, taikant vėdinamo fasado sistemą

Išorinė vėdinama termoizoliacinė sistema - statybvietėje pastato laikančiųjų konstrukcijų išorėje įrengiama sienų apšiltinimo ir apdailos sistema, naudojant sistemos gamintojo tiekiamą arba pagal konkretų projektą komplektuojamą gamyklinių statybos produktų rinkinį, kurį sudaro šie komponentai: sistemos karkasas; sistemos mechaninio tvirtinimo elementai; termoizoliacinis sluoksnis; vėjo izoliacinis sluoksnis; išorės apdaila [18].

Reglamentas nustato reikalavimus naujų, rekonstruojamų ir remontuojamų pastatų vėdinamų atitvarų projektavimui ir statybai.

Reikalaujama, kad pastatų atitvarų projektavimui ir statybai būtų naudojami tik turintys Europos techninius liudijimus (ETL) ir/arba CE ženklą ženklinanti išorinės vėdinamos termoizoliacinės sistemos elementai. str 2.01.11:2012 „išorinės vėdinamos termoizoliacinės sistemos“

Vėdinamos sienos - tai tokios, kai tarp šilumos izoliacijos ir apdailos sluoksnio yra oro tarpas, į kurį oras patenka iš lauko ir sienos viršuje išeina į lauką. Tokiu būdu oras pastoviai juda ir siena vėdinasi [12].

Nevėdinamos sienos - kai nėra vėdinamo oro tarpo ir apdailos sluoksnis glaudžiai liečiasi su šilumos izoliacija.

Laikančioji sienos dalis abiem atvejais gali būti iš labai įvairių medžiagų: betono, įvairių plytų ar blokelių mūro, medinio karkaso, medžio rąstų. Tačiau betoninę, mūrytą iš plytų ar blokelių ir medžio rąstų sieną reikia papildomai šiltinti. Priklausomai nuo konstrukcinės dalies varžos, turime apskaičiuoti, kiek papildomai reikia šiltinti šilumą izoliuojančiomis medžiagomis [19].

Žemiau pateikiama lentelė (žr. 5 lentelę), kurioje aprašytas vėdinamo fasado įrengimas.

5 lentelė

Aliuminio karkaso įrengimo technologija

1.Konsolių įrengimas	<p>Konsolių įrengimas yra svarbiausias ventiliuojamo fasado sistemos montavimo etapas. Jų teisingas išdėstymas ir užtvirtinimas ant sienos užtikrins sėkmingus tolimesnius žingsnius įrengiant šį fasadą bei kokybišką ir ilgaamžišką jo tarnavimą.</p> <p>Konsolių įrengimo taškai nužymimi ant fasado, pagal fasado įrengimo darbo projekte esančia karkaso išdėstymo schema arba vadovaujantis tvirtinimo sistemos technologija konkrečiai apdailai įrengti.</p> <p>Pažymėtose vietose gręžiamos skylės grąžtu, kurio dydis parenkamas pagal mūrvinės gamintojo nurodymus.</p> <p>Konsolės remiamos prie sienos per termo tarpinę ir pritvirtinamos užveržiant mūrvinę.</p> <p>Konsolių tvirtinimui prie sienos negalima naudoti kito tipo mūrvinių kaip nurodyta fasado įrengimo darbo projekte arba kaip nurodoma mūrvinių gamintojo rekomendacijose priklausomai nuo pagrindo tipo.</p> <p>Tarpinė yra skirta šalčio tilto nutraukimui, nesant apšiltinimo sluoksniui tarpinės naudojimas nėra būtinas.</p>
2.Apšiltinimo įrengimas	<p>Fasado apšiltinimo įrengimas vykdomas tik užbaigus konsolių įrengimo darbus.</p> <p>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 numatoma prasikiš konsolės.</p> <p>Šilumos izoliacijos plokštės turi priglusti prie vidinio šiltinamo paviršiaus. Plokštės turi būti perstumtos viena kitos atžvilgiu taip, kad nesutaptų dviejų šilumos izoliacijos sluoksnių siūlės arba nesusidarytų keturių kampų sandūros.</p> <p>Tarp apšiltinimo plokščių neturi likti plyšių. Neišvengiami plyšiai užpildomi lygiaverte šiltinamąją medžiaga.</p> <p>Vėdinamų atitvarų plokštės iš akmens vatos, naudojamos apsaugai nuo vėjo, turi perdengti visas universalių plokščių siūles ir glaudžiai prie jų priglusti.</p> <p>Šiltinimo medžiaga tvirtinama smeigėmis, parinktomis pagal apšiltinimo storį.</p>
3.Kreipiančiųjų	<p>Kreipiančiųjų profilių tipai ir jų matmenys nurodomi fasado įrengimo</p>

profilų įrengimas	<p>darbo projekto karkaso išdėstymo schemoje arba tvirtinimo sistemos technologijoje konkrečiai apdailai įrengti.</p> <p>Vertikalaus karkaso kreipiantieji profiliai pritvirtinami prie konsolių įspraudžiant juos į konsolėse esančias prilaikymo auses.</p> <p>Kreipiančiųjų profilių fasadinė sienelės išlyginamos į vieną plokštumą.</p> <p>Kreipiantieji profiliai užtvirtinami prie konsolių nerūdijančio plieno savigrėžiais.</p> <p>Kreipiančiajam profiliui pritvirtinti prie fiksuoto sujungimo konsolės naudojami keturi - aštuoni savigrėžiai priklausomai nuo numatomų apkrovų dydžio.</p> <p>Kreipiančiajam profiliui pritvirtinti prie paslankaus sujungimo konsolės naudojami du savigrėžiai. Kad kreipiantieji profiliai dėl temperatūrinių svyravimų galėtų judėti nesideformuojant savigrėžiai turi būti įsriegiami į profilį per paslankaus sujungimo konsolėje esančių elipsės formos skylių centrą.</p> <p>Dėl temperatūrinių poslinkių aliuminio kreipiantieji profiliai traukiasi ir plečiasi, todėl juos tvirtinant prie konsolių būtina palikti 8-10 mm tarpą jų susidūrimo vietose.</p>
4. Apdailos įrengimas ant ventiliuojamo fasado karkaso	<p>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.</p> <p>Prie įrengto ventiliuojamo fasado karkaso gali būti tvirtinama tik projekte numatyto tipo ir matmenų apdaila. Apdaila tvirtinama laikantis kreipiančiųjų profilių vertikalių centro ašies.</p>

Lentelė sudaryta pagal UAB „Plantas“ technologiją [6]

Ventiliuojamo fasado privalumai:

- Įrengiant vėdinamą fasadą nereikia specialaus senų sienų paruošimo. Ventiliuojamam fasadam eliminuojami visi mūrijimo defektai, siūlių netikslumai, sienos kreivumo defektai, įtrūkimai, skilimai ar kiti pažeidimai [20].

- Pasak Danutės Ramoškevičiūtės vėdinamajame fasade vyksta natūrali ventilacija. Siena geriau vėdinasi, geriau džiūsta, bet tai nereiškia, kad vėdinamasis fasadas atstoja kondicionierių [21]. Tai patvirtina ir kito straipsnio autorius [20]. Straipsnyje rašoma, kad ventiliuojami fasadai pastatams vasarą padeda būti gerokai vėsesniais. Šiltuoju metu oro tarpas tarp apdailos plokščių ir termoizoliacinio sluoksnio užtikrina natūralią fasado ventilaciją, o plokštės apsaugo nuo saulės spindulių ir palieka namo sienas pavėsyje. Tokiu būdu pasiekiamas geras mikroklimatas patalpose, nereikalaujantis jokių kondicionavimo sistemų;

- Šiltinimo medžiaga ventiliuojamo fasado sienose nekaupia drėgmės ir nepraranda šiluminių savybių. Dėl natūralaus vėjo judėjimo tarp šiltinimo sluoksnio ir apdailinės medžiagos drėgmė iš šiltinamosios medžiagos išgaruoja greičiau. Svarbu, kad izoliacinė medžiaga būtų tinkamai pritvirtinta smeigėmis, kad būtų užtikrintas tinkamas oro tarpas. Vėdinamuosiuose fasaduose šiluminė varža labai dažnai prarandama dėl infiltracijos ir prapūtimo, nes ganėtinai sunku patikimai įrengti priešvėjinį sluoksnį. Danutė Ramoškevičiūtė atkreipia dėmesį, kad svarbu tinkamai sumontuoti palanges, parapetus, išspręsti sandūrų su kitais konstruktyvais klausimus, kad atmosferos kritulių poveikis izoliacinei medžiagai būtų kuo mažesnis [21].

- Papildoma priešgaisrinė apsauga, nes gaminamos tik iš nedegių arba mažai degių medžiagų. Tai neleidžia ugniai plisti gaisro atveju. Gaisrinė sistemų klasė turėtų būti nustatoma laboratorijose. Taip pat tiekėjas turi nurodyti realią sistemos gaisrinę klasę [20].

- Fasado plokštės kartu su šiltinimo sluoksniu sukuria dvigubą garso izoliacijos barjerą. Kaip minėta, fasadų šiltinimo sistemoms nekeliamas uždavinys užtikrinti garso izoliaciją [21].

- Lengvas, greitas, paprastas, švarus ir pigus montavimas nenaudojant jokių skiedinių [20].

- Montuojant karkasą patogų išlyginti didelius renovuojamų pastatų sienų nelygumus [21].

- Vėdinamajam fasadui naudojamos plokštės dažniausiai atsparios smūgiams. Plokštės suteikia didesnes galimybes suprojektuoti ir sumontuoti didesnio atsparumo smūgiams fasadą. Vėdinamas fasadas ilgaamžis, nereikia jo atnaujinti. Tik tuo atveju, jeigu naudojamos kokybiškos sertifikuotos medžiagos. Dėl šios dangos tvirtinimo ypatumų plokštėms paliekama laisvė judėti prie temperatūrinių pokyčių. Tokiu būdu HPL plokštės neleidžia fasadui skilinėti ir trūkinėti, judant namui, siaučiant uraganams, vėtroms, žemės drebėjimams ar kitiems mechaniniams poveikiams. Ypač efektyviai HPL plokštės panaudojamos naujiems pastatams bei individualiems namams, kuriems kažkurį laiką būdingas judėjimas [21].

- Sienų su metaliniu karkasu ir plokštėmis (arba plytelėmis) gali būti atliekama visais metų laikais, net ir esant didžiausiems šalčiams [20].

- Ventiliuojamų fasadų brokus taisyti daug lengviau nei tinkuojamo fasado, kartais pakanka tik išimti vieną plokštę ar plytelę, o tinkuojamame gali prireikti pertinkuoti ar bent perdažyti visą sieną.

Vėdinamo fasado trūkumai:

Straipsnyje [20] minimas tiek vienas ventiliuojamo fasado trūkumas - aukštesnė kaina lyginant su tinkuojamu fasadu. Tačiau pabrėžiama, kad įsivertinant ventiliuojamo fasado ilgaamžiškumą ir išlaidas jo priežiūrai išdalinus per visą tarnavimo laikotarpį, jis gali kainuoti netgi pigiau.

Danutė Ramoškevičiūtė trūkumų išskiria daugiau [21]:

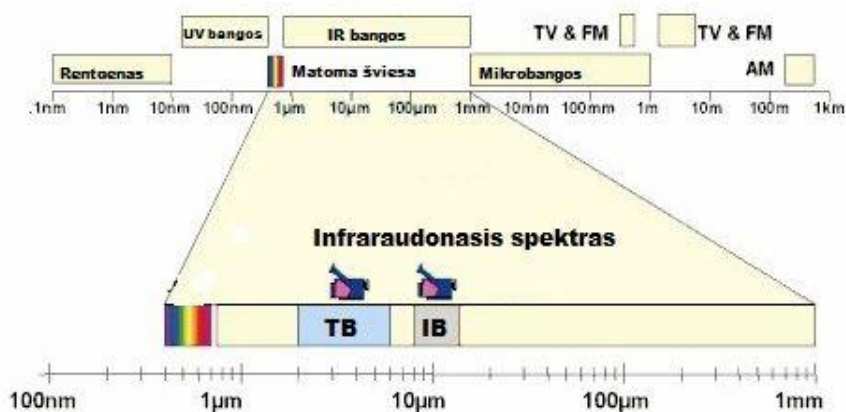
- Ventiliuojamo fasado didelis plokščių bei plytelių svoris. Daug sveria keramikos, natūralaus akmens plokštės. Tačiau yra ir lengvesnių – HPL plokščių. Kol kas daugiausiai naudojamos ir vienos pigiausių - cementinės plokštės, kurios nepasižymi itin dideliu svoriu.
 - Gana sudėtingas montavimas, reikalaujantis kruopščių ir kvalifikuotų darbuotojų;
 - Pasitaiko daug paslėptų defektų kai instaliuojama vata, kaip įrengiama priešvėjinė izoliacija. Šiuose procesuose dažnai būna paskubama ir įvertinti darbų kokybę po uždėtomis plokštėmis jau tampa beveik neįmanoma;
 - Išlieka pavojus, kad nukris apdailinės plokštės, jeigu jos montuojos nekvalifikuotų meistrų paskubomis. Projektuotojai turi atkreipti atidžiai dėmesį ir parinkti tinkamą karkasą, tvirtinimo elementus ir pačias plokštes;
 - Profilių konstrukcija iš aliuminio ar plieno mažina atitvaros šiluminę varžą. Atsiranda šilumos pratekėjimai. Kai naudojamas karkasas, turintis mažą lietimosi plotą su pagrindu ir specialios tarpinės tarp karkaso ir sienos, šilumos nuostoliai yra minimalūs [21].

2. TYRIMO METODIKA

2.1. Termovizinis tyrimas

Dėl įvairių medžiagose vykstančių tarpatominių ir tarpmolekulinių procesų kūnai gali spinduliuoti elektromagnetines bangas. Energijos šaltiniai bei spinduliuotės rūšys gali būti skirtingos. Tačiau iš visų elektromagnetinės spinduliuotės (1 pav.) rūšių galima išskirti vieną, būdingą visiems kūnams, - tai šiluminį spinduliavimą.

Margaret Rouse [22] trumpai ir aiškiai apibrėžia termovizoriaus veikimą „kuo karštesnis objektas tuo daugiau jis išspinduliuoja infraraudonųjų bangų“. Kitaip sakant, visi kūnai, kurių temperatūra yra aukštesnė už absoliutų nulį, išspinduliuoja įvairaus ilgio infraraudonųjų spindulių bangas. Išspinduliuojamos energijos intensyvumas proporcingas kūno temperatūrai arba kūno molekulių kinetinei energijai. Tai taip pat priklauso nuo medžiagos bei jo paviršiaus būklės, t. y. nuo kūno spinduliavimo gebos [23].



1 pav. Elektromagnetinių bangų skalė.

Įrenginiai, gebantys vizualizuoti infraraudonosios spinduliuotės intensyvumo pasiskirstymą paviršiuje, vadinami infraraudonųjų spindulių kamera, arba termovizoriais (žr. 2 pav.).

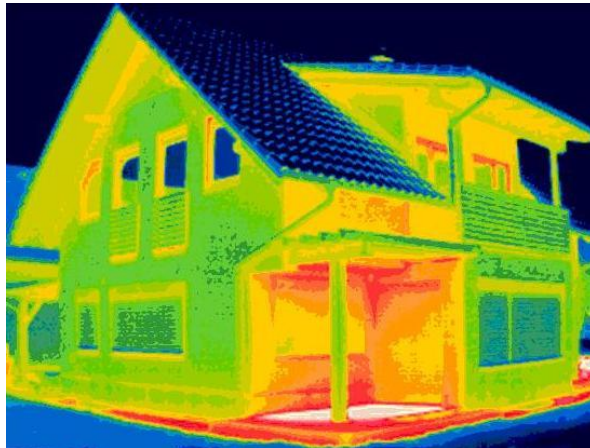


2 pav. Šiuolaukiniai termovizoriai

Jų matavimo diapazonas - nuo -400°C iki 20000°C , svoris - nuo ~ 200 g iki ~ 2 kg, daugelio apsaugos indeksas - IP54. Viena iš svarbių termovizorių savybių - termovizoriuose galima keisti lęšius arba pagal poreikį tiesiog pasirinkti turintį tinkamiausią kampą [23].

Termoviziniai tyrimai - tai bekontaktis, neardomasis kūnų paviršiaus temperatūros matavimas per atstumą. Pats termovizorius nespinduliuoja jokių spindulių, todėl nedaroma jokia įtaka tiriamam objektui. Defektinės objektų vietos nustatomos jau tyrimo metu. Termovizoriumi galima iširti sunkiai prieinamas ir pavojingas objekto vietas, nesukeliant pavojaus sau bei aplinkiniams. Termoviziniai pastato tyrimai parodo šilumos praradimo vietas visose pastato konstrukcijose, inžinerinių tinklų įvadų vietose. Todėl patartina prieš pradedant pastato apšiltinimo projektavimą atlikti viso pastato termovizinį tyrimą. Dar vienas termovizoriaus privalumas yra tas, kad atlikę darbus padarytas termovizines nuotraukas galėsite pateikti užsakovui, kaip savo atliktų darbų kokybės garantą, taip išvengdami ne retai kylančių ginčų dėl atliktų darbų kokybės [24].

Gautas vaizdas termovizoriumi - termograma (žr. 3 pav.) Termogramose naudojamos įvairios spalvų paletės, kuriose šviesesnės spalvos atitinka intensyvesnę infraraudonąją spinduliavimą (taip pat ir aukštesnę menamą temperatūrą). Jei termovizoriuje įdiegtos radiometrinės savybės, tai, įvertinę matuojamo paviršiaus emisijos koeficientą, galime išmatuoti bet kurio taško temperatūrą bei gauti temperatūrų pasiskirstymą tame paviršiuje. Galimybė matyti temperatūrų pasiskirstymą paviršiuje per atstumą, nedarant įtakos pačiam paviršiui, atveria plačias galimybes įvairių įrenginių, komponentų ar objektų būklei nustatyti [23].



3 pav. Pastato termograma

Pasaulyje termovizoriai pramonėje buvo pradėti naudoti apie 1960 metus. Šios srities pradininkai - Švedijos firma AGA (vėliau - AGEMA, dabar - "FLIR Systems"). 1-ajame paveiksle matome, kad infraraudonosios spinduliuotės spektras yra labai platus ir apima nuo 0,76 μm iki 1 mm. Termovizoriai, skirti pramonei, jautrūs infraraudoniesiems spinduliams 3...5 μm ir 7,5...13 μm diapazonuose. 3...5 μm diapazone veikiančiuose termovizoriuose yra naudojami šaldomi detektoriai (detektoriaus pagrindas atšaldomas iki kriogeninės temperatūros). Todėl pastaruosiu metu sparčiausiai vystosi termovizoriai jautrūs 7,5...13 μm diapazone. Šie termovizoriai dar vadinami "ilgųjų bangų" termovizoriais. Jų populiarumą pramonėje lėmė termovizoriuose pradėti naudoti nešaldomi mikrobolometriniai detektoriai-matricos. Pirmieji pramonei kompaktišką radiometrinę infraraudonųjų spindulių kamerą su nešaldomu mikrobolometriniu detektoriumi 320 x 240 1997 m. pagamino švedų kompanija AGEMA (dabar - "FLIR Systems"). Tarp vartotojų žinomas, kaip modelis "Agema 570". Nešaldomų detektorių diegimas leido padidinti termovizorių patikimumą ir ilgaamžiškumą, nes neliko judančių elementų, sumažinti gabaritus bei kainas. Taip pat "ilgųjų bangų" termovizoriai yra mažiau jautrūs saulės atspindžiams [23].

Termovizija plačiai taikoma: energetikoje, pastatų tikrinimui, šilumos ūkyje, mechanikoje, technologinių procesų ir kokybės tikrinimui, elektronikoje, medicinoje ir veterinarijoje, aviacijoje, karyboje ir moksliniuose tyrimuose.

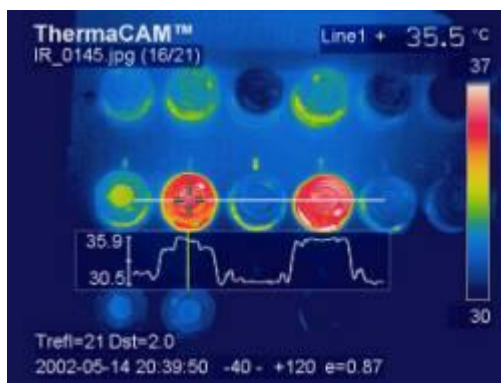
Galime paminėti tris pagrindinius dalykus, kodėl termovizijos nauda yra neginčijama.

Pirma, tai bekontaktis matavimas, kitaip sakant, per atstumą. Ši galimybė suteikia daug privalumų. Pavyzdžiui, vartotojas gali laikytis saugaus atstumo nuo elektros įrenginių ar komponentų, kuriais teka srovė, taip pat nuo įvairių besisukančių mechanizmų. Galima atlikti matavimus tų objektų, kuriuos sunku pasiekti.

Kitas privalumas - visiškai nedaroma įtaka matuojamam paviršiui.

Antra, dvidimensiniai matavimai. Galima matuoti kelis ar keliasdešimt taškų, juos lyginti tarpusavyje, daryti temperatūrinius pjūvius (4 pav.), matuoti pasirinktų plotų vidutinės temperatūras, išskirti tik dominantį temperatūros intervalą.

Turėdami termogramą, galima tiksliai nustatyti problemos vietą arba vietas, kurios mus domina. Pavyzdžiui, elektros spintoje yra daug kontaktų ir komponentų. Termovizoriumi per kelias sekundes rasime problemines vietas. Tada belieka termovizoriumi nustatyti tų vietų problemos židinius.



4 pav. Termograma su temperatūriniu pjūviu

Trečia, realaus laiko matavimai. Procesų temperatūrų pokyčius galima fiksuoti realiu laiku. Pramonei skirti termovizoriai geba skenuoti 50 Hz dažniu.

Termovizijos taikymas ir gaunama nauda

Termovizija taikoma beveik visose pramonės šakose. Atliekant termovizinį tyrimą galima pamatyti visus pastatų šiluminės izoliacijos trūkumus, įvertinti bendrą šiluminį režimą, kiekybiškai įvertinti atskirų zonų šilumos nuostolius, aptikti statybos defektus. Termovizinis tyrimas nepamainomas vertinant ugniai atsparių, šilumą izoliuojančių medžiagų efektyvumą ir susidėvėjimą, taip pat garo ir karšto vandens tiekimo sistemose nustatant pačių vamzdynų izoliacijos pažeidimo vietas.

Termovizinės nuotraukos, panaudotos baigiamajame projekte, padarytos vienu iš tokių įrenginių - „Fluke Ti32“.

2.2. Tyrimo objektai ir pradiniai duomenys

Tyrimas atliekamas Naujosios Akmenės mieste. Tyrimo objektas - renovuojami daugiabučiai. Pasirinkti namai, kurie turi skirtingą fasado apdailą, tačiau konstrukciškai vienodi. Visi daugiabučiai - mūriniai (iš pilnavidurių silikatinių plytų). Pastatai išsidėstę N. Akmenėje, V.

Kudirkos g. 3 (ventiliuojamas fasadas), V. Kudirkos g. 1 (tinkuojamas fasadas), V. Kudirkos g. 5 (dar nerenovuotas).

Kudirkos g. 3, N. Akmenė. Fasado tipas po modernizacijos - ventiliuojamas. Statinio duomenys:

- Daugiabučio gyvenamojo namo modernizavimas;
- Adresas: V. Kudirkos g. 3, Naujoji Akmenė;
- Statinio kategorija - Ypatingas statinys;
- pastatas statytas 1966 metais.
- Pirminė ir esama pastato paskirtis – gyvenamoji. Pastato aukštumas 13.20 m.
- Daugiabutis keturių aukštų, kurturių laiptinių, jame viso 53 butai ir 3 negyvenamosios paskirties patalpos.
- Pastato pamatai yra juostininiai, iš pamatų papėdžių ir pamatinių blokų.
- Pastato išorinės sienos – 510 mm silikatinių plytų mūras.

Projektiniai sprendiniai.

Cokolis šiltinimas 120 mm storio polistireninio putplasčio sluoksniu, kurio $\lambda_d=0,036$ W/mK. Polistireninis putplastis dedamas iki 1,00 m gylio nuo esamo žemės paviršiaus lygio. Šilumos izoliacijos plokštės priklijuojamos prie cokolio paviršių, apšiltintas cokolis armuojamas dvigubu tinkleliu, tinkuojamas ir dažomas.

Išorinių sienų šiltinimas.

Pastato išorinių sienų būklė - patenkinama. Fasado išorinės sienos šiltinamos dvisluoksne šilumos izoliacija - 160 mm akmens vatos plokštėmis ($\lambda_d=0,036$ (W/mK)) ir 30 mm akmens vatos plokštėmis su vėjo izoliacija ($\lambda_d=0,033$ (W/mK)). Apdaila - fasadinės fibrocementinės plokštės ant aliuminio karkaso. Pastato angokraščiai šiltinami 30 mm storio šilumos izoliacijos plokšte ir įrengiama apdaila - fasadinės apdailos plokštės. Fasada apskardinami cinkuota dažyta skarda.

Pirmo aukšto balkonų apatinė plokštės dalis šiltinama polistireninio putplasčio EPS 100 50mm storio plokštėmis ir įrengiama lygaus tinko apdaila. Fasadų šiltinimo konstrukcijos degumo klasė turi būti ne žemesnė kaip B-s1, d0.

Daugiabutis, esantis adresu Kudirkos g. 1, N. Akmenė - nevėdinamas fasadas. Pastato techniniai rodikliai:

- Butų skaičius (vnt.) - 48 48;
- Bendras plotas (m²) - 3123,96;
- Gyvenamas plotas (m²) - 1245,81;

- Rūsių plotas (m²) - 594,18;
- Užstatytas plotas (m²) - 823.00 - 842.90;
- Tūris (m³) - 12349 – 12872;

Pastatas yra Naujosios Akmenės miesto centrinėje dalyje prie L.Petravičiaus aikštės. Į ją orientuotas pastato pagrindinis šiaurės fasadas, rytinė pastato pusė orientuota į V.Kudirkos gatvę, pietinė pastato pusė orientuota į bendrą daugiabučių gyvenamųjų namų vidaus kiemą, vakarų pusėje - įvažiavimo kelias iš Respublikos g. į daugiabučių gyvenamųjų namų kvartalą, iš šio kelio-įvažiavimas į pastato kiemą.

Pastatas atnaujinamas (modernizuojamas) apšiltinant sienas, pamatus ir cokolį, keičiant tambūro duris ir t.t.

Pastato išorinės sienos - plytų mūro, tinkuotos iš vidaus. Skiedinys tarp plytų vietomis ištrupėjęs, viršutinio aukšto sienos dalis vietomis įmirkusi dėl stogo dangos ir lietaus kritulių nuvedimo sistemos nesandarumo, vietose plytos sienos išorėje trupančios, susidaro šalto oro infiltracija į pastatą. Lauko sienų šilumos laidumo koeficientas neatitinka šiuolaikinių reikalavimų. Dėl kritulių poveikio ant fasadų susiformavusios dėmės, nutekėjimai, neestetinis vaizdas.

Pastato pamatai, cokolis - gelžbetoninės plokštės. Cokolis neapšiltintas, vietomis paveiktas drėgmė, praradęs estetinę išvaizdą, vietomis suskilęs, nutrupėjęs tinkas.

Fasadinių sienų šiltinimas projekte buvo numatytas - akmens vatos plokštėmis, d-150 mm.

Cokolio apšiltinimas - 120 mm storio mineralinės akmens vatos plokštėmis.

Paskutinis pastatas, kuris analizuojamas šiame baigiamajame – daugiabutis gyvenamasis namas, esantis N. Akmenėje, adresu- V. Kudirkos g. 5. Jis kol kas nėra renovuotas, pastatytas 1966m. Jo sienos mūrinės iš silikatinių plytų, sienų storis 510mm. Pastatas konstrukciškai vienodas kaip ir prieš tai minėti daugiabučiai.

3. TYRIMO REZULTATAI, JŲ ANALIZĖ IR PALYGINIMAS

Termovizinėse nuotraukose fiksuojami langų viršutiniai angokraščiai – sąramos. Kad tyrimas būtų tikslesnis įvertinant sąramos apšiltinimo efektyvumą, nuotraukos fiksuojamos iš šiaurinės kiekvieno pastato pusės ir vienodu kampu. Tyrimo metu oro temperatūra lauke buvo +3° C, santykinė oro drėgmė – 78 % [25].

Pirmiausia apskaičiuojama atitvarų varžos, po to, apskaičiuojama, kokia temperatūra pasiekia išorinius ir vidinius atitvaros sluoksnius teoriškai. Vėliau teoriniai rezultatai palyginami su termovizoriaus rodmenimis.

Nustatomos tinkuojamo fasado atitvaros sluoksnių varžos [26].

- gipskartonio plokštė (t-15 mm) – $R_1 = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- gelžbetoninė sąrama (t-510 mm) – $R_2 = 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- akmens vata Rockwool „Frontrock Max E“ (t-150 mm) (gamintojo deklaruojami duomenys pridedami priede nr. 1) – $R_3 = 4,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- armuotas tinkas – $R_4 = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- vidinis paviršius – $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- išorinis paviršius – $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Tuomet visuminė atitvaros terminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se}; \quad (1)$$

$$R_t = 0,13 + 0,05 + 0,2 + 4,17 + 0,15 + 0,04 = 4,74 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Toliau nustatomos vidaus ($\Theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) ir išorės temperatūros ($\Theta_e = 3 \text{ }^\circ\text{C}$). Atitvaros išorinio paviršiaus temperatūra:

$$\Theta_{se} = \Theta_e + R_{se} / R_t (\Theta_i - \Theta_e); \quad (2)$$

$$\Theta_{se} = 3 + 0,04 / 4,74 (20 - 3) = 3,14 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Vidinių atitvaros sluoksnių paviršiaus temperatūros atitinkamai:

$$\Theta_{4-3} = \Theta_e + (R_{se} + R_4) / R_t (\Theta_i - \Theta_e); \quad (3)$$

$$\Theta_{4-3} = 3 + (0,04 + 0,15) / 4,74 (20 - 3) = 3,68 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\Theta_{3-2} = \Theta_e (R_{se} + R_4 + R_3) / R_t (\Theta_i - \Theta_e); \quad (4)$$

$$\Theta_{3-2} = 3 + (0,04 + 0,15 + 4,17) / 4,74 (20 - 3) = 18,64 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\Theta_{2-1} = \Theta_e + (R_{se} + R_4 + R_3 + R_2) / R_t (\Theta_i - \Theta_e); \quad (5)$$

$$\Theta_{2-1} = 3 + (0,04 + 0,15 + 4,17 + 0,2) / 4,74 (20 - 3) = 19,35 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\Theta_{si} = \Theta_e + (R_{se} + R_4 + R_3 + R_2 + R_1) / R_t (\Theta_i - \Theta_e); \quad (6)$$

$$\Theta_{si} = 3 + (0,04 + 0,15 + 4,17 + 0,2 + 0,05) / 4,74 (20 - 3) = 19,53 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

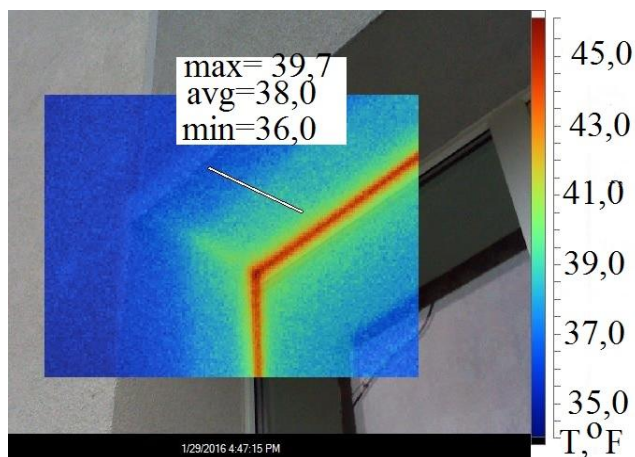
Skaičiavimai rodo, kad išorinio tinkuojamo fasado atitvaros sluoksnio temperatūra tą dieną turėjo būti +3,14 C, o vidinis +19,53 C. Termovizoriaus parodymais (žr. 5 pav.) dieną tinkuojamos atitvaros išorinis sluoksnis įšilo nuo 36 F iki 39,7 F (nuo 2,22 C iki 4,23 C).

Nustatomos ventiliuojamo fasado atitvaros sluoksnių varžos [26].

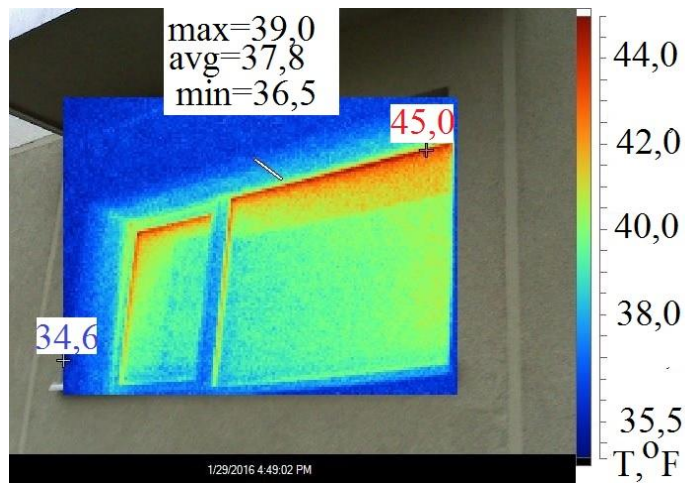
- gipskartonio plokštė (t-15 mm) – $R'_1 = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- gelžbetoninė sąrama (t-510 mm) – $R'_2 = 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- akmens vata „Rockwool Rockslab Super“ (t-160 mm) (gamintojo deklaruojami duomenys pridedami priede nr. 2) – $R'_3 = 4,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- akmens vata „PAROC WAS 35“ (t-30 mm) (gamintojo deklaruojami duomenys pridedami priede nr. 3) – $R'_4 = 0,91 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- vidinis paviršius – $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- išorinis paviršius – $R_{se} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Tuomet visuminė ventiliuojamo fasado atitvaros terminė varža pagal (1) formulę:

$$R'_t = 0,13 + 0,05 + 0,2 + 4,17 + 0,91 + 0,13 = 5,59 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

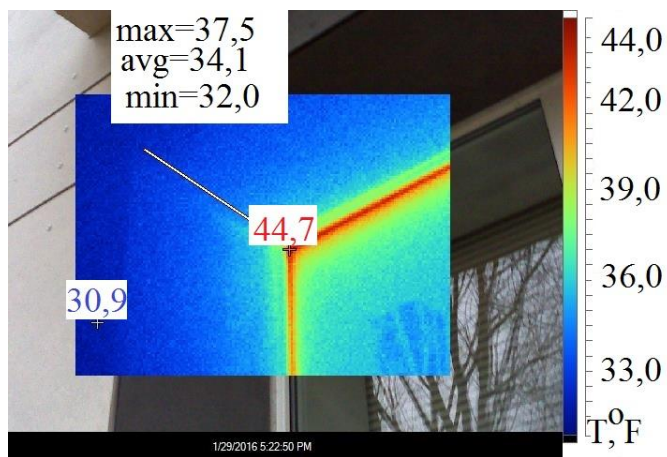


a

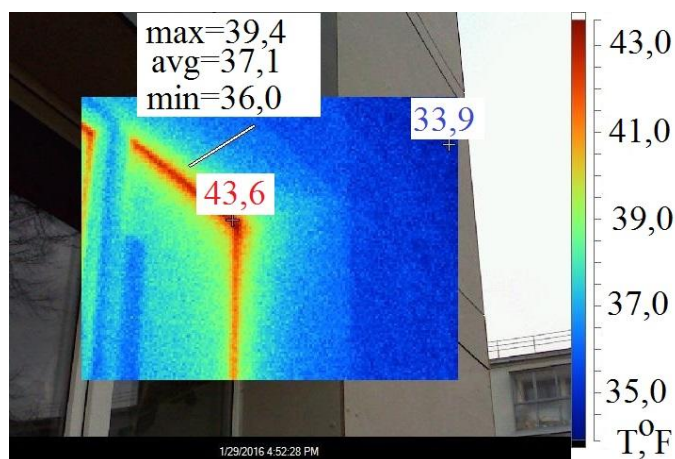


b

5 pav. Termovizinės tinkuojamo fasado nuotraukos: a – sąrama prie lango krašto; b – sąrama lango viduryje



a



b

6 pav. Termovizinės ventiliuojamo fasado nuotraukos: a – sąrama prie lango krašto; b – sąrama lango viduryje

Remiantis ventiliuojamo fasado termovizinėmis nuotraukomis (žr. 6 pav.) galima teigti, kad fasado išorinis paviršius buvo išilęs nuo 32 F iki 39,4 F (0 C – 4,1 C).

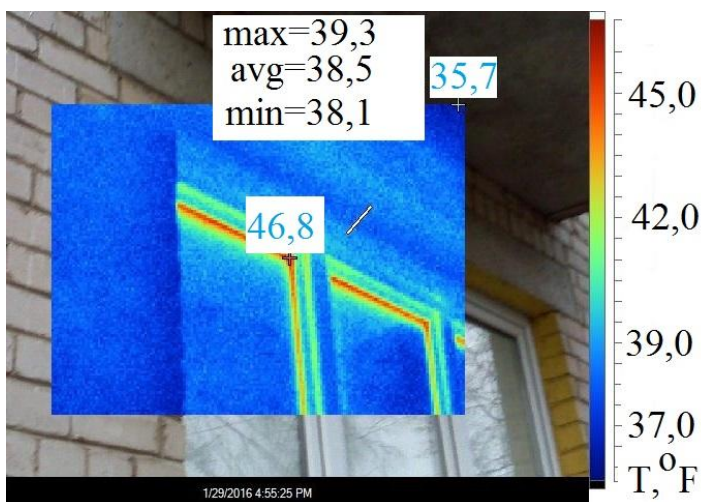
Palyginimui nustatomos nešiltinto fasado atitvaros sluoksnių varžos [26].

- gipskartonio plokštė (t-15 mm) – $R''_1 = 0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- gelžbetoninė sąrama (t-510 mm) – $R''_2 = 0,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- tinkas – $R''_3 = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- vidinis paviršius – $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$;
- išorinis paviršius – $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

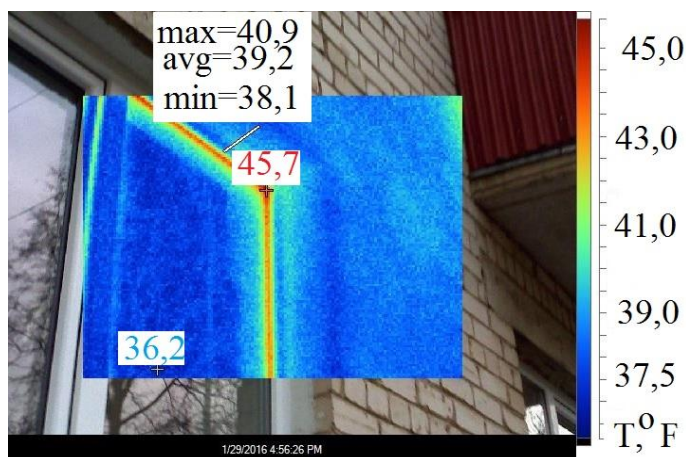
Tuomet pagal (1) formulę visuminė nešiltinto fasado atitvaros terminė varža ties sąrama:

$$R''_t = 0,13 + 0,05 + 0,2 + 0,01 + 0,04 = 0,43 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}.$$

Termovizoriaus parodymai (žr. 7 pav.): 38,1 °F – 40,9 °F (nuo 3,39 °C iki 4,94 °C) – išreiškia žymius šilumos nuotėkius per neapšiltintą sąramą. Konvertavimas Farenheito laipsnių į Celsijaus laipsnius atliktas automatinio skaičiuokliu [27].



a



b

7 pav. Termovizinės nešiltinto fasado nuotraukos: a – sąrama lango viduryje; b – sąrama prie lango krašto

6 lentelė

Skirtingų fasadų šiltinimo ir apdailos tipų išorinio ir vidinio sluoksnio teorinių temperatūrų palyginimas

Fasado tipas	$\theta_{se}, ^\circ\text{C}$	$\theta_{si}, ^\circ\text{C}$
Fasadas be šiltinimo ir apdailos	4,58	14,86
Tinkuojamas fasadas	3,14	19,53
Ventiliuojamas fasadas	3,12	19,73

Nešiltinto ir ventiliuojamo fasadų konstrukcijų atitvarų sluosnių temperatūros skaičiuojamos naudojant tas pačias formules (2)-(6). Tai suteikia galimybę palyginti (6 lent.) visų trijų fasadų bendras atitvarų paviršių teorines temperatūras.

Daugiausiai šilumos į išorinį sluoksnį perduoda fasadas be apšiltinimo sluoksnio – nerenovuotas namas (žr. 6 lent.). Taip pat minėto pastato ir vidinis atitvaros sluoksnis išyla mažiausiai. Teoriškai šilumą geriausiai sulaiko tinkuojamo fasado sistema. Toliau bus vertinami termovizoriaus parodymai.

Termovizinėse nuotraukose pažymėtos temperatūrų kitimo linijos (5 - 7 pav.), kurios rodo, kaip temperatūra kinta nuo lango rėmo tolstant iki sąramos (viršutinio angokraščio) krašto. Kad rezultatai būtų aiškesni ir tikslesni, imamos dviejų skirtingų langų nuotraukos (a ir b), iš jų vidutinių reikšmių išvedamas aritmetinis vidurkis. Kiekvienos atitvaros visi rezultatai suvedami į bendrą lentelę palyginimui (žr. 7 lent.).

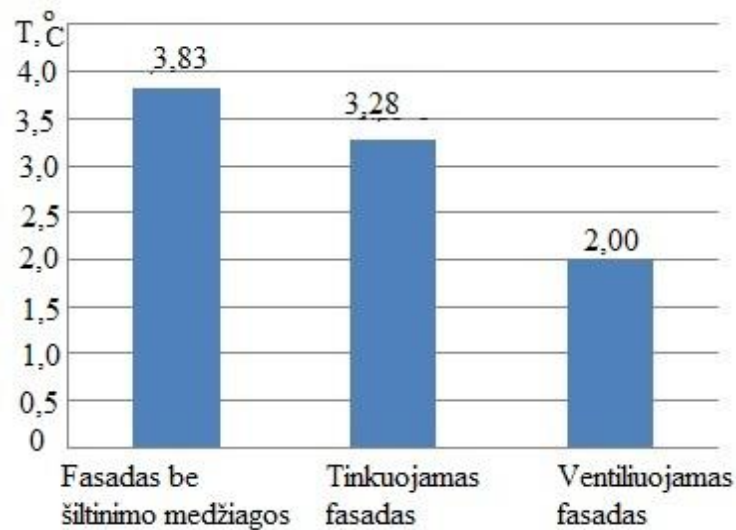
7 lentelė

Skirtingų fasadų termovizorinio tyrimo rezultatų palyginimas

Fasado apdailos tipas	T_{avg1}		T_{avg2}		T_{vid}	
	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$
Fasadas be šiltinimo ir apdailos	39,2	4,00	38,5	3,61	38,9	3,83
Tinkuojamas fasadas	38,0	3,33	37,8	3,22	37,9	3,28

Ventiliuojamas fasadas	37,1	2,83	34,1	1,17	35,6	2,00
------------------------	------	------	------	------	------	-------------

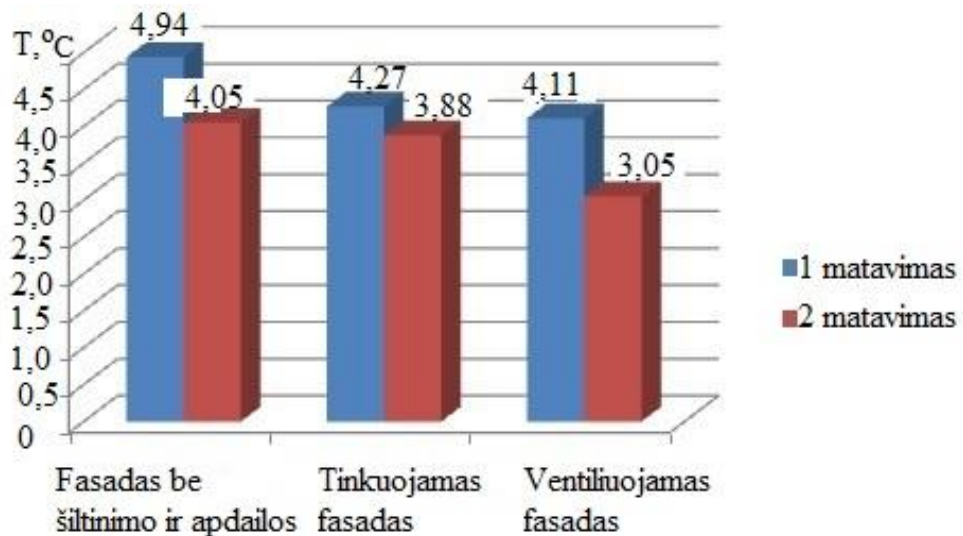
Aiški tirtų fasadų ties sąramomis vidutinės išilimo temperatūros priklausomybė (7 pav.) nuo fasado tipo.



8 pav. Vidutinės atitvarų temperatūros

Paveiksle Nr. 8. aiškiai matome, kad nerenovuoto pastato fasadas praleidžia į išorę didesnę šilumos kiekį, dėl to įšyla ir paties fasado atitvaros sluoksniai daugiau nei renovuotų fasadų.

Termovizinėse nuotraukose matoma, kad didžiausi šilumos nuostoliai susidaro prie lango rėmo (9 pav.). Esant mažiausiai efektyviam šiluminio būdai, šitoje vietoje atitvara sušyla daugiausia.

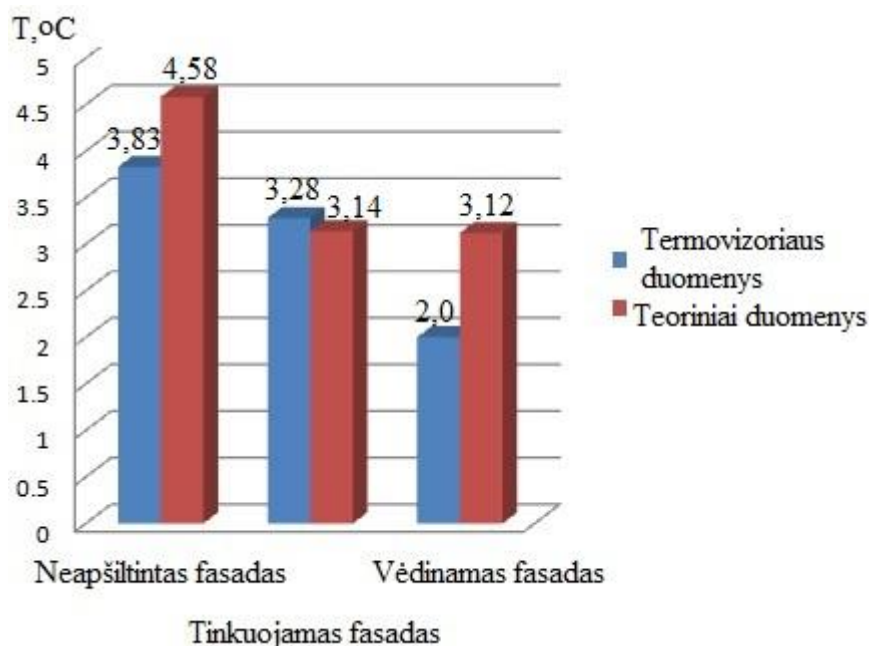


9 pav. Aukščiausia paviršiaus temperatūra prie lango rėmo

Šiuo atveju tinkuojamo ir ventiliuojamo fasado šiluminiai nuostoliai apylygiai, vėl aiškiai matyti, kad nešiltintas fasadas turi didžiausią šiluminį tiltelį, kuriuo iš pastato šiluma teka į lauką.

Lyginant ventiliuojamo ir tinkuojamo fasadų efektyvumą, ventiliuojamas fasadas mažiau išleidžia šilumos. Pastatas apšiltintas šiuo variantu įšyla mažiau, palyginti su kitomis fasadų sistemomis.

Kad būtų aiškiau, žemiau (žr. 10 pav.) pateikiama diagrama. Diagramoje susumuoti teorinio skaičiavimo ir termovizoriaus pagalba gauti duomenys.



10 pav. Termovizorinių ir teorinių duomenų apie atitvaros išorinio sluoksnio įšilimą palyginimas

Pavaizduotoje diagramoje matosi, kad ir teoriniai duomenys, ir gauti termovizoriumi, iš esmės, yra panašūs. Neapšiltintas fasadas atiduoda daugiausiai šilumos, o ją geriausiai sulaiko – ventiliuojamas fasadas.

Mažiausia paklaida tarp apskaičiuotos išorinio sluoksnio temperatūros ir gautos termovizoriumi būdinga tinkuojamam fasadui, skirtumas tik 0,14 ° C. Didžiausia paklaida – 1,12 ° C, kuri matoma sulyginus vėdinamo fasado duomenis. Ši paklaida, gali atsirasti dėl to, kad termograma rodo galutinio sluoksnio temperatūrą, šiuo atveju - apdailinės plokštės. Teoriniuose skaičiavimuose galutinis sluoksnis buvo imamas – mineralinė vata, kadangi skaičiuojant vėdinamo fasado šiluminę varžą, už oro tarpo esančios medžiagos nevertinamos. Norint gauti dar tikslesnius duomenis, reiktų demontuoti fasadines plokštes.

Pagal gautus teorinius duomenis iš pav. nr. 10, matome, kad ventiliuojamas fasadas geriau sulaiko šilumą nei tinkuojamas. Apskaičiuojame procentus:

$$(3.14-3,12)/3.14*100=0.64\%;$$

(7)

Ventiliuojamas fasadas geriau sulaiko šilumą nei tinkuojamas tik 0,64 proc. Remiantis šiais duomenimis, abu fasadų modernizacijos variantai yra beveik vienodai efektyvūs. Lyginant pastatą su įrengtu vėdinamu fasadu ir su neapšiltintu pastatu, vėdinamas fasadas sulaiko 68,2 proc. šilumos (pagal formulę nr. 7).

Termogramų duomenys (žr. 10 pav.), taip pat kaip ir teoriniai, rodo, kad ventiliuojamas fasadas geriau sulaiko šilumą nei tinkuojamas. Tačiau skirtumas didesnis - 39 proc. Galime daryti prielaidą, kad nuėmus fasado apdailinę plokštę būtų gauti kitokie, tikslesni duomenys. Oro tarpas yra kliūtis šilumos pratekėjimui.

Remiantis termogramomis, lyginant vėdinamą fasadą ir fasadą be termoizoliacijos, vėdinamas fasadas sulaiko 47,7, proc. šilumos (pagal formulę nr. 7).

4. IŠVADOS

1. Remiantis visumine atitvaros varža, geriausiai šilumą sulaiko ventiliuojamas fasadas su oro tarpu;
2. Remiantis išorinio fasado sluoksnio įšilimo teorine temperatūra, abu fasadų modernizacijos variantai yra beveik vienodai efektyvūs. Ventiliuojamas fasadas už nevedinamą, šilumą sulaiko geriau tik 0,64 proc.;
3. Termografinio tyrimo duomenys taip pat kaip ir teoriniai, rodo, kad ventiliuojamas fasadas geriau sulaiko šilumą nei tinkuojamas. Tačiau skirtumas didesnis - 39 proc.;
4. Remiantis termogramomis, lyginant vedinamą fasadą ir fasadą be termoizoliacijos, vedinamas fasadas sulaiko 47,7, proc. šilumos. Teoriniais skaičiavimais, rezultatas turėtų siekti 68,2 proc.;
5. Renovacijos metu apšiltinti angokraščiai efektyviau sulaiko šilumą, lyginant su nešiltintais angokraščiais nuo 45 iki 70 procentų.

5. LITERATŪROS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

- 1) Balaras C. A., Gaglia A. G., Georgopoulou E. ir kt. European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings. Atėnai, 2007;
- 2) Lipnevič A. Daugiabučių namų atnaujinimas Lietuvoje: problemos ir gyventojų iniciatyva. Vilnius, 2015;
- 3) Ustinovičius L., Ambrasas G., Alchimovienė J., ir kt.. Statinių eksploatavimas ir atnaujinimas. Vilnius 2012;
- 4) Ignatavičius Č., Skrodenis S. Fasadų šiltinimas, apdaila, tinkavimas. Prieiga per internetą: <http://pastatu-siltinimas.lt/fasadu-siltinimas-apdaila-tinkavimas/> [žiūrėta 2016-12-21];
- 5) Juozaitienė J. Daugiabučių gyvenamųjų namų padėtis lietuvoje. Prieiga per internetą: http://www.lsta.lt/files/events/1_j.juozaitiene.ppt.pdf [žiūrėta 2016-12-03];
- 6) Aliuminio karkaso įrengimo technologija. Prieiga per internetą: <http://www.plantas.lt/lt/m/vedinamu-fasadu-irengimui/aliuminio-karkaso-irengimo-technologija/> [žiūrėta 2016-11-29];
- 7) STR 1.01.09:2003. Statinių klasifikavimas pagal jų naudojimo paskirtį. Prieiga per internetą: http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=12476 [žiūrėta 2016-11-22];
- 8) Teisės aktų registras. Daugiabučių namų modernizavimo finansavimo programos. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.AE67B6739526/yGmOJLYOqj> [žiūrėta 2016-12-02];
- 9) Daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) projektų įgyvendinimo vadovas. BETA. Prieiga per internetą: <http://www.betalt.lt/wp-content/uploads/2014/04/Izanga1.pdf> [žiūrėta 2016-11-05];
- 10) Prasidėjo naujas modernizavimo etapas. Prieiga per internetą: <http://verslas.lrytas.lt/rinkos-pulsas/prasidejo-naujas-modernizavimo-etapas.htm> [žiūrėta 2016-11-05];
- 11) STR 2.01.10:2007. Išorinės tinkuojamos sudėtinės termoizoliacinės sistemos. Prieiga per internetą: http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=12476 [žiūrėta 2016-11-22];
- 12) Fasadų išorės sienų šiltinimas. Prieiga per internetą: http://www.pamariostatyba.lt/gyvenamuju-namu-ir-kitos-paskirties-pastatu-statyba/index.php?option=com_content&view=article&id=231%3Afasadu-iso-res-sienu-siltinimas&catid=72%3Aapie-fasadus&Itemid=112 [žiūrėta 2016-12-20];

- 13) Endriukaitytė A. Efektyvūs sprendimai sienų šiltinimui. Nevėdinamos sienų šiltinimo sistemos. Prieiga per internetą:
<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/172/1/0/1/article/17642/efektyvus-sprendimai-sienu-siltinimui-nevedinamos-sienu-siltinimo-sistemas> [žiūrėta 2016-12-20];
- 14) Tinkuojami fasadai: sistemos montavimas. Prieiga per internetą:
<http://www.pasyvusnamas.lt/nevedinami-tinkuojami-fasadai-apsiltinimo-sistemas-montavimas-ant-isores-sienos/> [žiūrėta 2016-12-05];
- 15) Tinkuojamas fasadas. Prieiga per internetą:
http://www.ekspertai.lt/tinkuojami_fasadai/straipsniai/tinkuojamas_fasadas [žiūrėta 2016-12-03];
- 16) Dekoratyvinio tinko rūšys fasadų apdailai. Prieiga per internetą:
<http://www.namustatybos.lt/lt/statyba-96/tinko-rusys-253> [žiūrėta 2016-12-02];
- 17) Tinkuojamas fasadas. Prieiga per internetą: <http://www.namustatybos.lt/lt/statyba-96/tinkuojamas-fasadas-251> [žiūrėta 2016-12-02];
- 18) STR 2.01.11:2012. Išorinės vėdinamos termoizoliacinės sistemos. Prieiga per internetą: http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=12476 [žiūrėta 2016-11-28];
- 19) Sienų konstrukcijos, vėdinamos ir nevėdinamos sienos. Prieiga per internetą:
http://www.ekspertai.lt/sienu_siltinimas/straipsniai/sienu_konstrukcijos_vedinamos_ir_nevedinamos_sienos [žiūrėta 2016-11-29];
- 20) Vėdinamų fasadų privalumai. Prieiga per internetą:
<http://www.ventiliuojamifasadai.lt/Vedinamu-fasadu-privalumai-688.html> [žiūrėta 2016-12-20];
- 21) Ramoškevičiūtė D. Tinkuotas ir vėdinamas fasadas. Palyginkime. Prieiga per internetą:
<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/258/1/0/1/article/16278/tinkuotas-ir-vedinamas-fasadas-palyginkime> [žiūrėta 2016-12-20];
- 22) Rouse M. Thermal imaging. Prieiga per internetą:
<http://whatis.techtarget.com/definition/thermal-imaging> [žiūrėta 2016-12-21];
- 23) Termovizija. Prieiga per internetą:
<http://www.termovizija.lt/?page=staticpage&id=2&pageId=2> [žiūrėta 2016-12-11];
- 24) Termovizija - tai energetinis pastatų įvertinimas. Prieiga per internetą:
<http://energinissertifikavimas.lt/termovizija-44> [žiūrėta 2016-12-05];
- 25) Lietuvos valstybinio oro monitoringo matavimų duomenys. Prieiga per internetą:
http://stoteles.gamta.lt/index.php?station_id=0021¶meter_id=1&mean_type=1&step=1&day_from=25&month_from=03&year_from=2016&day_to=25&month_to=03&year_to=2016&graph=1 [žiūrėta 2016-12-27];

- 26) Šiluminės varžos skaičiavimas. Prieiga per internetą: < <http://rcalc.lt/app> > [žiūrėta 2016-12-27];
- 27) Metric Conversions. Prieiga per internetą:
< <http://s7.metricconversions.org/lt/temperatura/farenheitas-icelsijus.htm> > [žiūrėta 2016-12-27];

PRIEDAI