

**KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS**

Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas

Jūrų inžinerijos katedra

Tomas Selenis

**ADMINISTRACINIO PASTATO ENERGETINIS  
OPTIMIZAVIMAS**

Uosto statinių studijų programos

magistro baigiamasis darbas

Studijų kodas: 621H20004

Darbo vadovė

Lekt. dr. Jevgenija Rutė

Klaipėda, 2016

Klaipėdos universitetas  
Jūros technologijų ir gamtos mokslų fakultetas  
Jūrų inžinerijos katedra

Uosto statinių studijų programos baigiamasis magistro darbas

## **ADMINISTRACINIO PASTATO ENERGETINĖ ANALIZĖ IR OPTIMIZAVIMAS**

Autorius: T. Selenis  
Vadovė: Lekt. dr. J. Rutė  
Kalba – lietuvių

### **ANOTACIJA**

Baigiamajame magistro darbe buvo nagrinėjamas administracinio pastato esančio uosto teritorijoje energetinis efektyvumas, siūlomas energetinio optimizavimo modelis.

Teorinėje dalyje pateikta informacija apie esama energetinio naudingumo pastato būklę, pateikiami pastato energetinio efektyvumo optimizavimo pasiūlymai. Aprašyti administracinio pastato išorės atitvarų sprendiniai, bei apžvelgti užsienio ir Lietuvos autorių atlikti tyrimai, kurie yra susiję su šiuo atliekamu tyrimu. Šioje dalyje taip pat pateiktos teorinės žinios apie išorinių atitvarų įrengimo medžiagas. Pateikta energetinio naudingumo sertifikavimo skaičiavimo duomeys, teoriniai ir faktiniai energetinių išteklių suvartojimai, administracinės paskirties pastatų energijos vartojimo audito skaičiavimo metodika..

Tyrimų metodikos dalyje detalai aprašoma atliekamiems eksperimentams naudota įranga ir medžiagos. Taip pat, vadovaujantis turimais faktinių atitvarų šilumos srauto tyrimų rezultatais, atlikti faktinių atitvarų šilumos laidumo koeficientų palyginimai su planuotais techninio projekto rodikliais.

Tyrimų rezultatų ir analizės dalyje pateikiami gautų skaičiavimų, tyrimų ir skaitmeninio modeliavimo rezultatai. Vadovaujantis atlikto skaičiavimo, eksperimento ir skaitmeninio modeliavimo rezultatais, nustatytos reikalingos investicijos administracinio pastato energetinio efektyvumo optimizavimui.

Baigiamąjį darbą sudaro: 64 puslapiai, 6 paveikslai, 14 lentelių.

Klaipėda university

Marine Technology and Natural Sciences Faculty

Marine Engineering department

Port structures study program in the final master's work

## **ADMINISTRATIVE BUILDING ENERGY ANALYSIS AND OPTIMIZATION**

Author: T. Selenis

Academic supervisor: Lekt. dr. J. Rutė

Thesis language – Lithuanian

### **ANOTATION**

The subject of master thesis was an administrative building in the port area energy efficiency, the proposed energy optimization model.

The theoretical part of the information about the current state of the energy performance of the building, the building's energy performance optimization suggestions. The current situation of administrative building is described in this work, the external walls insulation, as well as an overview of foreign and Lithuanian authors studies that are associated with this test is conducted. This section also includes the theoretical knowledge of the external envelope of installation materials. The energy efficiency certificate calculation, the theoretical and the actual energy consumption of energy resources, administrative buildings energy audit methodology for the calculation.

Research methodology in detail describes the experiments, the equipment and materials. Also, in accordance with the available actual values of heat flow studies, to perform the actual partitioning coefficients of thermal conductivity comparisons with the planned technical parameters of the project.

Research results and the analysis of the calculations, digital simulation results. According to provisional calculations, the experimental and numerical simulation results, counted necessary investments necessary for the administrative building energy efficiency optimization.

Final work consists of: 64 pages, 6 pictures, 14 tables.

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.	lentelė. Silikatinio blokelių rodikliai .....	- 13 -
2.	lentelė. Šilumos laidumo perdavimo koeficientų palyginimas .....	- 24 -
3.	lentelė . Pastato bendrieji duomenys. ....	- 25 -
4.	lentelė. Naudotų prietaisų ir diagnostinės įrangos sąrašas .....	- 29 -
5.	lentelė. Sąnaudų ir išlaidų suvestinė 2014 metai .....	- 31 -
6.	lentelė sąnaudų ir išlaidų suvestinė 2015 metai .....	- 31 -
7.	lentelė. Norminės šilumos sąnaudos patalpų šildymui 2014 metai .....	- 33 -
8.	lentelė. Norminės šilumos sąnaudos patalpų šildymui 2015 metai .....	- 34 -
9.	lentelė. Viešojo naudojimo paskirties pastato šilumos nuostoliai .....	- 35 -
10.	lentelė. Šilumos energijos sutaupymai išorės atitvarose .....	40
11.	lentelė. Sutaupomas šiluminės energijos kiekis .....	41
12.	lentelė. Eenergijos ir šalto vandens vartojimo audito išvesties rodikliai .....	45
13.	lentelė. Atliktų matavimų duomenys.....	52
14.	lentelė. Pastato atitvarų šilumos laidumo skaičiavimų rezultatai .....	58

## PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1.	pav. Šilumos laidumo per viensluksnę sienelę schema .....	- 8 -
2.	pav. Šilumos srauto išdėstymo vieta. Duomenų kaupimo įranga.....	- 21 -
3.	pav. Pastato šilumos perdavimo koeficientų palyginimas.....	- 24 -
4.	pav. Energijos resursų poreikio sąnaudos .....	- 34 -
5.	pav. Šilumos nuostolių struktūra pastato atitvarose esama 2015 metų padėtis .....	- 35 -
6.	pav. Rekonstrukcijos priemonių nauda „prieš ir po“ taupymo priemonių diegimą .....	40

# Turinys

ANOTACIJA.....	- 2 -
LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	- 4 -
PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS.....	- 4 -
1. LITERATŪROS APŽVALGA .....	- 8 -
1.1 Šilumos perdavimas per išorines atitvaras .....	- 8 -
1.1. Šilumos laidumas.....	- 9 -
1.2. Šilumos laidumo koeficientas .....	- 9 -
1.3. Termoizoliacinių medžiagų apžvalga .....	- 10 -
1.4. Mineralinės vatos savybės.....	- 10 -
1.5. Ventiliuojamų fasadų savybės.....	- 11 -
1.6. Silikatinų blokelių šiluminės savybės .....	- 12 -
1.7. Projektiniai šilumos nuostoliai per ilginis šiluminius tiltelius .....	- 14 -
1.7. Aliumininių langų savybės.....	- 14 -
1.8. Putų poliuretano savybės.....	- 14 -
1.9. Pastato energijos poreikiai.....	- 15 -
1.10 Atitvarų šilumos perdavimo rodiklis .....	- 16 -
1.11 Energijos vartojimo pastatuose auditas .....	- 16 -
1.12 Audito atlikimo pastatuose etapai.....	- 17 -
1.13 Energetinių parametrų matavimai.....	- 17 -
2 EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI IR TYRIMŲ METODAI.....	- 18 -
2.1 Faktinių pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų nustatymas .-	- 18 -
2.2 Skaičiavimo metodika .....	- 21 -
2.3 Energijos vartojimo pastatuose auditas .....	- 21 -
3 TYRIMŲ REZULTATAI.....	- 23 -
3.1 Pastato bendrieji ir techniniai duomenys .....	- 25 -
3.2 Pastato vidaus temperatūrų energetiniai matavimai .....	- 29 -
3.3 Šilumos energijos faktinių sąnaudų patalpų šildymui perskaičiavimas norminiam šildymo sezonui.....	- 32 -
3.4 Pamatai, cokolinė pastato dalis, nuogrįstė .....	- 36 -
1. Išorės sienos.....	- 37 -
3.5 Pastato atitvarų termoviziniai tyrimai.....	39
3.6 Šiluminės energijos sutaupymo pastato išorinėse atitvarose apibendrinimas	40
3.7 Statinio inžinerinių sistemų analizė .....	41
3.8 Energijos ir šalto vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimas.....	43
4. Rezultatų gretinimas, išvados .....	46
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	49
PRIEDAI .....	50

## IVADAS

Šiuolaikiniai projektavimo metodai leidžia pasiekti maksimalius rezultatus pastato energetinio efektyvumo srityje. Tinkamai suprojektuotos ir tinkamai įrengtos pastatų konstrukcijos užtikrina ekonomišką ir komfortišką pastatų vidaus patalpų mikroklimatą. Pastatų projektavimas naudojant kompiuterines energetinio efektyvumo programas suteikia galimybę prognozuoti busimus šilumos nuostolius per visas pastato atitvaras t. y. lauko sienas, stogą, grindis ant grunto, rūšį, langus, duris, šalčio tiltelius. Kompiuterinio modeliavimo programa leidžia parinkti efektyviausią šildymo sistemą, vėdinimo sistemą, įvertinti būsimą pastato energetinę klasę.

Atsižvelgiant į šiuolaikines gamybos technologijos leidžiančias gaminti energetiškai efektyvias medžiagas yra išnaudojamas ne visas kokybiškų medžiagų potencialas. Efektyvios šilumos izoliavimo medžiagos gaminamos jau daugelį metų, tačiau projektinių sprendinių realizavimas statybos metu dažnai tampa neefektyvaus energijos vartojimo priežastimi. Projektavimo metu mažai dėmesio skiriama pastato energetiniam efektyvumui, pastato sandarumo priemonių diegimui. Projektavimo stadijoje parenkamos tipinės statybinių konstrukcijų šiltinimo detalės, kurios yra neefektyvios, neužtikrina vidaus patalpų sandarumo. Projektuojant pastatus be energetinio vertinimo nėra žinoma būsimą pastato energinio naudingumo klasę, todėl negalima planuoti, jog tik storai apšiltintos išorinės atitvaros ir kokybiški langai leis užtikrinti mažas eksploatacines sąnaudas šaltuoju metų laikotarpiu, todėl norint pastatyti ne tik gražų, bet ir mažai šiluminės energijos naudojančią pastatą, būtina dirbti kartu su energetinio naudingumo projektavimo ekspertu, kuris naudodamas kompiuterinę projektavimo programą padės pasiekti energetiškai efektyvų ir ekonomiškai atsiperkantį pastatą.

Energijos sąnaudos pastato šildymui sudaro didžiausią dalį eksploatacijos išlaidų, tačiau tinkamai suprojektuotas pastatas leis sumažinti naudojamas energijos išteklių sąnaudas bei padidins komforto lygį šildomose patalpose. Neefektyviai naudojama šilumos energija tiesiogiai įtakoja anglies dvideginio išsiskyrimą, tai globali problema, kuri neišsprendės savaime. Sumažinus naudojamų energetinių išteklių kiekį galima sutaupyti dalį išlaidų tenkančių pastato šildymui. Projektuojant naujus šildomus statinius yra ieškoma optimalių konstrukcinių sprendinių, leidžiančių sumažinti išlaidas šildymui. Siekiant energetiškai efektyvaus pastato, labai svarbu iš anksto prognozuoti metines energines sąnaudas pastato eksploatavimui.

## **Darbo aktualumas**

Pastatyta ir eksploatuojamame administracinės paskirties pastate, esančiame uosto teritorijoje, yra įsikūręs Klaipėdos keleivinis terminalas. Šiuo metu pastatas yra eksploatuojamas beveik pilnu pajėgumu, neišnuomos vos kelios patalpos. Elektros energijos ir šildymo sąnaudos sudaro didžiąją dalį visų eksploatacijos išlaidų, todėl energijos taupymas pastate yra labai aktualus. Brangstant šilumos energijos kainai, ženkliai didėja ir išlaidos. Vienintelis būdas sumažinti išlaidas, tai energijos taupymas. Šiai problemai spręsti galima būtų mažinti vidaus patalpų temperatūrą, ko pasekoje nukentėtų komforto lygis vidaus patalpose. Efektyviausia priemonė šiam tikslui pasiekti būtų pastato energetinių parametru gerinimas, optimizuojant energetinio efektyvumo klasę.

## **Tyrimo objektas**

Administracinio pastato esančio uosto teritorijoje optimizavimas į energetiškai efektyvesnį.

## **Tyrimo tikslas**

Atlikti administracinio pastato dinaminį modeliavimą ir optimizuoti pastato energetinio efektyvumo klasę. Vadovaujantis gautais rezultatais ir pastatų energetinio naudingumo sertifikavimo programos rekomendacijomis, pasiūlyti optimalų sprendimą padėsiantį sumažinti energijos išteklių sąnaudas. Optimizuoti šiluminės energijos sąnaudas pastatui šildyti ir karšto vandens ruošimui.

## **Tyrimo uždaviniai**

1. Atlikti esamo pastato atitvarų faktinių varžų matavimus.
2. Atlikti matavimų rezultatų analizę.
3. Tyrimais nustatyti šilumos nuostolius per atitvaras.
4. Atlikti išsamų pastato energijos vartojimo auditą
5. Parengti statybos skaičiuojamosios kainos nustatymo dalį.
6. Surasti racionalius sprendimus energijos sąnaudų optimizavimui.
7. Pateikti rekomendacijas ir išvadas.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

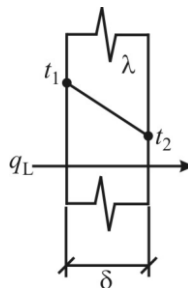
## 1.1 Šilumos perdavimas per išorines atitvaras

Šilumos perdavimas – tai sudėtingas šilumos mainų procesas, kuriame dalyvauja elementarūs šilumos sklaidimo būdai:

- Laidumas šilumai.
- Konvekciniai šilumos mainai.
- Spinduliniai šilumos mainai.
- Srautiniai šilumos ir masės mainai.

Laidumas šilumai – tai šilumos pernešimo procesas nejudančioje aplinkoje nuo labiau įkaitusių dalelių mažiau įkaitusioms.

Pagrindinis dėsnis – Furje dėsnis. Atliekant inžinerinius skaičiavimus paprastai naudojama tokia paprasčiausia schema, kuri pateikta 2.1 pav.



1. pav. Šilumos laidumo per viensluoksnę sienelę schema

Viensluoksnei sieniei stacionariomis sąlygomis šilumos srautas

$q_L$  gali būti skaičiuojamas taip:

čia  $t_1$  ir  $t_2$  – paviršių temperatūros;  $\lambda$  – medžiagos šilumos laidumo koeficientas, W/mK;  $\delta$  sienelės storis, m. (Paulauskaitė, et. al 2012)

## 1.1. Šilumos laidumas

Šiluma gali sklisti iš vieno kūno į kitą arba iš vienos kūno dalies į kitą, tiesiogiai jiems liečiantis. Toks šilumos perdavimo būdas vadinamas šilumos laidumu. Įvairių kietųjų kūnų šilumos laidumas nevienodas. Vieni iš jų, pavyzdžiui, metalai ir įvairūs kristalai, yra geri šilumos laidininkai, o kiti, pavyzdžiui, oras, medis, putplasčiai – blogi šilumos laidininkai (jie vadinami šilumos izoliatoriais). Vadinasi, šilumos laidumas priklauso nuo medžiagos sandaros.

Kristalų gardelėse atomai yra glaudžiai susieti tarpusavyje, ir šiluma čia pasireiškia kaip gardelės mazgų virpėjimas apie pusiausvyros padėtį: kuo didesnė kristalo temperatūra, tuo didesnė gardelės mazgų virpesių amplitudė, t. y. jų kinetinė energija. Kiekvieno kristalo gardelės sandara yra savita, būdinga tik šiam kristalui (atomų tarpusavio išsidėstymas, atstumas tarp gardelės mazgų, jų tarpusavio padėtis, gardelės mazgų ryšio energija). Bet koks vieno gardelės mazgo virpėjimas pusiausvyros padėties atžvilgiu priverčia virpėti ir kitus kristalinės gardelės mazgus – vieno iš atomų virpėjimo kinetinė energija (taigi ir šiluma) perduodama kitiems kristalinės gardelės mazgams. Metalų šilumos laidumo priežastis kita. Metaluose yra daug laisvųjų krūvininkų – elektronų. Kuo didesnė kūno temperatūra, tuo didesnė laisvųjų elektronų kinetinė energija. Susidurdami jie savo kinetinę energiją perduoda metalo atomams ir kitiems elektronams.

Medžiagų šilumos laidumas yra nevienodas. Kadangi dujos blogas šilumos laidininkas, visos medžiagos, turinčios didesnį oro kiekį (putplasčiai, šiaudai), vadinamos termoizoliacinėmis. Kai daugumą medžiagos užima oras, medžiagos sandaros įtaka šilumos laidumui yra minimali. (Gailius at el. 2012)

## 1.2. Šilumos laidumo koeficientas

Šilumos laidumo koeficientas parodo, koks šilumos kiekis džiauliais pereina per 1 m<sup>2</sup> skerspjūvį, kai jo galų temperatūros skirtumas yra 1 °K. Žinant tam tikros medžiagos šilumos laidumo koeficientą, galima pasakyti, ar ši medžiaga yra geras, ar blogas šilumos laidininkas. Įvairių medžiagų šilumos laidumo koeficientai labai skirtingi. Šilumos laidumo koeficientas priklauso ir nuo medžiagos temperatūros, ir nuo savitosios šiluminės talpos. Esant įvairioms kūno temperatūroms, šis koeficientas yra skirtingas. (Gailius at el. 2012)

Medžiagos šilumos laidumas tiesiogiai priklauso nuo medžiagos sandaros: mažiau šilumos praleidžia smulkiai akytos uždaporės medžiagos. Didesnio tankio (t. y. tūrinio svorio), tos pačios mineralinės sudėties medžiagos šilumos laidumas bus didesnis, palyginti su mažesnio tankio gaminiu šilumos laidumu. Tokių medžiagų šilumos laidumas priklauso nuo kietosios ir dujinės fazės tūrių

santykio, oro tarpų (porų) formos, jų dydžio ir kiekio bei išsidėstymo medžiagos karkase (tolygesnis porų ir tuštumų išsidėstymas gerina medžiagos termoizoliacines savybes). Kadangi nedidelėse porose esančio oro šilumos laidumo koeficiento vertė žema (Marčiukaitis el. al. 2004)

### **1.3. Termoizoliacinių medžiagų apžvalga**

Šilumą ir garsą izoliuojančiosios medžiagos yra labai panašios. Jos skiriasi tik savo struktūra: šilumai izoliuoti geriau tinka medžiagos su uždaromis poromis, o garsui sugerti su atviromis. Šilumą izoliuojančiosios medžiagos pasižymi nedideliu šilumos laidžiu. Dažniausiai šilumą izoliuojančiosios medžiagos yra skirstomos pagal pagrindinę žaliavą, tūrinį tankį ir struktūros pobūdį.

Pagal žaliavos kilmę jos yra organinės (polimeriniai putų plastai, durpių plokštės, medienos pluošto plokštės) ir neorganinės (įvairi mineralinė vata, putų stiklas ir kt.). Yra ir mišrių: kalkių-pjuvenų, spalių, medienos drožlių-cemento (fibrolitas) ir pan.

Dažnai termoizoliacinės medžiagos skirstomos pagal tūrinį tankį ir būna nuo 10 iki 400 kg/m<sup>3</sup>. Kai tankis didesnis, jos naudojamos kaip termoizoliacinės-konstruktinės medžiagos.

Pagal struktūros pobūdį jos yra skirstomos į biriąsias, įvairias pluoštines, grūdines, fibrų (keramzitas, agloporitas, spaliai, medžio pjuvenos ir pan., miltelių perlitas ir kt.), elastingąsias (organinių ir neorganinių medžiagų dembliai, pusketės plokštės, rulonai, lakštai) ir kietąsias (kietosios plokštės, blokai ir blokeliai, kevalai ir pan.).

Plačiai statyboje naudojamos neorganinės termoizoliacinės medžiagos, iš kurių plačiausiai paplitusi mineralinė vata. Tai iš išlydytų uolienuų (akmens, smėlio ir stiklo, mergelio bei šlako) gautas pluoštas. Pluoštas gaunamas išlydžius žaliavą ir lydinio masę specialia įranga išpurškus mažais lašeliais, kurie vienas su kitu susiliesdami sudaro plonus siūlelius, krintančius ant specialaus transporterio ir sudarančius mineralinės vatos sluoksnį. Mineralinės vatos tūrinis tankis 30-125 kg/m<sup>3</sup>,  $X = 0,035-0,045$ . Mineralinė vata naudojama minkštųjų, pusiau kietų ir kietųjų plokščių, demblių, kevalų ir kitokių iš anksto suformuotų gaminių pavidalu. Plačiai taikoma mūsų šalyje gaminama PAROC akmens vata, taip pat iš kitų šalių atvežama, kurių tūrinis tankis priklauso nuo gaminio formos ir kietumo. Minkštos akmens vatos tūrinis tankis - 30-35 kg/m<sup>3</sup>, kietos - 100-140 kg/m<sup>3</sup>, yra ir 240 kg/m<sup>3</sup>. Tai priklauso nuo naudojimo vietos ir paskirties (koks veikia krūvis, slėgis, koks leistinasis spūdumas). (Marčiukaitis el. al. 2004)

### **1.4. Mineralinės vatos savybės**

Termoizoliaciniai akmens vatos gaminiai gaminami iš gamtinių uolienuų, todėl iš šių žaliavų gautas izoliacinis plaušas pasižymi didesniu rūgštingumo moduliui ( $M_r = 2,0-4,5$ ) ir atsparumu drėgmei, elastingumu, mažesniu plaušelių storiumi, o iš tokio pluošto pagaminti gaminiai ilgaamžiškesni,

aukštesnės kokybės ir atsparesni įvairiems eksploataciniams veiksniams: temperatūrų svyravimui, drėgmės poveikiui, apkrovoms ir deformacijoms. Gaminiai iš akmens vatos pasižymi tokiomis pagrindinėmis savybėmis:

- puikiai izoluoja šilumą (deklaruojamasis šilumos laidumo koeficientas  $0,032-0,045 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ );
  - nedega ir nesudaro sąlygų gaisrui plėstis (pluošto lydymosi temperatūra siekia  $>1000 \text{ }^\circ\text{C}$ );
  - apsaugo degiąsias medžiagas ir konstrukcijas (iki 4 val. gali būti atspari aukštos temperatūros poveikiui);
  - elastinga ir atspari deformacijoms (ant didelio tankio gaminių galima vaikščioti, nepažeidžiant struktūros);
  - nekeičia linijinių matmenų - nesiplečia ir nesitraukia;
  - izoluoja garsą - garso sugerties koeficientas  $0,93-0,99$ ;
  - plačios panaudojimo galimybės (tinka daugumoje pastatų konstrukcijų).
- (Marčiukaitis el. al. 2004)

### **1.5. Ventiliuojamų fasadų savybės**

Ventiliuojamo fasado sistemos iš kitų galimų variantų išsiskiria dviem svarbiausiais bruožais.

Pirma, išorinė apdailos danga saugo fasadą nuo kritulių ir mechaninio poveikio. Ši danga atlieka ne tik apdailinę-dekoratyvinę funkciją, bet ir jos dėka suformuojamas oro tarpas ventiliacijai, kuris pašalina lietaus vandenį, sniegą ir kitus kritulius, o patekęs vanduo tiesiog nuteka žemyn. Kitaip tariant, nesusidaro sąlygos drėgmei kondensuotis, t.y. vandens garams virsti skysčiu. Karštą vasarą fasado konstrukcija atlieka apsauginio ekrano nuo saulės funkciją, neleisdama šilumai tiesiškai skverbtis per išorinę sieną. Žiemą ji saugo konstrukciją nuo kritulių ir vėjo, išlygina atitvarinės sienos temperatūrų svyravimus ir apsaugo sieną nuo pakaitinio užšalimo ir atšilimo. Rasos taškas pasislenka į išorinį šiltinamosios izoliacijos sluoksnį, todėl vidinė sienos dalis išlieka sausa. Ventiliuojamojo fasado fizinės savybės leidžia pasiekti didelį šilumos efektyvumą (t.y. eksploatuoti su minimaliomis energijos sąnaudomis) bei stabilų mikroklimatą patalpų viduje. Be to, visas „pakabinamas“ fasadas žymiai padidina atitvarinės konstrukcijos garso izoliacines charakteristikas, nes šiose sistemose naudojamos apšiltinimo medžiagos pasižymi geromis garso sugerties savybėmis. Kiti privalumai: pritaikymo universalumas ir erdvė architektūriniais sprendimams, taip pat montavimo greitumas ir nepriklausomybė nuo oro sąlygų (sezono). Dėl pastarojo bruožo šis fasadas daug pranašesnis nei „šlapio“ tipo (tinkuojamas) fasadas, kurį žiemą technologiškai įrengti beveik neįmanoma arba yra pakankamai sudėtinga ir brangu. Išorinė danga (ekranas) nuo lietaus iš apdailos plokščių - tai meninis ir funkcionalus ventiliuojamo fasado užbaigimas. Dėl sudėtingų apdailos plokščių eksploatavimo sąlygų, plokščių medžiagai keliami ypatingi atsparumo drėgmei ir šalčiui, nedegumo bei atsparumo agresyvioms cheminėms medžiagoms reikalavimai.

Antra, vėdinimo funkcija - nes drėgmė, susikaupusi pastato atitvaroje bei patalpų viduje, išvedima (ištraukimas į tą pačią ventiliuojamą zoną. Šilumos nuostoliai apšiltinimo medžiagos sluoksnyje yra minimalūs, nes pastarasis pagamintas iš vandenį neįgeriančių bei vandens garus praleidžiančių medžiagų. Dėl temperatūrų skirtumo išorinėje ir vidinėje atitvarinės konstrukcijos pusėse atsiranda slėgio skirtumas ir dėl to prasideda oro srauto judėjimas. Tokiu būdu iš laikančiosios sienos ir apšiltinimo medžiagos pasišalina kondensatas ir atmosferinė drėgmė. Be to, oro tarpas jau pats savaime yra temperatūros buferis. Jame oro temperatūra 2-3 laipsniais aukštesnė negu išorėje. Projektuojant fasado konstrukcijas su ventiliaciniu tarpu, būtina išlaikyti balansą, kuris užtikrintų efektyvų ir laisvą oro srauto judėjimą per visą sienos paviršių. Oro tarpo plotis turi būti nuo 40 iki 100 mm (Vakarų Europos šalyse - nuo 25 iki 50 mm). Žinoma, jei oro tarpas siauresnis nei nurodytoji norma, galima sutaupyti tvirtinimo medžiagų. Tačiau, jei pasitaikys tvirtinimo klaidų arba sienos nelygumų, o tai gana dažnas reiškinys, apšiltinimo medžiaga liesis su apdailos plokštėmis ir prarandami visi pakabinamo fasado privalumai. Pernelyg didelis oro tarpas taip pat nepatartinas. Jeigu tarpas didesnis nei 100 mm, susidaro didelė trauka, kuri sumažina priešgaisrinę pastato saugą, padidina apšiltinimo medžiagos išvėdinimo tikimybę ir gali būti būdingų garso efektų - „kaukimo“ vamzdyje - priežastimi.

Štai garo pasišalinimo efektas: nėra kondensato - nėra garų, nėra garų - nėra drėgmės, nėra drėgmės - nėra grybelių ir kitų atitinkamų „fasado ligų“. Todėl ventiliuojamų fasadų technologija be ironijos vadinama pačia higieniškesniausia Europoje. Vaizdžiai tariant, pastatas „apsirengia paltu su pamušalu“. „Pamušalą“ šiuo atveju, žinoma, atstoja apšiltinimo medžiaga. Beje, toks fasadas yra saugus priešgaisrinio požiūriu ir atsparus ugniai, nes įrengiamas išskirtinai iš nedegių arba mažai degių medžiagų.

Apdailos medžiagos saugo visą konstrukciją nuo neigiamų atmosferos poveikių: vasarą apsaugo nuo saulės spindulių, o žiemą nuo kritulių. Dekoratyvinių medžiagų spalvų gama ir faktūra sukuria individualią pastato išvaizdą. Naudojamos fasadinės medžiagos turi atitikti daugelį svarbių reikalavimų: ilgaamžiškumo, stiprumo ir patvarumo, atsparumo ugniai, garso izoliacijos, laidumo šilumai, seisminio atsparumo, pralaidumo garams bei estetiniams reikalavimams.

### **1.6. Silikatinių blokelių šiluminės savybės**

Silikatinis statybos gaminytis – tai dirbtinis akmuo, pagamintas tik iš natūralių gamtinių žaliavų: kalkių, smėlio ir vandens. Silikatinės plytos yra ekologiškai švari, ilgalaikė ir kokybiška medžiaga. Statyba iš silikatinių medžiagų Lietuvoje turi galias 100 metų siekiančias tradicijas. Jos yra nedegios, sunkiai įgeria drėgmę, atsparios cheminei 3korozijai, tinka ir mažaaukščių, ir

daugiaaukščių įvairios paskirties pastatų vidaus bei išorės sienoms mūryti. Silikatinų plytų sienas būtina apšiltinti termoizoliacinėmis medžiagomis. Norint pasiekti šiuo metu galiojančią norminę R - 5 m<sup>2</sup>K/W šiluminę varžą, silikatinų plytų sieną reikia apšiltinti 17–18 cm storio izoliaciniu sluoksniu. Lietuvoje ilgą laiką buvo gaminamos tik paprastos silikatinės plytos, tačiau nuo 1999 m. pradėti gaminti ir silikatiniai blokai. Silikatiniai blokai yra su tuštumomis ir turi specialios formos šonines briaunas – su įlaida ir iškyša, leidžiančias sienas mūryti be vertikalių siūlių. Iki minimumo sumažinus mūro siūlių skaičių, sumažėjo vietų, per kurias gali smelktis šaltis ir drėgmė. Mūrijant naudojamas sudėtinis cemento ir kalkių skiedinys arba specialus sausųjų klijų mišinys (plonasluoksnis skiedinys).

1. lentelė. Silikatinio blokelių rodikliai

<b>SILIKATINIO BLOKELIO „ARKO M18“ TECHNINIAI RODIKLIAI</b>		
<b>Pavadinimas</b>	<b>Mato vienetai</b>	<b>„ARKO M18“</b>
Matmenys	mm	198 x 340 x 180
Tankis	kg/m <sup>3</sup>	1 210 ÷ 1 400
Vidutinis gniuždymo stipris	N/mm <sup>2</sup>	10,6 ÷ 17,5
Normalizuotas gniuždymo stipris	Stiprio klasė	10; 15
Silumos laidumo koeficientas λ 10	W/(m·K)	0,68
Garso izoliacija (sienos iš abiejų pusių tinkuotos 10 mm storio tinku)	dB	53
Atsparumas šalčiui, konstrukcinis	50 ciklų	stipris nesumažėjo
Drėgnis	%	3,5 ÷ 5,0
Įmirkis	%	≤ 18
Laidumas vandens garams	garų difuzijos koeficientas	5/10
Atsparumas ugniai**	min.	≥ 240
Matmenų tikslumas	mm	± 1 mm
Svoris	kg	17,20

Statant sienas iš silikatinų blokelių, gerokai sumažėja statybos sąnaudos, nes taupomos medžiagos ir laikas: techninės blokų ypatybės leidžia vieno aukšto namus mūryti iš 15 cm storio blokų; dviejų ar trijų aukštų pastatus – iš 18 cm storio blokų. Silikatinų blokų matmenų tikslumas padeda taupyti vidaus apdailos medžiagas – sienas iš vidaus užtenka tinkuoti tik 2-3 mm., storio gipsinio tinko sluoksniu ir jau bus galima jas dažyti, apklijuoti plytelėmis, tapetais. (žurnalas Structum, pavasaris 2013 (1)).

### **1.7. Projektiniai šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius**

Pastatuose ilginiai šiluminiai tilteliai dažniausiai susidaro ties plokščių sandūromis (pvz., rūšio perdangos ar balkono plokštės susikirtimo vieta su išorine siena, langų angokraščiai, sienų statramsčiai, išorinių sienų kampai, stogo ir išorinės sienos sandūra ir t. t.).

Projektiniai šilumos nuostoliai dėl vėdinimo

Patalpos vėdinimo šilumos nuostoliai priklauso nuo to, kaip ir kokios temperatūros oru patalpa yra vėdinama, nes reikia žinoti, kiek oro turės sušildyti šildymo sistema.

Projektiniai šilumos nuostoliai dėl mechaninio vėdinimo sistemos veikimo skaičiuojami, kai naudojama mechaninio vėdinimo sistema ir yra numatomas bendras mechaninio vėdinimo bei šildymo sistemų (ar sudarant patalpų šilumos balansą) šilumos šaltinis.

### **1.7. Aliumininių langų savybės**

Aliumininių langų privalumai susiję su jų mechaninėmis savybėmis: tvirtumu, stabilumu, patvarumu, ilgaamžiškumu, atsparumu korozijai. Vertinant aliumininių langų šilumines savybes, didesnis šilumos pralaidumas dažniausiai nurodomas kaip trūkumas. Aliuminis yra viena laidžiausių šilumai medžiagų. Šilumos pralaidumui sumažinti langų aliuminio profiliuose naudojami plastikiniai intarpai, kurie atskiria vidinę ir išorinę aliuminio profilių dalis .

Aliumininių langų (rėmai iš aliumininio profilių) šilumos perdavimo koeficientas daugiausia priklauso nuo šiluminių intarpų pločio. Langų šiluminių savybių skaičiavimo standarte pateiktas langų rėmų iš aliumininio profilių šilumos perdavimo koeficientui apytiksliai įvertinti grafikas, pagal kurį, žinant aliumininio intarpų plotį, galima nustatyti rėmo šilumos perdavimo koeficientą.

### **1.8. Putų poliuretano savybės.**

Poliuretano putų sistema yra dvikomponentė poliuretaninė sistema, skirta kietai, uždarų porų termoizoliacinei putai gauti. Ši sistema yra įrengiama tiesiai objekte, purškiant didelio slėgio įranga, šildant ir maišant komponentus. Jos naudojimo sritys - beveik visi plokščiųjų ir šlaitinių stogų paviršiai, lubos, sienos ir grindys. Tai tradicinio šiltinimo alternatyva, turinti daug pranašumų, palyginti su įprastinėmis sistemomis. Poliuretano putų sistemos įrengiamos tiesiogiai šiltinamame objekte užpurškiant. Medžiaga sudaro vienalytį ir tolygų izoliacinį sluoksnį be siūlių ir tarpų, todėl išvengiama šalčio tiltelių. Medžiaga prie pagrindo prisitaiko be tarpų, purškiamosios putos yra idealus sprendimas įvairiausių rūšių paviršiams ir formoms. Įvairiapusės poliuretano putų sistemos taikymo galimybės gan plačios: nuo naujos statybos plokščiųjų stogų įrengimo ir senų pastatų plokščiųjų stogų

renovavimo iki pramoninės statybos. Taikymo sritys neapsiriboja vien tik išorinių stogo dangų įrengimu. Dėl sistemos techninio paruošimo savybių poliuretano putos puikiai tinka įrengiant ir apatinę arba vidinę stogo pusę. Tas pat galioja šiltinant iš vidaus bei išorės lauko sienas ir iš apačios bei viršaus įrengiant lubų ar grindų šilumos izoliaciją. Paruošimo technologija ir ekonomiškumas naudojant ją vidaus patalpose yra toks pat kaip ir šiltinant iš lauko. Tokio paties sluoksnių storio sienų šilumos laidumo koeficientas yra kur kas geresnis, nei naudojant kitas izoliacines medžiagas. Dėl uždaros porų struktūros poliuretano putų sistema yra atspari vandeniui ir tuo pat metu saugo nuo atmosferinio ir temperatūros poveikio. Naudojant sistemą plokščiųjų stogų išoriniam sluoksniui įrengti, putos padengiamos apsauginiu sluoksniu nuo UV spindulių poveikio.

Dėl paprastai paruošiamo skysto reaguojančio mišinio putomis galima užpildyti oro tarpus tarp konstrukcijų ir net įvairiausių formų profiliuočius (pvz., ritminių žaliuzių ir langų profiliuočius).

### **1.9. Pastato energijos poreikiai**

Esant vėsiam orui reikiamą temperatūrą į patalpas reikia tiekti dėl dviejų priežasčių:

kai temperatūra lauke šaltesnė nei patalpoje, šiluma per sienas, langus, grindis, duris, stogus perduodama į lauką;

per natūralaus ar dirbtinio vėdinimo ortakius, taip pat per plyšius, angas šiltas oras iš patalpos skverbiasi lauk, o į patalpą tokiu pat būdu patenka šaltas oras, kuris turi būti sušildomas iki reikiamos temperatūros.

Šie šilumos poreikiai yra neišvengiami ir proporcingi minėtų temperatūrų skirtumui. Praktikoje jie vadinami šilumos nuostoliais. Vėjuotose ar aukštose, atvirose vietovėse pastato šilumos poreikiams įtakos turi ne tik temperatūra, bet ir vėjo greitis. Reikia pasakyti, kad ligšiolinės statybos pastatuose didesnę įtaką jis turi vėdinimo šilumos poreikiams, nei per atitvaras perduodamai šilumai. Tai susiję su bendru pastato nesandarumu – langų, durų, įvairių pastato elementų sandūrų. Vėjuotu metu šiuose pastatuose turime perteklinį, nekontroliuojamą vėdinimą ir papildomą šilumos poreikį tinkamai patalpų temperatūrai palaikyti. Šių nuostolių išvengti negalima, bet juos sumažinti – taip. Toliau šias galimybes aptarsime detaliau. (Gudzinskas el. at. 2011)

Pastato šilumos patalpoms šildyti poreikis per skaičiuojamąjį laikotarpį (savaitę, mėnesį ar visą šildymo sezoną) skaičiuojamas laikant, kad patalpose bus projektinis šiluminio komforto lygis, o lauko oro sąlygos bus vidutinės pagal daugiamečių meteorologinių stebėjimų duomenis.

Pastato šilumos poreikis šildymui per skaičiuojamąjį laikotarpį lygus skirtumui tarp vidutinių pastato šilumos nuostolių, padaugintų iš laikotarpio trukmės, ir šilumos pritekio per tą laikotarpį. Sumuojant trumpesnių laikotarpių šilumos poreikius, gaunami tikslesni rezultatai, nei skaičiuojant šilumos poreikį iš karto ilgesniam laikotarpiui. Taip yra todėl, kad šilumos pritekis paprastai nėra visiškai išnaudojamas. Jo išnaudojimo lygis priklauso nuo šilumos nuostolių ir pritekio santykio, o šis santykis, daugiausia dėl saulės spinduliuotės, kiekvieną mėnesį yra vis kitoks. (Jolanta Čiuprinskienė, Kęstutis Čiuprinskas, Pastato šildymo sistemos projektavimas, 2005 m.)

### **1.10 Atitvarų šilumos perdavimo rodiklis**

Pastato sienos, stogas, langai, durys, grindys, lubos bendru vardu vadinamos atitvaromis. Jų kiekviena turi turėti tam tikras savybes, tarp jų ir šilumines. Būtent nuo atitvarų šiluminio rodiklio, vadinamo atitvaros šilumos perdavimo koeficientu ir žymimo raide  $U$ , priklauso pastatui ar atskirai patalpai reikalingas šilumos kiekis.  $U$  vertė paprastai matuojama  $W/(m^2K)$  (vieno Kelvino ( $1K$ ) laipsnių temperatūrų skirtumas yra toks pats kaip vieno Celsijaus ( $1^\circ C$ ) laipsnių temperatūrų skirtumas). Didesnė  $U$  reikšmė rodo didesnę vatais ( $W$ ) matuojamą šilumos nuostolių srautą per atitvaros ploto vienetą. Praktikoje aptinkama atitvarų šiluminė varža  $R$ , kuri yra tik atvirkščias šilumos perdavimo koeficientui dydis. Jos matavimo vienetai  $(m^2K)/W$ . Tad kuo didesnė atitvaros varža, tuo mažiau perduodama šilumos esant tam pačiam jos plotui ir temperatūrų skirtumui tarp patalpos vidaus ir išorės.

Tiek  $U$ , tiek  $R$  reikšmė priklauso nuo atitvarų sudarančių medžiagų šiluminio laidumo ir tų medžiagų sluoksnio storio. Tos pačios medžiagos storesnė atitvara turi mažesnę  $U$  reikšmę. Esamų pastatų šiluminės savybės daugeliu atvejų yra tokios, kokios buvo nustatytos privalomuose reikalavimuose jų statymo metu. Nuo 1959 m. iki 1992 m. statytų gyvenamųjų namų išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientai buvo  $0,9-1,3 W/(m^2K)$ .

Savaime suprantama, kad tokių šiluminių savybių išorinės pastatų sienos galėjo būti naudojamos tik esant labai mažai kuro kainai arba kai ta kaina neatitiko laisvos rinkos kainų bei požiūrio į gamtos išteklių tausojimą. Jau pirmaisiais Lietuvos nepriklausomybės metais buvo imtasi peržiūrėti reikalavimus šiluminėms pastatų atitvaroms. Naujai statomi pastatai tuojau pat turėjo ženkliai pagerinti savo bendrąsias šilumines savybes. (Gudzinskas el. at. 2011)

### **1.11 Energijos vartojimo pastatuose auditas**

Bendrosios nuostatos

1. Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodika (toliau – Metodika) nustato energijos, energijos išteklių (toliau – energija) ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose (toliau – pastatai) etapus ir šio audito ataskaitos parengimą.

2. Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito tikslas – įvertinti esamą pastato atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų būklę, nustatyti veiksnius, lemiančius energijos ir šalto vandens sąnaudas, parinkti tinkamas priemones, kurių įgyvendinimas leis sumažinti ne tik pastato energijos ir šalto vandens sąnaudas, bet ir pagerinti komfortines sąlygas, padidinti pastato ar atskirų jo dalių gyvavimo trukmę.

### **1.12 Audito atlikimo pastatuose etapai**

Audito atlikimo pastatuose etapai:

- objektą apibūdinančių įvesties duomenų surinkimas;
- energetinių parametrų matavimai;
- energijos, šalto vandens sąnaudų ir išlaidų techninė analizė, energijos ir šalto vandens sąnaudų balansų sudarymas;
- šilumos energijos faktinių sąnaudų patalpų šildymui perskaičiavimas norminiam šildymo sezonui;
- energijos ir šalto vandens taupymo priemonių parinkimas ir galimų sutaupymų nustatymas;
- pastato šilumos energijos sąnaudų balanso sudarymas;
- energijos ir šalto vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimas;
- audito ataskaitos parengimas.

### **1.13 Energetinių parametrų matavimai**

Energetinių parametrų, darančių įtaką pastato energijos nuostoliams, nustatymas atliekamas pasinaudojant vienu iš būdų:

- vykdant energetinių parametrų matavimus šildymo sezono metu;
- pasinaudojant kitų fizinių ar juridinių asmenų atliktais matavimo rezultatais.
- Šiluminių parametrų matavimams keliami reikalavimai:
- matavimai atliekami registruojančiais prietaisais ne trumpesniu nei septynių parų laikotarpiu, apimančiu darbo ir poilsio dienas;
- parametrų registracijos dažnis turi būti ne retesnis kaip 30 minučių;
- pastato patalpų vidaus, išorės oro, šilumnešio temperatūrų ir kitų energetinių parametrų registravimas pradedamas kartu ir atliekamas pagal Metodikos 11.1, 11.2 punktų reikalavimus;
- pastato šildomų patalpų oro vidutinės temperatūros faktine reikšme yra laikomas išmatuotų temperatūrų verčių svertinio vidurkio reikšmė;

- matavimams atlikti parenkamos patalpos, esančios pastato įvairiuose aukštuose ir skirtingose pastato fasaduose;
- atliekant matavimus pastato patalpose, laikomasi higienos normoje (Metodikos 3.11 punktas) nurodytų reikalavimų.
- Energetinių parametrų matavimų rezultatai grafikų ar lentelių pavidalu yra pridedami prie audito ataskaitos. Energetinių parametrų matavimų rezultatų suvestinė pateikiama užpildant Metodikos 4 priedo lentelę.
- Pastato atitvarų bei vamzdynų izoliacijos defektams įvertinti rekomenduojama atlikti termovizinius tyrimus. Termovizinių tyrimų ataskaitoje pateikiamos termogramos ir jų analizės rezultatai.
- Jei, atliekant auditą objekte, pasinaudojama kitų fizinių ar juridinių asmenų atliktų energetinių parametrų matavimų rezultatais, tai prie audito ataskaitos pridedamos šių matavimų aktų, protokolų, grafikų kopijos.
- Energetinių parametrų matavimams atlikti panaudotų prietaisų sąrašas pateikiamas užpildant Metodikos 5 priedo lentelę.
- Atliekama gautų energetinių parametrų matavimo rezultatų analizė. Analizės rezultatai pateikiami audito ataskaitoje.
- Energetinių parametrų nustatymas gali būti atliktas, pasinaudojant pastate ar statinio inžinerinėse sistemose stacionariai sumontuotais prietaisais, periodiškai fiksuojant šių prietaisų rodmenis. Gauti rezultatai informinami energetinių parametrų matavimų akte ir pridedami prie audito ataskaitos.

Darbe buvo panaudota informacija iš:

(IŠSAMIOJO ENERGIJOS, ENERGIJOS IŠTEKLIŲ IR ŠALTO VANDENS VARTOJIMO AUDITO ATLIKIMO VIEŠOJO NAUDOJIMO PASKIRTIES PASTATUOSE METODIKA Lietuvos Respublikos ūkio ministro 2008 m. balandžio 29 d. įsakymu Nr. 4-184)

## **2 EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI IR TYRIMŲ METODAI**

### **2.1 Faktinių pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų nustatymas**

Šių matavimų tikslas yra realiomis sąlygomis, atitinkamuose taškuose nustatyti pastato išorės atitvarų šilumos perdavimo koeficientus. Šilumos srauto matavimai atlikti naudojant vokiečių gamintojo „Ahlborn“ matavimo ir duomenų kaupimo įrangą „Almemo“. Matavimams atlikti buvo pasirinkti lango, išorinės sienos ir stogo taškai, ant kurių buvo tvirtinamos šilumos srauto matavimo plokštelės, termoporos, bei išorės ir vidaus temperatūrų davikliai. Skaičiavimams atlikti buvo pasirinkti naktinio didžiausio patikimumo intervalai, išvengiant papildomos išorinių ir vidinių veiksnių įtakos tyrimo rezultatams. Išanalizavus ir apdorojus gautus matavimų duomenis, paskaičiuoti faktiniai atitvarų šilumos perdavimo koeficientai.

Gauti rezultatai palyginti su esamo pastato techniniame projekte numatytais atitvarų šilumos perdavimo koeficientais.

### **Matavimo priemonės**

Matavimai ir duomenų kaupimas buvo atliekamas naudojant vokiečių kompanijos „Ahlborn“ matavimo įrangą „Almemo“, įrangos komplektacija:

- duomenų kaupiklis „Almemo 2890-9“;
- šilumos srauto matuoklių „FQAD18T“.
- 4-ių termoporų paviršių temperatūrai matuoti „NiCr-Ni Type T“.

Išorės temperatūros daviklis

Vidaus temperatūros daviklis

**Pastaba: gamintojo nurodoma duomenų matavimo ir kaupimo įrangos galima paklaida kai aplinkos temperatūra +23°C yra ± 5%.**

Paviršių temperatūros ir šilumos srauto tankio matavimo plokštelių išdėstymo schema ir šilumos perdavimo koeficiento metu matuojami dydžiai pateikiami 1 paveiksle. Šilumos srautą galima nustatyti tik esant ne mažiau nei 25 laipsnių C<sup>0</sup> temperatūrų skirtumui, tarp pastato vidaus ir išorės temperatūrų. Jei vidaus patalpos temperatūra yra 20 laipsnių C<sup>0</sup>, tai išorės temperatūra turi būti ne mažesnė nei -5 laipsniai C<sup>0</sup>.

### **Matavimo eiga ir pasiruošimas:**

Prieš atliekant matavimus buvo pasirinkta šildoma patalpa, šiaurinėje pastato fasado pusėje. Šiaurinė fasado pusė pasirinkta neatsitiktinai. Pasirinkus bet kokią kitą, pastato fasadinę pusę duomenys bus netikslūs, dėl saulės įtakos atitvarų paviršiaus temperatūroms. Rytų, pietų ir vakarų pusės yra veikiamos saulės, todėl šių kryptų išorinių pastato atitvarų paviršių temperatūra yra gerokai didesnė nei šiaurinės pusės, per skaidrias atitvaras nuo saulės pritekėjimų pakyla vidaus patalpų temperatūra, dėl šios priežasties norint gauti tikslesnius matavimų rezultatus, termoporos ir šilumos srauto plokštelės yra montuojamos tik šiaurinėje pastato dalyje. Šilumos srautų matavimui, reikia parinkti tokią patalpą, kurioje vidaus temperatūra būtų bent 20 laipsnių C<sup>0</sup>, patalpa turi būti viršutiniame pastato aukšte, kad vienu metu galima būtų matuoti 3 taškus. Radus tinkamą patalpą, galima pradėti montuoti daviklius.

1 Šilumos srauto daviklis montuojamas prie pastato šiaurinėje pusėje esančios išorinės atitvaros vidinio paviršiaus, atstumas tarp pasirinkto taško turi būti bent 30 cm nuo lango, bent 2 m. aukštyje. Šilumos srauto plokštelė tvirtinama prie vidinės pastato išorinės atitvaros pusės stipriai neprikimbančia lipnia izoliacine juosta. Sumontavus šilumos srauto plokštelę, montuojama termopora, paviršiaus temperatūros nustatymui. Termopora prie išorinės atitvaros pusės tvirtinama tvirtai kimbančia izoliacine juosta. Termopora turi būti sumontuota priešais šilumos srauto plokštelę iš lauko pusės.

2 Šilumos srauto daviklis montuojamas ant šiaurinėje pusėje esančio lango. Daviklį reikia montuoti maždaug ties lango viduriu. Šilumos srauto plokštelės tvirtinimui naudojama lipni izoliacinė juostelė. Sumontavus šilumos srauto plokštelę, montuojama termopora, paviršiaus temperatūros nustatymui. Termopora prie išorinės lango atitvaros pusės tvirtinama tvirtai kimbančia izoliacine juosta. Termopora turi būti sumontuota priešais šilumos srauto plokštelę iš lauko pusės.

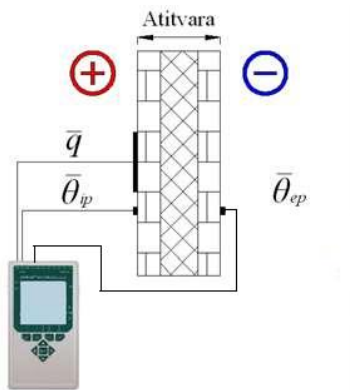
3 Šilumos srauto daviklis montuojamas ant vidinio patalpoje esančio stogo perdangos paviršiaus. Daviklį reikia montuoti ne mažiau nei 1 m nuo išorinių atitvarų susikirtimo su stogo perdanga. Šilumos srauto plokštelės tvirtinimui naudojama lipni izoliacinė juostelė. Sumontavus šilumos srauto plokštelę, montuojama termopora, paviršiaus temperatūros nustatymui. Termopora prie išorinės stogo paviršiaus pusės tvirtinama tvirtai kimbančia izoliacine juosta. Termopora turi būti sumontuota priešais šilumos srauto plokštelę iš lauko pusės.

Sumontavus termoporas, šilumos srauto plokšteles, montuojami lauko temperatūros davikliai. Vienas daviklis montuojamas patalpos viduje, kitas išorėje. Vidaus temperatūros daviklis montuojamas ne arčiau nei 1 m nuo lango, ne arčiau nei 1 m nuo šilumos šaltinio (radiatoriaus), ne mažiau nei 1 m nuo išorinės atitvaros. Išorės temperatūros daviklis montuojamas iškišant pro langą apie 0,5 m.

Visos termoporos, kurios montuojamos išorės temperatūros matavimui negali liesti išorinių atitvarų paviršių, atstumas tarp termoporos daviklio ir paviršiaus turi būti nuo 0.5 iki 1 mm.

Sumontavus visus daviklius, kurie prijungti prie duomenų kaupiklio paleidžiama komanda duomenų fiksavimui, duomenys fiksuojami kas 15 minučių, matavimas atliekamas 24 valandas.

## 2. pav. Šilumos srauto išdėstymo vieta. Duomenų kaupimo įranga.



1 paveikslėlyje pliuso ženklas parodo matuojamos patalpos vidaus, o minuso ženklas – lauko išorės parametrus. Matuojamos patalpos pastato viduje įrengiami atitvaros

šilumos srauto tankį fiksuojanti plokštelė  $q$  ir vidaus paviršiaus temperatūrą  $Q_{ip}$  matuojantis daviklis. Išorinėje atitvaros paviršiaus dalyje montuojama  $Q_{ep}$  matuojantis daviklis.

### 2.2 Skaičiavimo metodika

Kiekvieno taško matavimo duomenys, išorės ir vidaus oro bei paviršių temperatūros taip pat šilumos srauto tankis, buvo kaupiami atitinkamu intervalu (kaupimo intervalas 15 minučių, kiekvieno taško matavimo intervalas apima apie vieną parą). Gauti kiekvieno matavimo duomenys analizuojami grafiškai, išskiriant naktinio didžiausio patikimumo matavimų intervalą, kuriame stebimi mažiausi fiksuotų reikšmių svyravimai, nes vidiniai ir išoriniai šilumos pritekiai turi didelę įtaką šilumos srauto kitimui, ypač tai juntama dienos metu kai atitvarą šildo saulė. Todėl tiksliausi atitvaros šilumos perdavimo koeficiento matavimo rezultatai pasiekiami tamsiuoju paros metu, kai išoriniai ir vidiniai pritekiai turi mažiausią įtaką rezultatams.

Išanalizavus ir apdorojus gautus faktinius matavimų rezultatus buvo apskaičiuojami **faktiniai** atitvarų šilumos perdavimo koeficientai  $U_{Gf}$  ( $W/m^2K$ ) ir šiluminės varžos  $R_{Gf}$  ( $m^2K/W$ ) pagal prieduose pateiktas formules.

### 2.3 Energijos vartojimo pastatuose auditas

Energijos vartojimo audito ataskaita pastatui buvo atlikta vadovaujantis, IŠSAMIOJO ENERGIJOS, ENERGIJOS IŠTEKLIŲ IR ŠALTO VANDENS VARTOJIMO AUDITO ATLIKIMO VIEŠOJO

NAUDOJIMO PASKIRTIES PASTATUOSE METODIKA, patvirtinta LR ūkio ministro 2008m. balandžio 29 d. Įsakymu Nr. 4-184

Pastato energijos vartojimo audito ataskaitos tikslas – nustatyti, kokias energiją tausojančias priemones tikslinga įgyvendinti ir kokią naudą jos duotų, tiksliau, tai pastato konstrukcijų ir jo šildymo sistemos eksploatacijos analizė, apimanti: suvartojamus šilumos kiekius, jų vartojimo režimus ir struktūrą; šildymui tenkančias išlaidas, jų struktūrą, tarifus; galimus energijos taupymo būdus bei priemones, kurios palaiko pastate reikalaujamą pageidaujamą komforto režimą.

Energijos vartojimo auditas gali būti panaudotas:

- ruošiant valstybės investicijų programas (VIP) – planuojant reikalingas lėšas pastatams rekonstruoti/remontuoti;
- vykdam su šilumos taupymu susijusias valstybines ir tarptautines programas;
- imant bankinius kreditus tiksliniam pastatų rekonstravimui/remontui, susijusiam su pastato eksploatacinių išlaidų sumažinimu (energijos taupymu). Šiuo atveju prie energijos vartojimo audito pridedamas investicinis projektas su pinigų srautų judėjimu;
- kaip prieš projektinius tyrimai, rengiant pastatų rekonstravimo/remonto projektus;

Energijos vartojimo audito ataskaita negali būti naudojama kaip pagrindas tiksliams darbų kiekiams ir tiksliai darbų bei medžiagų kainai nustatyti, kadangi rengiant energijos vartojimo auditą kadangi:

- neįvertinami visi galimi privalomieji projektavimo prisijungimo sąlygų reikalavimai;

neįvertinami specialieji architektūros reikalavimai;

- neatliekami inžineriniai tyrimai (gruntų būklės nustatymas, pastato laikančiųjų konstrukcijų savybių nustatymas);

Rengiant pastato energijos vartojimo auditą, buvo vadovautasi nekilnojamo turto kadastro byla, foto medžiaga, atliktų matavimų rezultatais, informacija, gauta iš atsakingų asmenų.

Ataskaitoje pateikti investiciniai skaičiavimai gali skirtis nuo realių dėl šių priežasčių:

Energetinių išteklių kainos gali kisti priklausomai nuo valstybės, savivaldybės ar firmų aptarnaujančių minėtus objektus, politikos, infliacijos bei kitų priežasčių;

Skelbiant darbų atlikimo konkursą, statybos darbus vykdančios organizacijos objekte turi atlikti visus tam reikalingus skaičiavimus ir matavimus, bei parengti visą būtiną techninę dokumentaciją ir gauti statybą leidžiančius dokumentus.

Visi pasiūlymai yra pateikiami kaip prieš projektinis sprendimas projektavimo darbams.

### **3 TYRIMŲ REZULTATAI**

Energijos vartojimo audito tikslas išanalizuoti objekto išorinių atitvarų bei inžinerinių sistemų būklę ir vadovaujantis įvertinimo rezultatais, pasiūlyti tinkamas energijos taupymo priemonės bei nustatyti jų ekonominę efektyvumą.

Pastato energijos audito vartojimo ataskaitą sudaro šie pagrindiniai skyriai:

- Apibendrinimas;
- Bendros žinios apie statinį;
- Pastato vidaus temperatūrų matavimai;
- Energijos ir šalto vandens sąnaudų balansai;
- Statinio išorinių atitvarų analizė;
- Energijos taupymo priemonių efektyvumo įvertinimas;
- Naudotos literatūros sąrašas;
- Priedai;

#### **Pastato esamos būklės aprašymas.**

Pastato pagrindinė konstrukcija susideda iš silikatinių blokelių mūro sienos, gelžbetoninis surenkamas juostinis pamatas, gelžbetoninės surenkamos perdangos. Fasadas apšiltintas akmens vata, įrengtas ventiliuojamas fasadas, apdaila akmens masės plytelių.

Sienos apšiltinamos akmens vatas (180mm), apdailai naudojamos ventiliuojamo fasado apdailos plytelės. Pastato cokolis šiltinamas ekstrūdinis polistireninis putplasčiu (60 mm), apdailai naudojamas struktūrinis tinkas. Pastato stogas šiltinama polistireninis putplasčiu (180 mm) ir pakietinta akmens vata ROB 60 (50 mm.). Visu stogo perimetru parapetai apskardinti cinkuota skarda

ar lygiaverte tam skirta medžiaga. Montuojami aliuminiai langai, kurių šilumos perdavimo koeficientas U apie 1,4 w/m<sup>2</sup>K.

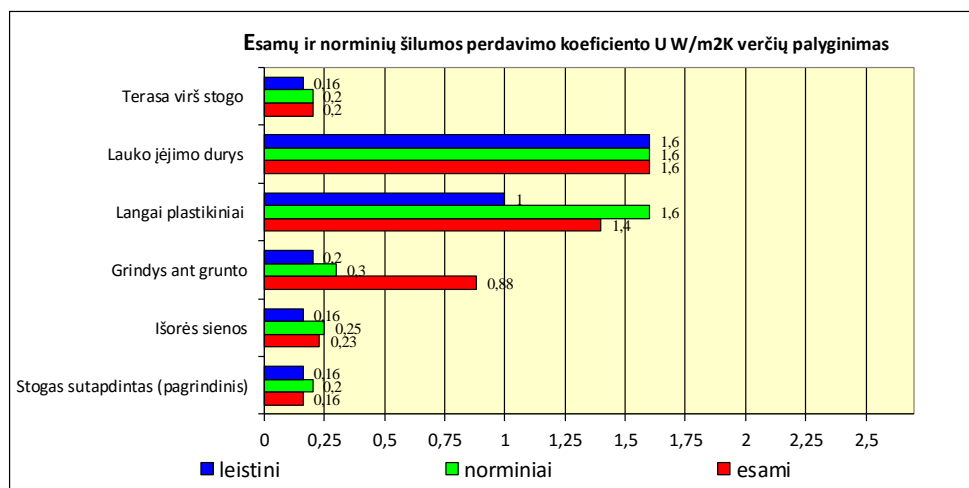
Audito metu nustatyta, kad administracinio pastato išorinių atitvarų šilumos perdavimo charakteristikos atitinka STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinis projektavimas“ keliamus reikalavimus.

2. lentelė. Šilumos laidumo perdavimo koeficientų palyginimas

Eil. Nr.	Atitvaros pavadinimas	Atitvarą žymintis poraidis	Atitvaros šilumos perdavimo koeficiento vertė prieš taupymo priemonių diegimą	Norminiai atitvaros šilumos perdavimo koeficientai	Šilumos perdavimo koeficientai norint pasiekti A klasę	Pastabos, rekomendacijos
			U, W/(m <sup>2</sup> K)	U <sub>n</sub> , W/(m <sup>2</sup> K)	U <sub>MN</sub> , W/(m <sup>2</sup> K)	
1	Stogas sutapdintas (pagrindinis)	r	0,16	0,2	0,16	Nereikia šiltinti
2	Išorės sienos	w	0,23	0,25	0,16	Reikia šiltinti
3	Grindys ant grunto	fg	0,88	0,3	0,2	Reikia šiltinti
4	Langai plastikiniai	wd	1,4	1,6	1	Reikia keisti
5	Lauko įėjimo durys	d	1,6	1,6	1,6	Nereikia keisti
6	Terasa virš stogo	r	0,2	0,2	0,16	Reikia šiltinti

2 lentelėje matyti kokie šilumos laidumo koeficientai turėtų būti norint pasiekti A energetinio efektyvumo klasei, kokie yra norminiai ir kokios gautos faktinės išmatuotos.

3. pav. Pastato šilumos perdavimo koeficientų palyginimas



Atlikus pastato šilumos perdavimo koeficientų palyginimą, kurie pateikti 2 paveiksle, matome, kad raudona spalva stulpelis rodo faktinį šilumos laidumo koeficientą, vadovaujantis šiuo grafiku galima teigti, kad šilumos laidumo koeficientai pasiekti šiek tiek geresni nei buvo numatyta techniniame projekte.

### 3.1 Pastato bendrieji ir techniniai duomenys

Šiame skyriuje yra aprašomi visi bendrieji pastato techniniai rodikliai, inžinerinių sistemų tipas ir būklė, pastato atitvarų tipas ir būklė, administruojančios įmonės ar asmens kontaktiniai duomenys.

Administracinio pastato statybos pabaigos metai yra 2015. Administracinis pastatas yra 8 aukštų su rūsiu. Rūsys nešildomas. Pastato pagrindinė konstrukcija yra blokelių mūras, gelžbetoniniai surenkami juostiniai pamatai, gelžbetoninės surenkamos perdangos. Pastato stogas sutapdintas, dengtas rulonine danga. Administracinio pastato techniniai duomenys pateikti 3 lentelėje.

3. lentelė . Pastato bendrieji duomenys.

<b>1. Duomenys apie viešojo naudojimo paskirties pastatą (toliau – pastatas)</b>		
1.2	Pastato paskirtis	Transporto paskirties statiniai
1.3	Adresas	Baltijos pr. 40, Klaipėda
1.4	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	UAB „Centrinis Klaipėdos keleivinis terminalas“ Baltijos pr. 40, Klaipėda Įm. kodas: 110740441, Telefonas: +370 (46) 313 137, Faksas: +370 46 313 136,
1.5	Pastato aukštų skaičius	8
1.6	Laiptinių kiekis ir jų apibūdinimas	1 laiptinės gelžbetoninė
1.7	Pastato pastatymo metai	2015
1.8	Pastate kitam juridiniam ar fiziniam asmeniui priklausančios patalpos	-
1.9	Pastato nešildomos patalpos (rūsys, pastogė, garažai ir pan.)	68,66
1.10	Pastato geometriniai matmenys (ilgis x plotis x aukštis virš žemės)	41,62x25,28x12,61
<b>2. Pastato patalpų (toliau – patalpos) plotas, m<sup>2</sup></b>		
2.1.	Bendras šildomų patalpų plotas	4587,22
2.2.	Garažų (atskirai šildomų ir nešildomų) plotas	nėra
2.3.	Rūsio plotas	68,66

2.4.	Pastogės plotas	-				
2.5.	Kiekviename aukšte esančių šildomų patalpų grindų plotai					
2.5.1	Rūsys	68,66				
2.5.2	I a. Grindų plotas	918,90				
2.5.3	II a. Grindų plotas	1021,88				
2.5.4	III a. Grindų plotas	1007,26				
2.5.5	IV a. grindų plotas	329,11				
2.5.6	V a. Grindų plotas	331,75				
	VI a. Grindų plotas	332,61				
	VII a. grindų plotas	332,41				
	VIII a. Grindų plotas	313,28				
2.5.7	bendras grindų plotas	4587,22				
<b>3.</b>	<b>Pastato patalpų tūriai, m<sup>3</sup></b>					
3.1.	Pastato tūris ( registrų centro duomenys)	23 090				
<b>4.</b>	<b>Pastato atitvaros</b>					
4.1.	Laikančiosios konstrukcijos (pvz.: plytų mūras arba gelžbetonio paneliai)	Blokelių mūras ir g/b plokštės.				
4.2.	Pertvaros (pvz.: plytų mūras arba gelžbetonio paneliai)	Blokelių mūras				
4.3.	Išorinės sienos (pvz.: iš 30 cm gelžbetonio plokščių, neapšiltintos, tinkuotos iš vidaus)	Silikatinų blokelių mūras, tikslus šilumos laidumo koeficientas nustatytas atliekant faktinius šilumos srautų matavimus.				
4.6.	Stogas (pvz.: plokščias, neapšiltintas, arba šlaitinis, su apšiltinta pastoge šlaite 20 cm mineralinės vatos sluoksniu)	Plokščias sutapdintas stogas.				
4.7.	Langai (pvz.: mediniais atskirais rėmais su dvigubu įstiklinimu, su orlaidėm, 50% balkonų įstiklinta, dalis langų užsandarinta)	Pastate visi nauji plastikiniai langai su stiklo paketu ir dviem stiklais.				
<b>5.</b>	<b>Pastato fasadų plotai m<sup>2</sup></b>					
5.1.	Fasadas toliau F	F1	F2	F3	F4	viso

5.2.	F orientacija ( Š, P, R, V)	Š	P	R	V	
5.3.	Sienos be langų ir durų	298,7	173,4	475,6	291,1	<b>1 238,7</b>
5.4.	lauko durys	6,60	5,3	2,1	0,0	<b>14,0</b>
5.5.	Langai nauji plastikiniai įskaitant laiptinių langus	381,07	507,7	399,7	586,3	<b>1 874,7</b>
5.6.	F atitvarų suma	686,4	686,4	877,4	877,4	<b>3 127,4</b>
<b>6.</b>	<b>Pastato stogo plotas, m<sup>2</sup></b>					
6.1.	Stoglangių plotas	42,56				
6.2.	Sutapdinto stogo plotas	1053,00				
<b>7.</b>	<b>Pastato langų ir durų matmenys m<sup>2</sup></b>					
7.1.	Pagrindiniai Langai	1,01*2,73				
7.2.	Laiptinių langai	-				
7.3.	Lauko durys	1,5*2,1				
7.4.	Kita	*				
<b>8.</b>	<b>Pastato vėdinimo sistema</b>					
8.1.	Tipas (pvz.: natūrali kanalinė, mechaninė ir t. T.):	Vyrauja mechaninė ventiliacija.				
8.2.	Vėdinimo būklės apibūdinimas (pvz.: nėra traukos, rasoja sienos ir stiklų paviršiai, pastebėti pelėšiai ir t. T.)	Mechaninė vėdinimo sistema su rekuperacija.				
8.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas per parą val.	24				
<b>9.</b>	<b>Pastato karšto vandens tiekimo sistema</b>					
9.1.	Karšto vandens (toliau – KV) ruošimo apibūdinimas	karštas vanduo ruošiamas dujinio katilo pagalba.				
9.2.	KV šilumokaitis (pvz., nežinomas / vamzdelinis –2 sekcijos, kiekviena iš jų po 2 m ilgio)	*				
9.3.	KV vamzdinių izoliacijos būklė (atskirai magistralės ir stovai)	Karšto vandentiekio vamzdžiai izoliuoti.				
9.4.	KV cirkuliacijos apibūdinimas (pvz.: atsukus KV čiaupą ilgai bėga šaltas vanduo – cirkuliacija bloga arba jos nėra)	Karšto vandens cirkuliacija gera.				
<b>10.</b>	<b>Pastato šildymo sistema (toliau – ŠS)</b>					

10.1.	Šilumos energijos šaltinis (pvz.: šilumos punktas ar vietinė katilinė)	Dujinis katilas.
10.2.	Šilumos paskirstymas ŠS stovuose (viršutinis ar apatinis)	dvivamzdė sistema.
10.3.	Magistralinių vamzdynų izoliacija (izoliuoti vamzdynai ar ne; kiek procentų vamzdynų izoliuota)	Vamzdynai izoliuoti.
10.4.	ŠS prijungimas šilumos punkte (priklausomas / nepriklausomas)	-
10.5.	Šilumos punkto tipas (elevatorinis / su šilumokaičiu / kitoks – nurodyti, koks)	-
10.6.	Vyraujantys šildymo prietaisai (sekciniai ketiniai / plokšti plieniniai / ...)	Plieniniai radiatoriai su reguliavimo galimybe.
<b>11.</b>	<b>ŠS reguliavimas ir šiluminis komfortas</b>	
11.1.	ŠS reguliavimas (automatinis ar rankinis; pagrindinio veiklos ciklo trukmė)	Automatinis
11.2.	Vidutinė šildymo sezono patalpų vidaus temperatūra (apytikriai)	apie 20 C laipsnių
11.3.	Pastato patalpų oro temperatūros apibūdinimas (ar yra šildomų patalpų, kuriose yra gerokai šalčiau ar šilčiau?)	Nėra
11.4.	Ar kas nors keitė radiatorius atskirose patalpose ir ar tai turėjo įtakos kitoms patalpoms?	Šildymo sistema nauja
<b>12.</b>	<b>Pastato šilumos energijos ir KV apskaita</b>	
12.1.	Ar yra pastato atsiskaitomieji šilumos apskaitos prietaisai?	Taip
12.2.	Ar yra bendri atsiskaitomieji pastato karšto vandens apskaitos prietaisai?	Ne
12.3.	Ar šilumos energija KV ruošti registruojama (atskiru atsiskaitomuoju KV apskaitos prietaisu / ar kartu su šildymu / neregistruojama)	Neregistruojama.
<b>13.</b>	<b>Pastato elektros energijos apskaita</b>	
13.1.	Elektros apskaitos prietaisai, jų techninės charakteristikos	Elektros apskaitos prietaisų būklė prasta
13.2.	Objekto saugumo tiekimo kategorija	I
13.3.	Taikomi elektros energijos tarifai vidurkis	0,16

13.4.	Pagrindiniai elektros energijos vartojimo įrenginiai	apšvietimas, būtiniai prietaisai.
<b>14.</b>	<b>Pastato šalto vandens apskaita</b>	
14.1.	Šalto vandens apskaitos prietaisai, jų techninės charakteristikos	Yra tik šalto vandens apskaitos skaitiklis.
14.2.	Taikomi šalto vandens ir nuotekų surinkimo tarifai m <sup>3</sup>	-
14.3.	Pagrindiniai šalto vandens naudojimo įrenginiai	buities reikmėms

### 3.2 Pastato vidaus temperatūrų energetiniai matavimai




Audituojamame pastate, šildymo sezono metu yra atliekami energetinių parametru, darančių įtaką pastato energijos nuostoliams matavimai;

Matavimai buvo atliekami:

- registruojančiais prietaisais ne trumpesniu nei septynių parų laikotarpiu, apimančiu darbo ir poilsio dienas;
- parametru registracijos dažnis yra ne retesnis kaip 30 minučių;
- pastato šildomų patalpų oro vidutinės temperatūros faktine reikšme yra laikomas išmatuotų temperatūrų verčių svartinio vidurkio reikšmė;
- matavimams atlikti parinktos patalpos, esančios pastato įvairiuose aukštuose ir skirtingose pastato fasaduose;
- atliekant matavimus pastato patalpose, laikomasi higienos normoje (Metodikos 3.11 punktas) nurodytų reikalavimų.
- Energetinių parametru matavimų rezultatai grafikų pavidalu yra pridedami prie audito ataskaitos.
- Pastato atitvarų bei vamzdynų izoliacijos defektams įvertinti buvo atlikti termovizinius tyrimai. Termovizinių tyrimų ataskaitos pateikiamos ataskaitos prieduose.
- 

#### 4. lentelė. Naudotų prietaisų ir diagnostinės įrangos sąrašas

Nr.	Matavimo prietaiso pavadinimas	Energetinio parametro pavadinimas	Prietaiso paklaidos dydis	Kilmės šalis
1.	Drėgmės ir temperatūros duomenų kaupiklis EXTECH, RHT-10, Nr. 12062650	Santykinis oro drėgnumas ir temperatūra	±1° C (-10 ° iki 40 °) ±3° C (-40 ° iki -10 ° ir nuo +40 ° iki 70 °)	Kinija su CE ženklu

			±3% RH	
2.	Temperatūros duomenų kaupiklis EXTECH, TH-10, Nr. 10105213	Oro temperatūra	±1° C (-10 ° iki 40 °) ±3° C (-40 ° iki -10 ° ir nuo +40 ° iki 70 °)	Kinija su CE ženklu
3.	Termovizorius Flir E-6	Termonuotraukų atlikimui	*	JAV
4.	Duomenų kaupiklis valdiklis Almemo 2890-9"	Duomenų kaupimas ir padorojimas	*	Vokietija
5.	Termoporos	Šilumos srauto matavimui	4-ių termoporų paviršių temperatūrai matuoti „NiCr-Ni Type T”.	Vokietija
Nr.	Matavimo prietaiso pavadinimas	Prietaiso foto		
1.	Drėgmės ir temperatūros duomenų kaupiklis EXTECH, RHT-10, Nr. 12062650			
2.	Termovizorius Flir E-6			
3.	Duomenų kaupiklis valdiklis"Almemo 2890-9"			

5. lentelė. Sąnaudų ir išlaidų suvestinė 2014 metai

Energijos sąnaudų suvestinė administracijos pateikti duomenys 2014 metai										
šildymo sezono pabaiga datos	2014 m. balandis 20 d.								TVIRTINU:	
šildymo sezono pradžia datos	2014 m. spalio 25 d.								Pareigos, vardas pavarde	
šildymo sezono trukmė									parašas	
Mėnuo	Šilumos energija				Vanduo				Elektra	
	MWh bendras vartojimas	MWh patalpų šildymui	karšto vandens gamybai MWh	Kaina Eur (su PVM)	karštas vanduo m3 (jei yra atskira apskaita)	šaltas vanduo m3	viso vanduo m3		Ivadinio skaitliuko duomenys kWh	
							m3	Kaina Eur (su PVM)	kWh	Kaina Eur (su PVM)
2014 m. sausis 1 d.	82,03	80,21	1,82	5528,5	0,00	0,00	0,00	0,00	13 643,28	2182,9
2014 m. vasaris 1 d.	118,58	116,76	1,82	7992,0	0,00	0,00	0,00	0,00	12 397,72	1983,6
2014 m. kovas 1 d.	97,35	95,53	1,82	6561,2	0,00	0,00	0,00	0,00	11 386,84	1821,9
2014 m. balandis 1 d.	51,51	49,69	1,82	3471,7	0,00	0,00	0,00	0,00	11 783,97	1885,4
2014 m. gegužė 1 d.	3,18	0,00	3,18	214,4	0,00	0,00	0,00	0,00	11 061,91	1769,9
2014 m. birželis 1 d.	1,98	0,00	1,98	133,2	0,00	0,00	0,00	0,00	4 364,57	698,3
2014 m. liepa 1 d.	1,31	0,00	1,31	88,0	0,00	0,00	0,00	0,00	6 263,09	1002,1
2014 m. rugpjūtis 1 d.	0,93	0,00	0,93	62,5	0,00	0,00	0,00	0,00	7 220,62	1155,3
2014 m. rugsėjis 1 d.	1,71	0,00	1,71	115,0	0,00	0,00	0,00	0,00	3 714,93	594,4
2014 m. spalio 1 d.	9,41	7,59	1,82	634,4	0,00	0,00	0,00	0,00	15 448,43	2471,7
2014 m. lapkritis 1 d.	47,13	45,32	1,82	3176,9	0,00	0,00	0,00	0,00	16 770,71	2683,3
2014 m. gruodis 1 d.	118,71	116,89	1,82	8001,0	0,00	0,00	0,00	0,00	19 311,46	3089,8
<b>viso:</b>	<b>533,81</b>	<b>511,99</b>	<b>21,82</b>	<b>35 978,67</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>133 367,53</b>	<b>21 338,80</b>

2014 metais iš viso buvo suvartota 533,81 mWh šiluminės energijos patalpų šildymui, karšto vandens ruošimui 21,82 mWh.

6. lentelė sąnaudų ir išlaidų suvestinė 2015 metai

Energijos sąnaudų suvestinė administracijos pateikti duomenys 2015 metai										
šildymo sezono pabaiga datos	2015 m. balandis 20 d.								TVIRTINU:	
šildymo sezono pradžia datos	2015 m. spalio 15 d.								Pareigos, vardas pavarde	
šildymo sezono trukmė									parašas	
Mėnuo	Šilumos energija				Vanduo				Elektra	
	MWh bendras vartojimas	MWh patalpų šildymui	karšto vandens gamybai MWh	Kaina Eur (su PVM)	karštas vanduo m3 (jei yra atskira apskaita)	šaltas vanduo m3	viso vanduo m3		Ivadinio skaitliuko duomenys kWh	
							m3	Kaina Eur (su PVM)	kWh	Kaina Eur (su PVM)
2015 m. sausis 1 d.	91,87	89,83	2,04	6 191,90	0,00	0,00	0,00	0,00	13 233,98	2 117,44
2015 m. vasaris 1 d.	132,81	130,77	2,04	8 951,08	0,00	0,00	0,00	0,00	12 025,79	1 924,13
2015 m. kovas 1 d.	109,03	106,99	2,04	7 348,56	0,00	0,00	0,00	0,00	11 045,23	1 767,24
2015 m. balandis 1 d.	57,69	55,65	2,04	3 888,28	0,00	0,00	0,00	0,00	11 430,45	1 828,87
2015 m. gegužė 1 d.	3,56	0,00	3,56	240,12	0,00	0,00	0,00	0,00	10 730,05	1 716,81
2015 m. birželis 1 d.	2,21	0,00	2,21	149,14	0,00	0,00	0,00	0,00	4 233,63	677,38
2015 m. liepa 1 d.	1,46	0,00	1,46	98,53	0,00	0,00	0,00	0,00	6 075,20	972,03
2015 m. rugpjūtis 1 d.	1,04	0,00	1,04	69,96	0,00	0,00	0,00	0,00	7 004,00	1 120,64
2015 m. rugsėjis 1 d.	1,91	0,00	1,91	128,81	0,00	0,00	0,00	0,00	3 603,48	576,56
2015 m. spalio 1 d.	10,54	8,51	2,04	710,54	0,00	0,00	0,00	0,00	14 984,98	2 397,60
2015 m. lapkritis 1 d.	52,79	50,75	2,04	3 558,08	0,00	0,00	0,00	0,00	16 267,59	2 602,81
2015 m. gruodis 1 d.	132,95	130,92	2,04	8 961,10	0,00	0,00	0,00	0,00	18 732,12	2 997,14
<b>viso:</b>	<b>598</b>	<b>573</b>	<b>24</b>	<b>40 296</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129 367</b>	<b>20 699</b>

2015 metais iš viso buvo suvartota 598 mWh šiluminės energijos patalpų šildymui, karšto vandens ruošimui 24 mWh. Šildymo sezono datos 2014-04/2015-10.

### 3.3 Šilumos energijos faktinių sąnaudų patalpų šildymui perskaičiavimas norminiam šildymo sezonui

Vadovaujantis energijos išteklių tiekėjų pateiktais duomenimis sudarome faktinių pastato energijos sąnaudų visame pastate per 2014-2015 metus suvartotus energijos kiekių suvestinę ir atliekame faktinių sąnaudų perskaičiavimą norminiam šildymo sezonui.

***Pastato šilumos energijos faktinių sąnaudų patalpų šildymui perskaičiavimas norminiam šildymo sezonui gali būti atliekamas arba :***

pagal (1) formulę, kai yra žinoma paskutinių kalendorinių metų šildymo sezono trukmė, išorės ir pastato vidaus patalpų oro vidutinė temperatūra::

čia

(1)

*Qf.š.n.* – pastato faktinės šilumos energijos sąnaudos patalpų šildymui, perskaičiuotos norminiam šildymo sezonui, MWh;

*Qf.š.* – paskutinių kalendorinių metų šildymo sezono faktinės šilumos energijos sąnaudos patalpų šildymui, MWh;

*θti.n.* – pakoreguota pagal Metodikos 33 punkto reikalavimus pastato vidaus patalpų oro norminė temperatūra, C;

*zn.* – norminio šildymo sezono trukmė, paromis;

*θte.n.* – išorės oro norminės temperatūros vidutinis dydis audituojamam laikotarpiui, C;

*θti.f.* – vidaus patalpų faktinė vidutinė temperatūra, C;

*θte.f.* – išorės oro faktinė vidutinė temperatūra, C;

*zf.* – audituojamo šildymo sezono faktinė trukmė, paromis;

arba pagal (2) formulę, kai šildymo sezono metu atliekami šilumos energijos sąnaudų, išorės ir pastato patalpų vidaus oro temperatūrų matavimai pagal Metodikos 12, 13 punktų reikalavimus:

čia

*Qf.š.n.* – pastato faktinės šilumos energijos sąnaudos patalpų šildymui, perskaičiuotos norminiam šildymo sezonui, MWh;

*Q'f.š.* – faktinės šilumos energijos sąnaudos patalpų šildymui per matuojamąjį laikotarpį, MWh;

$\theta_{ti.n}$  – pakoreguota pagal Metodikos 33 punkto reikalavimus pastato vidaus patalpų oro norminė temperatūra, C;

$zn$  – norminio šildymo sezono trukmė, paromis;

$\theta_{te.n}$  – išorės oro norminės temperatūros vidutinis dydis audituojamu laikotarpiu, C;

$\theta_{ti.f}$  – vidaus patalpų faktinė vidutinė temperatūra, C;

$\theta_{te.f}$  – išorės oro faktinė vidutinė temperatūra, C;

$z'f$  – atliekamų energetinių parametrų matavimų trukmė, paromis.

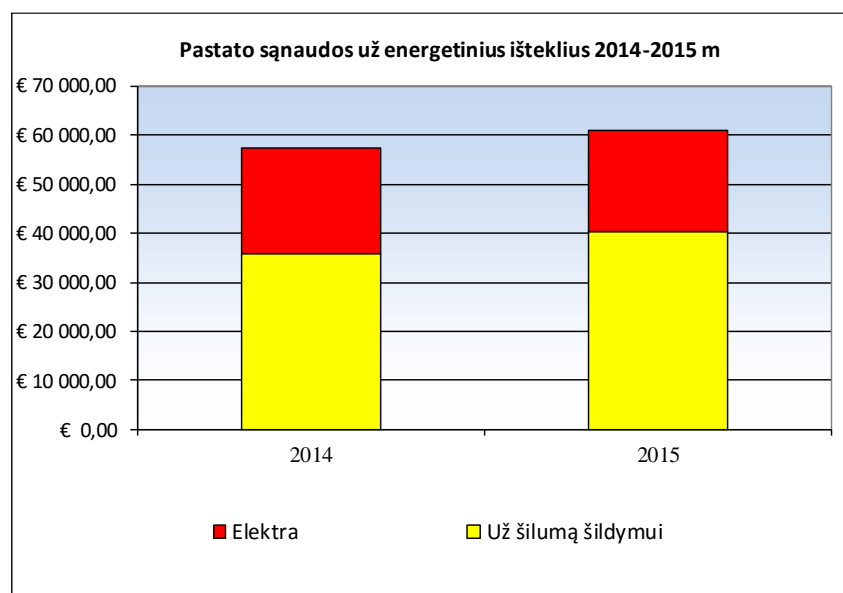
7. lentelė. Norminės šilumos sąnaudos patalpų šildymui 2014 metai

2014 metai šilumos sąnaudos šildymui, faktinis ir norminis sezonas									
FAKTINIS ŠILDYMO SEZONAS					NORMINIS ŠILDYMO SEZONAS				
Mėnuo	Faktinės šildymo dienos per mėnesį	Faktinis dienolaipsnių skaičius (DL) www.ena.lt	Šilumos suvartojimas šildymui (kWh) bendro šilumos punkto duomenys	Faktinės šiluminės šildymo charakteristikos (kWh/DL)	Norminės šildymo dienos per mėnesį	Norminė lauko oro temperatūra tiš, (°C)	Norminis dienolaipsnių skaičius (DL)	norminės šiluminės šildymo charakteristikos (kWh/DL)	Šilumos suvartojimas šildymui norminiais metais (kWh) bendro šilumos punkto duomenys
Sausis	31	744,6	80,2	0,11	31	-2,8	644,8	0,108	69,5
Vasaris	28	528,1	116,8	0,22	28	-2,6	576,8	0,221	127,5
Kovas	31	500,9	95,5	0,19	31	0,3	548,7	0,191	104,6
Balandis	20	275,2	49,7	0,18	30	5	390	0,181	70,4
Gegužė	0	0,0	0,0	0,00	1	10,6	7,4		0,0
Birželis	0	0,0	0,0	0,00	0	14,3	0		0,0
Liepa	0	0,0	0,0	0,00	0	16,6	0		0,0
Rugpjūtis	0	0,0	0,0	0,00	0	16,8	0		0,0
Rugsėjis	0	0,0	0,0	0,00	1	13,3	4,7		0,0
Spalis	6	92,3	7,6	0,08	31	9	279	0,082	23,0
Lapkritis	30	481,9	45,3	0,09	30	3,9	423	0,094	39,8
Gruodis	31	585,0	116,9	0,20	31	-0,1	561,1	0,200	112,1
	<b>177</b>	<b>3208,0</b>	<b>512,0</b>	<b>-</b>	<b>214</b>	<b>-</b>	<b>3435,5</b>		<b>548,3</b>

8. lentelė. Norminės šilumos sąnaudos patalpų šildymui 2015 metai

2015 metai šilumos sąnaudos šildymui, faktinis ir norminis sezonas									
FAKTINIS ŠILDYMO SEZONAS					NORMINIS ŠILDYMO SEZONAS				
Mėnuo	Faktinės šildymo dienos per mėnesį	Faktinis dienolaipsnių skaičius (DL) www.ena.lt	Šilumos suvartojimas šildymui (kWh) bendro šilumos punkto duomenys	Faktinės šiluminės šildymo charakteristikos (kWh/DL)	Norminės šildymo dienos per mėnesį	Norminė lauko oro temperatūra tiš, (°C)	Norminis dienolaipsnių skaičius (DL)	norminės šiluminės šildymo charakteristikos (kWh/DL)	Šilumos suvartojimas šildymui norminiais metais (kWh) bendro šilumos punkto duomenys
Sausis	31	589,1	89,8	0,15	31	-2,8	644,8	0,152	98,3
Vasaris	29	530,0	130,8	0,25	28	-2,6	576,8	0,247	142,3
Kovas	31	484,0	107,0	0,22	31	0,3	548,7	0,221	121,3
Balandis	20	297,9	55,7	0,19	30	5	390	0,187	72,9
Gegužė	0	0,0	0,0	0,00	1	10,6	7,4		0,0
Birželis	0	0,0	0,0	0,00	0	14,3	0		0,0
Liepa	0	0,0	0,0	0,00	0	16,6	0		0,0
Rugpjūtis	0	0,0	0,0	0,00	0	16,8	0		0,0
Rugsėjis	0	0,0	0,0	0,00	1	13,3	4,7		0,0
Spalis	16	208,5	8,5	0,04	31	9	279	0,041	11,4
Lapkritis	30	400,0	50,8	0,13	30	3,9	423	0,127	53,7
Gruodis	31	475,3	130,9	0,28	31	-0,1	561,1	0,275	154,6
	<b>188</b>	<b>2984,8</b>	<b>573,4</b>	<b>-</b>	<b>214</b>	<b>-</b>	<b>3435,5</b>		<b>660,0</b>

4. pav. Energijos resursų poreikio sąnaudos



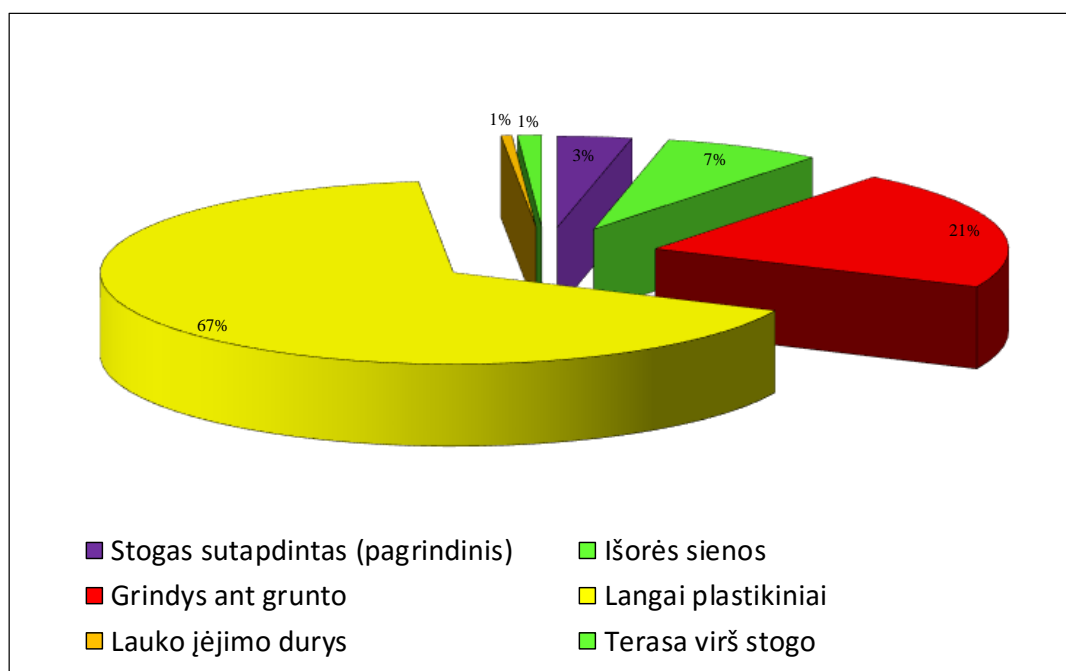
Grafike matome, kad šilumos energijos sąnaudos pastatui šildyti sudaro didžiąją dalį visų išlaidų. PASTATO ATITVARŲ ANALIZĖ

Šiame skyriuje įvertinama pastato išorinių atitvarų būklė, nurodant atskirų išorinių atitvarų pavadinimus, jų tipus, plotus, šilumos perdavimo koeficientus, pastato išorinių atitvarų šilumos nuostolius bendrame pastato šilumos nuostolių balanse.

9. lentelė. Viešojo naudojimo paskirties pastato šilumos nuostoliai

VIEŠOJO NAUDOJIMO PASKIRTIES PASTATO ŠILUMOS NUOSTOLIAI								
Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U (W/m2K)	Išorės atitvaros plotas A, m2	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{id}$ , oC	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
						mWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1	Stogas sutapdintas (pagrindinis)	0,16	838,0	18,1	214	12,5	3,4	3,0
2	Išorės sienos	0,23	1238,7	18,1	214	26,5	7,2	6,5
3	Grindys ant grunto	0,88	950,0	18,1	214	77,7	21,2	19,0
4	Langai plastikiniai	1,4	1874,7	18,1	214	244,0	66,6	59,6
5	Lauko įėjimo durys	1,4	14,0	18,1	214	1,8	0,5	0,4
6	Terasa virš stogo	0,2	215,0	18,1	214	4,0	1,1	1,0
<b>Iš viso per atitvaras</b>						<b>366,5</b>	<b>100,0</b>	<b>89,5</b>
<b>vėdinimas, vidiniai išsiskyrimai, ir infiltracija</b>			<b>skaičiavimai atlikti NRG 3-programa</b>					
7	dėl vėdinimo					<b>43,2</b>		
<b>Dėl infiltracijos, natūralaus vėdinimo išorinių ir vidinių pritekėjimų pastate</b>						<b>43,2</b>		10,5
<b>Iš viso šilumos nuostolių</b>						<b>409,63</b>		<b>100,0</b>

5. pav. Šilumos nuostolių struktūra pastato atitvarose esama 2015 metų padėtis



Iš grafiko matyti, kad didžiausi šilumos nuostoliai pastate yra per pastato langus, kurie sudaro daugiau kaip pusė visų šilumos nuostolių 67 %, per pastato sienas 7%. Grindys ant grunto 21% ir per stogus 4 %.

## PASTATO ŠILUMOS ENERGIJOS SĄNAUDŲ BALANSO SUDARYMAS

Pastato šilumos energijos sąnaudų efektyvumo įvertinimui ir galimų sutaupymų nustatymui sudaromas pastato suvartojamos šilumos energijos sąnaudų balansas.

Pastato audituojamu laikotarpiu suvartojamos šilumos energijos sąnaudų balansas sudaromas pagal (3) formulę:

$$Q_f = Q_A + Q_V + Q_{k.v.} - Q_P - Q_{\text{šg}} + Q_{fn} \quad (3)$$

Čia

$Q_f$  – pastato faktinės šilumos energijos sąnaudos, atitinkančios atsiskaitomųjų šilumos apskaitos prietaisų faktiniams parodymams audituojamu laikotarpiu ar apskaičiuotą šilumos kiekį pagal Metodikos 23.2 punkto reikalavimus, MWh;

$Q_A$  – šilumos nuostoliai per išorines pastato atitvaras, MWh;

$Q_V$  – pastato šilumos nuostoliai dėl vėdinimo ir infiltracijos, MWh;


$Q_{k.v.}$  – pastato šilumos energijos sąnaudos karšto vandens paruošimui, MWh;

$Q_P$  – išoriniai ir vidiniai šilumos pritekėjimai į pastato patalpas, MWh;

$Q_{\text{šg}}$  – šiluma, gaunama iš pastato šilumogrąžos įrenginių, MWh;

$Q_{fn}$  – pastato šilumos energijos tiekimo inžinerinių sistemų faktiniai nuostoliai, MWh.

### 3.4 Pamatai, cokolinė pastato dalis, nuogrįstė

Esama padėtis	Pamatas ir pastato cokolinė dalis yra apšiltintos su ekstrudiniu polistiroliu ir įrengta apdaila iš struktūrinio tinko, sutvarkyta nuogrįstė aplink visą pastatą.	
Nustatyti defektai	Nuogrinda įrengta kokybiškai.	
Rekomendacijos	Nėra.	

## 1. Išorės sienos

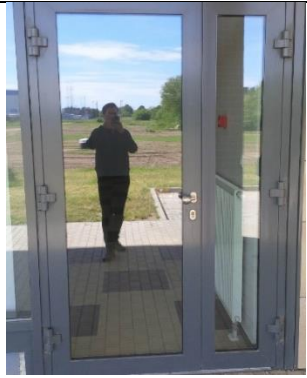
Esama padėtis	Sienos apšiltintos akmens vata (180mm) apdailai panaudotos akmens masės plytelės.
Nustatyti defektai	Energetiškai efektyviam pastatui šilumos izoliacinis sluoksnis yra per mažas, būtina įrengti papildomą šiltinimo sluoksnį.
Rekomendacijos	Įrengti šilumos izoliacinį sluoksnį iš putų poliuretano plokščių klijuojamu ant vidinių atitvarų paviršių.




## LANGAI IR STIKLO ATITVAROS

Esama padėtis	Visi pastate esantys langai nauji, aliumininiai langai su dviem stiklais kurių šilumos perdavimo koeficientas atitinka galiojančias normas STR 2.05.01:2013 "pastato energinio naudingumo projektavimas"	
Nustatyti defektai	Sumontuotų langų šilumos perdavimo koeficientas atitinka galiojančias normas, tačiau yra per mažas energetiškai efektyviam pastatui.	
Rekomendacijos	Pakeisti visus pastate esančius langus į energetiškai efektyvesnius, kurių bendra šiluminė varža $U=1.0 \text{ w/m}^2\text{k}$ .	


## PASTATO IŠORĖS DURYS

Esama padėtis	Visos įėjimo į pastatą durys yra naujos, kurių šilumos perdavimo koeficientas atitinka galiojančias normas STR 2.05.01:2013 "pastato energinio naudingumo projektavimas".	
Nustatyti defektai	Nėra.	
Rekomendacijos	Nėra	

## GRINDYS ANT GRUNTO

Esama padėtis	Grindys ant grunto neapšiltintos, dėl to patiriami dideli šilumos nuostoliai.	
Nustatyti defektai	Bendras grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas viršija norminį dydį – 0,25 W/m <sup>2</sup> K (STR 2.05.01:20013 „Pastatų energinis projektavimas“).	
Rekomendacijos	Apšiltinti grindis ant grunto įrengiant šilumos izoliacinį sluoksnį.	

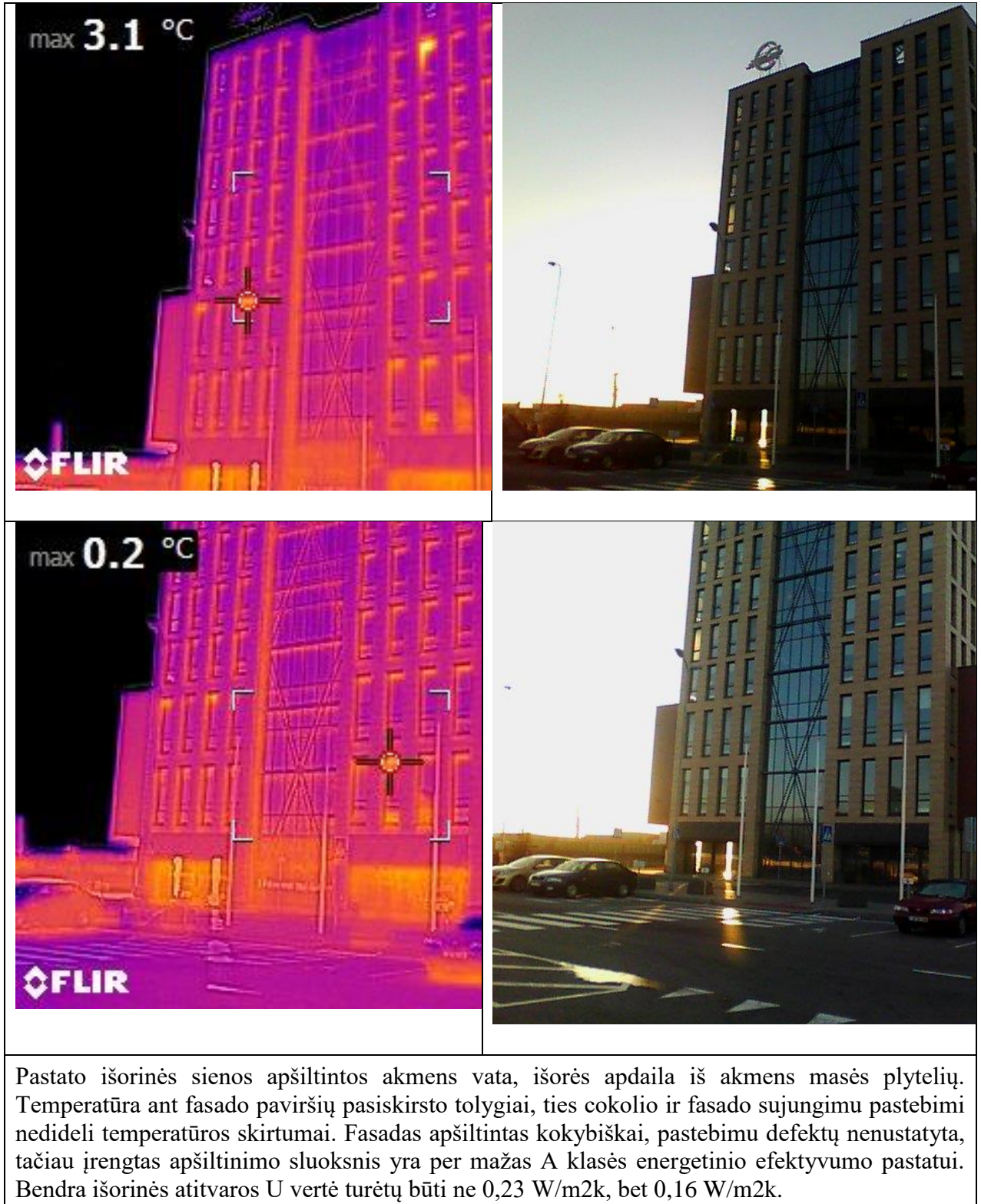
## STOGO KONSTRUKCIJA IR DANGA

Esama padėtis	Pastato stogai apšiltinti polistirolu ir akmens vata įrengta prilydoma bituminė danga.	
Nustatyti defektai	Stogai apšiltinti kokybiškai, tačiau eksploatuojamo stogo šiluminė varža U=0,2 w/m <sup>2</sup> k, neatitinka reikalavimų keliamų energetiškai efektyviam pastatui.	
Rekomendacijos	Apšiltinti eksploatuojamo stogo perdanga iš vidaus panaudojant putų poliuretano purškiamą izoliaciją. Papildomai apšiltinto stogo šiluminė varža turi būti ne didesnė nei U = 0.16 w/m <sup>2</sup> k.	

### 3.5 Pastato atitvarų termoviziniai tyrimai

Pastato atitvarų termoviziniai tyrimai, fasadai, cokolinė pastato dalis, langai, durys, stogas

#### 1. Pastato fasadai.



Pastato išorinės sienos apšiltintos akmens vata, išorės apdaila iš akmens masės plytelių. Temperatūra ant fasado paviršių pasiskirsto tolygiai, ties cokolio ir fasado sujungimu pastebimi nedideli temperatūros skirtumai. Fasadas apšiltintas kokybiškai, pastebimu defektų nustaatyta, tačiau įrengtas apšiltinimo sluoksnis yra per mažas A klasės energetinio efektyvumo pastatui. Bendra išorinės atitvaros U vertė turėtų būti ne 0,23 W/m<sup>2</sup>k, bet 0,16 W/m<sup>2</sup>k.

### 3.6 Šiluminės energijos sutaupymo pastato išorinėse atitvarose apibendrinimas

Perskaičiuoti pastato ativarų šilumos nuostoliai pagal norminius šilumos perdavimo koeficientus, kurie būtų pagerinti įvykdžius, rekomenduojamas rekonstrukcijos priemonės. Grafike matyti kaip teoriškai pasikeistų šilumos energijos sąnaudos įdiegus taupymo priemones, perskaičiuotas norminiam šildymo sezonui.

6. pav. Rekonstrukcijos priemonių nauda „prieš ir po“ taupymo priemonių diegimą



10. lentelė. Šilumos energijos sutaupymai išorės atitvarose

ŠILUMOS ENERGIJOS SUTAUPYMAI PASTATO IŠORĖS ATITVAROSE												
Eil.Nr.	Atitvaros pavadinimas	šilumos perdavimo koeficiento vertė prieš taupymo priemonių diegimą	šilumos perdavimo koeficientas įvertinus taupymo priemonių diegimą	šilumos energijos sąnaudos prieš taupymo priemonių diegimą	šilumos energijos sąnaudos prieš taupymo priemonių diegimą, perskaičiuotos norminiam šildymo sezonui	šilumos energijos sąnaudos įvertinus taupymo priemonių diegimą	šilumos energijos sąnaudos įvertinus taupymo priemonių diegimą, perskaičiuotos norminiam šildymo sezonui	Sutaupyta šilumos energijos kiekis, perskaičiuotas norminiam šildymo sezonui		šilumos energijos vieneto kaina	sutaupymai	
		U, W/(m <sup>2</sup> K)		MWh/metus		MWh/metus	%	€/MWh	€/metus	€/grm <sup>2</sup>		
1	Stogas sutapdintas (pagrindinis)	0,16	0,16	12,5	20,1	12,5	20,1	0,0	0,00	67	0	0,00
2	Išorės sienos	0,23	0,20	26,5	42,7	18,4	29,7	13,0	2,20	67	870	0,46
3	Grindys ant grunto	0,88	0,20	77,7	125,2	17,7	28,5	96,8	16,39	67	6 483	3,45
4	Langai plastikiniai	1,40	1,00	244,0	393,1	174,3	280,8	112,3	19,02	67	7 526	4,00
5	Lauko jėjimo durys	1,40	1,40	1,8	2,9	1,8	2,9	0,0	0,00	67	0	0,00
6	Terasa virš stogo	0,20	0,16	4,0	6,4	3,2	5,2	1,3	0,22	67	86	0,05
<b>Visam kompleksui</b>				<b>366,5</b>	<b>590,5</b>	<b>227,8</b>	<b>367,1</b>	<b>223,4</b>	<b>37,83</b>	<b>58</b>	<b>12 955</b>	<b>6,89</b>

11.lentelė. Sutaupomas šiluminės energijos kiekis

Eil.Nr.	Pastato išorės atitvaros pavadinimas	Pastato šilumos nuostoliai		Faktinės šilumos energijos sąnaudos šildymui perskaičiuotos norminiam šildymo sezonui	Sutaupomas šilumos energijos kiekis pastato šilumos nuostolių atžvilgiu	Sutaupomas šilumos energijos kiekis šildymui, perskaičiuotas norminiam šildymo sezonui		Šilumos energijos sąnaudos šildymui, įvertinus taupymo priemonių įdiegimą, perskaičiuotas norminiam šildymo sezonui
		MWh/metus	%			MWh/metus	MWh/metus	
1	Stogas sutapdintas (pagrindinis)	12,5	3,04	20,1	0,0	0,00	0,0	20,1
2	Išorės sienos	26,5	6,47	42,7	8,1	3,17	13,0	29,7
3	Grindys ant grunto	77,7	18,97	125,2	60,1	23,62	96,8	28,5
4	Langai plastikiniai	244,0	59,56	393,1	69,7	27,42	112,3	280,8
5	Lauko įėjimo durys	1,8	0,44	2,9	0,0	0,00	0,0	2,9
6	Terasa virš stogo	4,0	0,98	6,4	0,8	0,31	1,3	5,2
9	Dėl infiltracijos, natūralaus vėdinimo išorinių ir vidinių pritekėjimų pastate	43,2	10,54	69,5	0,0	6,43	26,3	43,2
<b>Bendri šilumos nuostoliai pastate</b>		<b>409,6</b>	<b>100,00</b>	<b>660,0</b>	<b>138,6</b>	<b>60,96</b>	<b>249,7</b>	<b>410,3</b>


### 3.7 Statinio inžinerinių sistemų analizė

Šiame skyriuje įvertinama statinio inžinerinių sistemų būklė, energijos ir šalto vandens nuostolių dydis pastato energijos ir šalto vandens sąnaudų balanse. Energijos ir šalto vandens taupymo priemonių įgyvendinimo statinio inžinerinėse sistemose pasiūlymai, energijos ir šalto vandens galimų sutaupymų apskaičiavimo rezultatai bei taupymo priemonių diegimui reikalingų investicijų apskaičiavimas.


#### Pastato šilumos ir karšto vandens gamybos sistema ( šilumos punktas)

Šilumos (energijos) šaltinio tipas	Šiluma pastatui tiekama iš pastate įrengto dujinės katilinės, karštas vanduo ruošiamas dujinio katilo pagalba.
Esama būklė	Dujinė katilinė įrengta kokybiškai, tačiau norint pasiekti didesnę energetinio efektyvumo klasę būtina keisti šildymo būdą į efektyvesnį.
Nustatyti defektai	Dujinės katilinės naudingumas nėra pakankamai aukštas, todėl su esamu šildymo būdu pasiekti A energetinio efektyvumo klasės nėra galimybės.
Rekomendacijos ir pasiūlymai	Keisti šildymo būdą į geoterminį šildymą su oras/vanduo šilumos siurbliu. Karšto vandens ruošimui palikti esamą dujinį katilą.

### Pastato šildymo sistema

Šildymo sistemos aprašymas	Šiluma pastatui tiekama iš pastate įrengto dujinės katilinės..	
Esama būklė	Dvivamzdė šildymo sistema įrengta kokybiškai, visi radiatoriai su šilumos reguliavimo galimybe.	
Nustatyti defektai	Nenustatyta.	
Rekomendacijos ir pasiūlymai	Nėra.	

### Pastato vėdinimo sistema

Vėdinimo sistemos aprašymas	Pastate įrengta mechaninė ištraukiamoji vėdinimo sistema su rekuperacija. Sistema įrengta kokybiškai.	
Nustatyti defektai	Nėra.	
Rekomendacijos ir pasiūlymai	Nėra.	

### Pastato šalto vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo sistema

Šalto vandens ir nuotekų sistemos aprašymas	Pastatui šaltas vanduo tiekiamas iš miesto tinklų.
Esama būklė	Vandentiekio ir nuotekų tinklų būklė gera, vamzdynai nauji. Defektu nenustatyta.
Nustatyti defektai	Nėra.
Rekomendacijos	Nėra.

### Pastato elektros instaliacija ir apšvietimo sistema

Elektros sistemos aprašymas	Pastate elektros instaliacija įrengta kokybiškai. Šviestuvai su taupiomis lempomis.
Esama būklė	Elektros instaliacijos būklė gera.
Nustatyti defektai	Nenustatyta.
Rekomendacijos ir pasiūlymai	Nėra.

### 3.8 Energijos ir šalto vandens taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimas

Energijos ir šalto vandens taupymo priemonių ekonominis efektyvumas įvertinamas rodikliais:

planuojamų investicijų energijos ir šalto vandens taupymo priemonėms įdiegti paprastasis atsipirkimo laikas (toliau – PAL), kuris nustatomas pagal (4) formulę:

$$PAL = \frac{I}{S} \quad (4)$$

čia

**PAL** – metai;

*I* – planuojamos investicijos energijos ir šalto vandens taupymo priemonėms įdiegti, litais;

*S* – planuojami metiniai sutaupymai įdiegus numatytas energijos ir šalto vandens taupymo priemones, litai/metus;

apskaičiuotų investicijų energijos ar šalto vandens taupymo priemonėms įdiegti tikrasis atsipirkimo laikas (toliau – TAL), kuris nustatomas pagal (5) formulę:

$$TAL = \frac{-\ln\left(1 - d \times \frac{I_0}{\Delta S}\right)}{\ln(1 + d)} \quad (5),$$

čia

**TAL** – metai;

*I*<sub>0</sub> – investicijos, planuojamos energijos ar šalto vandens taupymo priemonėms įdiegti, pirmųjų metų verte, litais;

*ΔS* – planuojami kasmetiniai sutaupymai, po planuojamų energijos ar šalto vandens taupymo priemonių įdiegimo, pirmųjų metų verte, litai/metus;

*d* – diskonto norma, įvertinus planuojamą energijos ar šalto vandens brangimą, išreikšta vieneto dalimis per metus (toliau vnt. *d./metus*);

diskonto norma, įvertinus energijos ir šalto vandens brangimą, apskaičiuojama pagal (6) formulę:

$$d = \frac{1}{1+e} \left( \frac{r_n - i}{1+e} - e \right) \quad (6),$$

čia

*e* – energijos brangimas, vnt. *d./metus*;

*r*<sub>n</sub> – banko nustatytų palūkanų norma, vnt. *d./metus*;

$i$  – bendroji infliacija, vnt. d./metus;

sutaupytos energijos ar šalto vandens kaina (toliau – SEK) nustatoma pagal (7) formulę:

$$SEK = \frac{I}{Q_s} \times \frac{d}{1 - (1+d)^{-n}} \quad (7),$$

čia

$SEK$  – Lt/MWh

$I$  – planuojamų investicijų į energijos ar šalto vandens taupymo priemonių įdiegimą dydis, litais;

$Q_s$  – planuojamas sutaupyti energijos ar šalto vandens kiekis per metus, MWh/metus, m<sup>3</sup>/metus;

$d$  – diskonto norma, įvertinus energijos ar šalto vandens brangimą, vnt. d./metus;

$n$  – planuojamų įdiegti energijos ar šalto vandens taupymo priemonių gyvavimo laikas, metais;

daugiau nei vienos energijos ar šalto vandens taupymo priemonių SEK apskaičiuojama pagal (8) formulę:

$$SEK_p = \frac{\sum SEK_n \times S_n}{S_p} \quad (8),$$

čia

$SEK_p$  – planuojamo energijos ar šalto vandens taupymo priemonių sutaupytos energijos vieneto kaina, Lt/MWh;

$SEK_n$  – energijos ar šalto vandens taupymo priemonių apskaičiuota SEK reikšmė, Lt/MWh;

$S_n$  – energijos ar šalto vandens taupymo priemonių planuojami sutaupymai, MWh, m<sup>3</sup>;

$S_p$  – energijos ar šalto vandens taupymo priemonių suminiai sutaupymai, MWh, m<sup>3</sup>.

Planuojamos įdiegti energijos ir šalto vandens taupymo priemonės yra grupuojamos į taupymo priemonių grupes. Energijos ar šalto vandens taupymo priemonių grupės skirstomos pagal PAL:

- taupymo priemonių grupė, kurių PAL yra mažesnis nei 10 metų;
- taupymo priemonių grupė, kurių PAL yra nuo 10 iki 20 metų;
- taupymo priemonių grupė, kurių PAL yra daugiau kaip 20 metų.

Taip pat priemonės parenkamos atsižvelgiant į siūlomų priemonių gyvavimo laiką, kuris negali būti ilgesnis už paprastąjį atsipirkimo laiką.

Tokiu principu yra formuojami energijos taupymo priemonių paketai, užsakovas įgyvendindamas ne visas priemones, gali nepasiekti planuojamų sutaupymų. Siūlomi energijos taupymo priemonių paketai

12. lentelė. Eenergijos ir šalto vandens vartojimo audito išvesties rodikliai

<b>Pirmasis energijos taupymo priemonių paketas ( I ETPP )</b>												
<b>Rekonstravimo priemonės</b>	Preliminari os darbų apimtys	Mato vnt.	Investicijos, Eur (su PVM)			Sutaupymai				Ekonominio efektyvumo rodikliai		
			Vienetinis darbų įkainis, €	Bendros investicijos pastatui, €	Investicijos s. €/m <sup>2</sup> į bendrą plotą	% nuo bendro vartojimo	MWh per metus	€ per metus	€/m <sup>2</sup> šildomo ploto per metus	Paprastas atsipirkimo laikas PAL	Tikrasis atsipirkimo laikas TAL	Sutaupytos energijos kaina, SEK, €/MWh
2 Išorinių sienų šiltinimas iš vidaus	1 238,7	m <sup>2</sup>	55,1	68 279	14,9	3,17	12,99	875,4	0,191	78,0		342,0
3 Grindų ant grunto šiltinimas	950,0	m <sup>2</sup>	126,8	120 441	26,3	23,62	96,76	6 521,7	1,422	18,5	52,7	81,0
4 Esamų langų keitimas	1 874,7	m <sup>2</sup>	215,1	403 175	87,9	27,42	112,32	7 570,4	1,650	53,3		233,5
6 Eksploatuojamo stogo šiltinimas iš vidaus	215,0	m <sup>2</sup>	73,0	15 695	3,4	0,31	1,29	86,8	0,019	180,8		792,6
8 Šilumos gamyba (geoterminis siurblys)	1,0	m <sup>2</sup>	160 000,0	160 000	34,9	2,50	*	*	*			
<b>Viso EUR šiluminės energijos taupymo priemonės</b>				<b>767 590</b>	<b>167,33</b>	<b>33,84</b>	<b>223</b>	<b>15 054</b>	<b>3,28</b>	<b>51,0</b>		<b>223,6</b>
<b>Projektavimas ir visos kitos inžinerinės paslaugos</b>				<b>44 213</b>	<b>9,64</b>							
<b>Visa bendra projekto vertė EUR</b>				<b>811 804</b>	<b>176,97</b>	<b>33,84</b>	<b>223</b>	<b>15 054</b>	<b>3,28</b>	<b>51,0</b>	<b>*</b>	<b>*</b>

<b>IŠVESTIES RODIKLIAI</b>		iki taupymo priemonių įgyvendinimo	po taupymo priemonių įgyvendinimo	
<b>1.</b>	<b>Norminiai šiluminės energijos suvartojimo rodikliai</b>			
<b>1.1</b>	Šilumos energijos sąnaudos viešojo naudojimo paskirties patalpų šildymui norminiam šildymo sezonui	MWh/metus	660,0	410,3
<b>1.2</b>	Šilumos energijos sąnaudos bedrojo šildomų patalpų ploto vienetai per šildymo sezoną	kWh/m <sup>2</sup> /metus	143,88	89,45
<b>1.3</b>	Šilumos energijos sąnaudos vienam dienolaipsniui	kWh/DL	192,12	119,43
<b>1.4</b>	Šilumos energijos sąnaudos bedrojo šildomų patalpų ploto vienetai ir dienolaipsniui	kWh/m <sup>2</sup> *DL	0,042	0,026
<b>1.5</b>	Savitieji šilumos nuostoliai	W/K	3942,1	2450,9

#### 4. Rezultatų gretinimas, išvados

Atliktų statybos darbų konstrukciniai sprendimai iš esmės atitinka techninių normatyvinių dokumentų reikalavimus, tačiau energetiškai neefektyviam pastatui būtina atlikti pastato modernizavimo darbus.

Atlikus išsamius tyrimus administraciniame pastate esančiame Baltijos pr.40, Klaipėda, kuris po statybos pabaigos (2015 m.) eksploatuojamas 1 metus yra nustatyti trūkumai, kuriuos būtina sutvarkyti:

1. Fasadinių sienų šilumos perdavimo koeficientas  $U=0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ , nėra pakankamas energetiškai efektyviam pastatui. Būtina šiltinti išorines atitvaras iš vidaus panaudojant 6 cm storio poliuretano plokštes (Therma TW56 Anselmi). Poliuretano plokštės yra sudėtinė apšiltinimo medžiaga, paruošta klijuoti tiesiai prie vidiniu paviršiu. Putų poliuretano plokštė gaminama kartu su gipso kartonu. Plokštės klijuojamos prie gruntuotų vidiniu paviršių.

2. Esamo eksploatuojamo stogo bendra šiluminė varža  $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , neatitinka energetiškai efektyviam pastatui keliamų reikalavimų. Norint pasiekti didesnę efektyvumo klasę reikia papildomai apšiltinti denginį iš vidaus panaudojant purškiamas poliuretano putas. Toks sprendimas parinktas atsižvelgiant į esamą pakabinamų lubų apdailą. Kitas apšiltinimo būdas reikalautų didesnių išlaidų vidaus lubų apdailos įrengimui. Reikėtų nuardyti visą esamų pakabinamų lubų apdaila ir apšiltinus stogo konstrukciją, apdailą įrengti iš naujo. Purškiamų poliuretano putų technologija leistų išardyti tik nedidelę dalį pakabinamų lubų apdailos, nuimant tik dalį segmentinių plokščių reikalingų užpurkšti putų poliuretanui ant vidinio stogo perdengimo konstrukcijos.

3. Visi pastato langai įrengti atsižvelgiant tik minimalius leistinus reikalavimus, tačiau esamas langų šilumos perdavimo koeficientas  $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ , nėra pakankamas. Visus langus rekomenduotina pakeisti į energetiškai efektyvius, kurių šilumos perdavimo koeficientas  $U$  – ne didesnis nei  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

4. Pastato dujinė katilinė neatitinka A klasės energetinio naudingumo keliamų reikalavimų. Siekiant efektyvesnės pastato energinės klasės reikėtų keisti šildymo būdą į geoterminį oras/vanduo šilumos siurblių, kurio naudingumo koeficientas būtų ne žemesnis nei 4. Karšto vandens ruošimui užtenka ir esamo dujinio katilo, jo keisti nereikėtų.

5. Grindys ant grunto nėra apšiltintos. Techniniame projekte buvo numatyta šiltinti tik cokolinę pastato dalį įrengiant šilumos izoliaciją iš vidinės ir išorinės pamatų pusės. Toks apšiltinimo būdas yra netinkamas, būtina apšiltinti pastato grindis polistireniniu putplasčiu. Ant esamų betoninių grindų paviršiaus galima būtų montuoti apšiltinimo sluoksnį ir įrengti naują betoninių grindų sluoksnį. Bendras grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas  $U$  turėtų būti ne didesnis nei  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Įgyvendinus visas siūlomas modernizavimo priemones pastato energijos sąnaudos patalpų šildymui sumažėtų apie 40%. Pastato energetinis naudingumas pagerėtų iki A klasės.

## ENERGY CONSUMPTION AUDIT RESULTS AND CONCLUSIONS

Construction work carried out structural solutions are broadly consistent with the technical requirements of the normative documents, but it's necessary to do modernization works for the energetically ineffective building.

After thorough research, administrative building located in the Baltijos pr.40, Klaipėda, which is built in (2015). After 1-year operation there is identified problems that's need to be solved.

1. The external walls heat transfer coefficient  $U=0.23 \text{ W / m}^2\text{K}$  is not sufficient for energy efficient building. It is necessary to insulate the external walls from the inside using a 6 cm thick polyurethane panels (Therma TW56 Anselmi). Polyurethane panels are an integral part of the insulation material, ready to stick directly to the inner surface. Polyurethane foam slab is produced in conjunction with the drywall. Panels glued to the inner surface of the primed.
2. The roof off the building has heat transfer coefficient  $U = 0.15 \text{ W / m}^2\text{K}$ , do not comply with energy-efficient building requirements. In order to achieve greater efficiency class must be additionally insulated roof from the inside using sprayed polyurethane foam. Such a solution is selected according to the existing suspended ceiling. Another way of insulation would require higher costs for internal ceiling finishes. For this solution suspended ceiling needs to be refitted. Sprayed polyurethane foam technology allows to disassembly only a small part of the suspended ceiling finishes, removing only small part of the sectional plates to spray polyurethane foam on the inner side off the roof
3. All the windows of the building are installed using only the minimum requirements, but the current window heat transfer coefficient  $U = 1.4 \text{ W / m}^2\text{K}$ , is not sufficient. All the windows needs to be changed to achieve proper energy efficiency, with a heat transfer coefficient  $U =$  not more than  $1.0 \text{ W / m}^2\text{K}$ .
4. The boiler room is equipped with gas heater which does not meet the A class energy efficiency requirements. For more efficient energy class gas heater should be changed to the geothermal heating air / water, the efficiency coefficient should be not lower than 4. Gas heater for hot water production is enough efficient, it should not be changed.
5. The floor on the ground are not insulated. The technical project was provided only to insulate the basement part of the building, a thermal insulation is just on the inner and outer side of the foundation. Such insulation method does not work, it is necessary to insulate the floor of the building with polystyrene foam. On the top off existing concrete floor new insulation layer can be installed and a new concrete floors can be made. Total floor on ground heat transfer coefficient  $U$  should not be greater than  $0.2 \text{ W / m}^2\text{k}$ . If all the requirements are achieved, buildings energy consumption for heating would reduce by 40% and energy efficiency class would be A.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

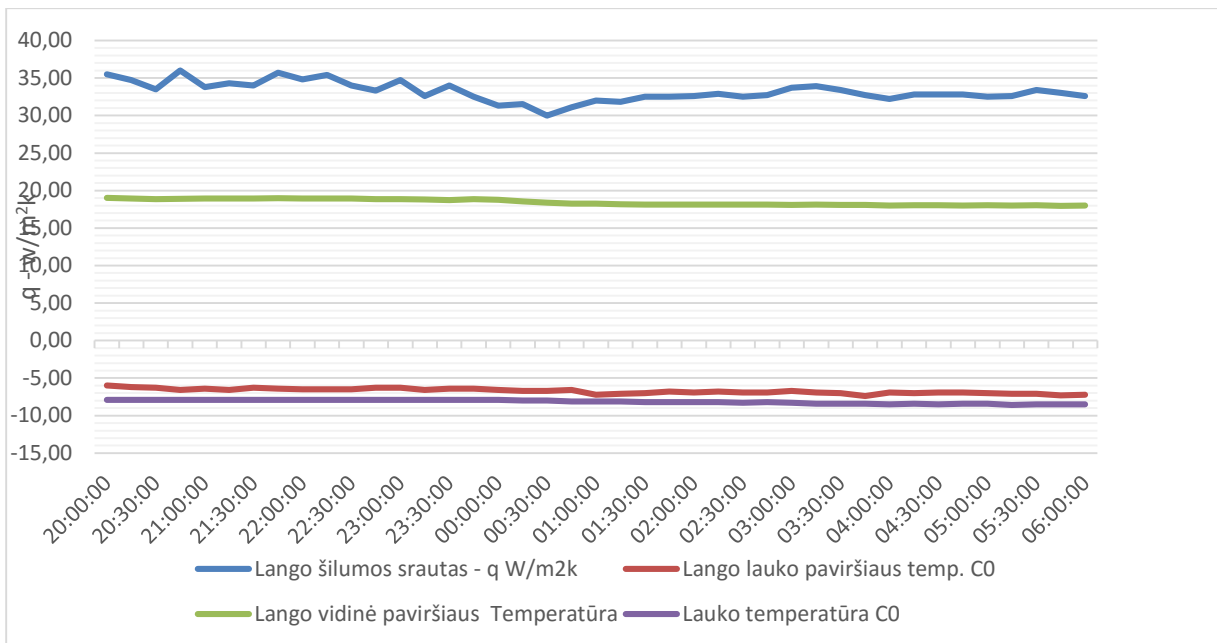
1. LR Ūkio ministro 2008 m. balandžio 29 d. įsakymas Nr. 4-184. Išsamiojo energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodika.
2. STR 2.09.02:1998, "Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas"
3. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“
4. STR 1.04.01:2005 „Esamų statinių tyrimai“
5. STR 1.05.06:2013 „Statinio projektavimas“
6. LR Aplinkos ministerija. Techninių reikalavimų statybos reglamentas. Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas. STR 2.09.02:1998.
7. LR Aplinkos ministerija. Techninių reikalavimų reglamentas. STR 2.09.04:2002 Pastato šildymo sistemos galia. Energijos sąnaudos šildymui;
8. LR Aplinkos ministerija. Techninių reikalavimų reglamentas STR 2.01.01(1-6): 1999 „Esminiai statinio reikalavimai“;
9. LR Sveikatos apsaugos ministerija. Lietuvos higienos norma HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“;
10. LR Statybos ir urbanistikos ministerija. Respublikinės statybos normos RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“;
11. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energetinis naudingumas. Energetinio naudingumo sertifikavimas“;
12. LR Statybos ir urbanistikos ministerija. Vandens vartojimo normos RSN 26-90;
13. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2010 m. liepos 10 d. įsakymas Nr. D1-595/1-201 "Daugiabučio namo šildymo ir karšto vandens sistemos privalomieji reikalavimai".
14. Ahlborn Product Catalog. Almemo-Solutions for your measuring tasks. Ahlborn Mess-und
15. LST EN ISO 6946:2008. Pastato komponentai ir elementai. Šiluminė varža ir šilumos perdavimo koeficientas.
16. Gimbutis G. ir kt. Šiluminė technika. Vilnius: Mokslas, 1993
17. Statybininko žinynas. Lietuvos statybos inžinierių sąjunga. Vilniaus Gedimino technikos universitetas ; [red. taryba: Julius Gajauskas ... [et al.] ; sudarytojas Julius Gajauskas].
18. Vilnius : Naujasis lankas, 2009. 1517 p. : iliustr. ISBN 9789955035657. Pastatų šiluminė renovacija : mokomoji knyga / Raimondas Bliūdžius ;
19. Kauno technologijos universitetas. Statybinių medžiagų katedra. Kaunas :
20. Technologija, 2006. 94 p Pastatai ir jų konstrukcijos [Elektroninis išteklius] : mokomoji knyga /
21. Termoizoliacinės medžiagos ir jų gaminiai : vadovėlis / Albinas Gailius, Sigitas Vėjelis ; Vilniaus Gedimino technikos universitetas.

## PRIEDAI

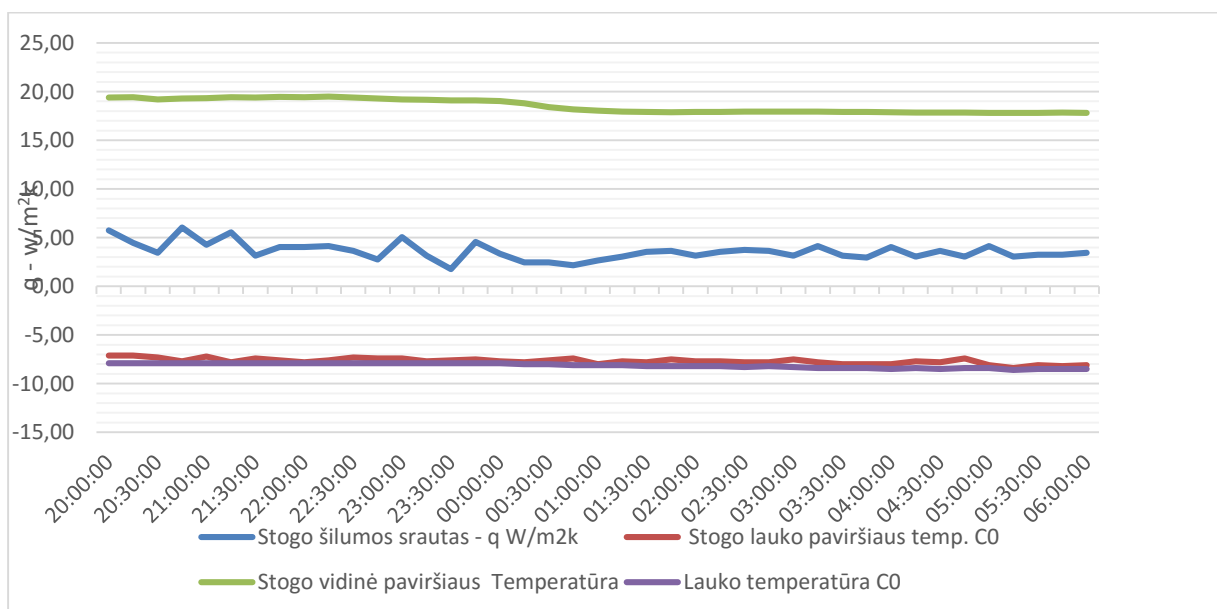
### Priedas Nr. 1 faktinių šilumos perdavimo koeficientų rezultatai.

Analizuotų išorės atitvarų šilumos perdavimo koeficientai paskaičiuoti pagal žemiau esančių grafikų duomenis.

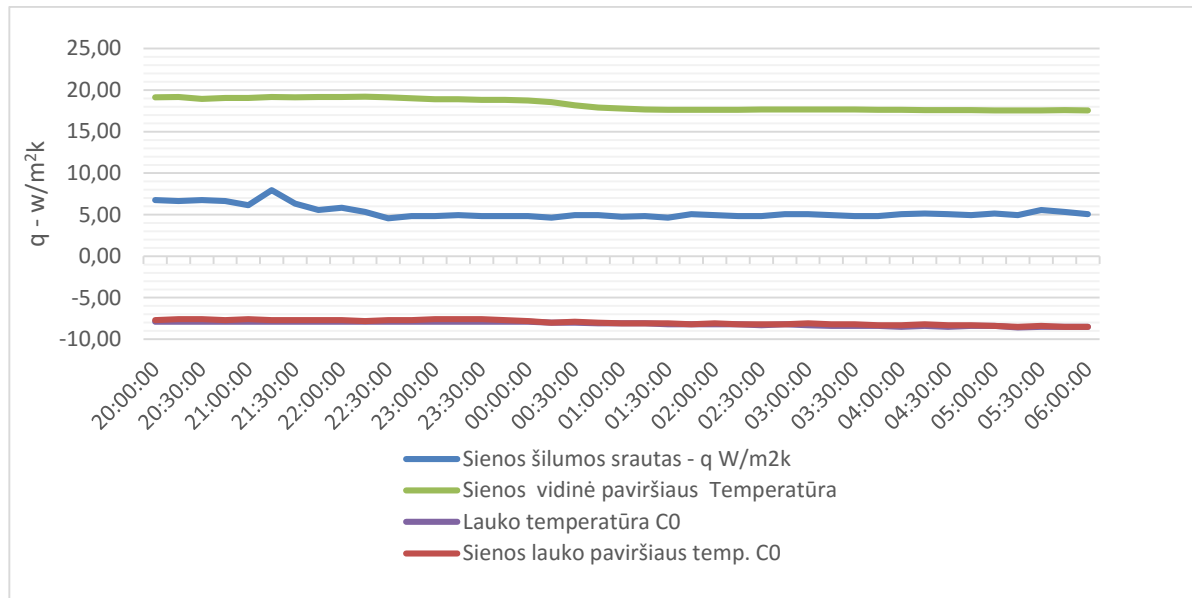
#### 1. Grafikas. lango matavimo rezultato grafinis vaizdas.



#### 2. Grafikas stogo matavimo rezultato grafinis vaizdas.



### 3. Grafikas pastato sienos matavimo rezultato grafinis vaizdas.



13. lentelė. Atliktų matavimų duomenys

Data	Laikas	Lango šilumos srautas - q W/m <sup>2</sup> k	Stogo šilumos srautas - q W/m <sup>2</sup> k	Sienos šilumos srautas - q W/m <sup>2</sup> k	Lango paviršiaus temp. C <sup>0</sup>	Stogo lauko paviršiaus temp. C <sup>0</sup>	Sienos lauko paviršiaus temp. C <sup>0</sup>	Lauko temperatūra C <sup>0</sup>	Vidaus temperatūra C <sup>0</sup>	Lango vidinė paviršiaus Temperatūra	Stogo vidinė paviršiaus Temperatūra	Sienos vidinė paviršiaus Temperatūra
2015.12.29	14:00:00	20,11	0,05	5,05	-4,10	-6,40	-5,30	-8,10	21,40	19,23	20,44	20,18
2015.12.29	15:30:00	22,61	0,65	4,05	-4,30	-6,00	-5,00	-7,50	22,44	19,30	20,54	20,28
2015.12.29	15:45:00	23,11	2,35	4,35	-5,10	-6,60	-5,40	-7,60	22,03	19,36	20,54	20,28
2015.12.29	16:00:00	25,91	3,55	3,75	-5,00	-6,40	-5,60	-7,70	21,94	19,34	20,46	20,20
2015.12.29	16:15:00	32,41	3,95	4,25	-5,90	-6,80	-6,90	-7,70	21,95	19,39	20,04	19,78
2015.12.29	16:30:00	30,11	3,95	4,75	-6,00	-6,80	-6,80	-7,80	22,00	19,29	19,87	19,61
2015.12.29	16:45:00	30,01	3,15	4,35	-6,20	-6,80	-7,00	-7,80	21,85	19,27	19,72	19,46
2015.12.29	17:00:00	30,61	3,15	4,55	-6,30	-7,30	-7,30	-7,90	21,90	19,11	19,56	19,30
2015.12.29	17:15:00	35,61	4,35	4,25	-6,40	-7,00	-7,30	-7,90	21,95	19,13	19,62	19,36
2015.12.29	17:30:00	32,81	4,75	4,95	-6,40	-7,20	-7,50	-7,90	21,85	19,09	19,48	19,22
2015.12.29	17:45:00	35,71	5,55	4,25	-6,30	-7,20	-7,50	-7,90	21,87	19,06	19,44	19,18

2015.12.29	18:00:00	34,71	4,15	4,35	-6,10	-7,30	-7,60	-7,90	21,74	19,03	19,38	19,12
2015.12.29	18:15:00	34,31	5,05	4,35	-6,50	-7,30	-7,60	-7,90	21,88	19,03	19,38	19,12
2015.12.29	18:30:00	35,51	5,65	10,85	-6,90	-7,60	-7,80	-7,90	21,76	19,06	19,39	19,13
2015.12.29	18:45:00	33,21	2,95	9,35	-6,60	-7,40	-7,80	-7,90	21,82	18,96	19,28	19,02
2015.12.29	19:00:00	34,81	4,85	9,55	-6,40	-7,40	-7,80	-8,00	21,68	18,99	19,34	19,08
2015.12.29	19:15:00	35,21	3,95	7,95	-6,10	-7,30	-7,80	-7,90	21,69	18,85	19,18	18,92
2015.12.29	19:30:00	36,21	5,25	7,35	-6,10	-7,30	-7,80	-7,90	21,80	18,97	19,28	19,02
2015.12.29	19:45:00	35,71	4,55	7,35	-6,20	-7,30	-7,70	-8,00	21,80	19,02	19,33	19,07
2015.12.29	20:00:00	35,51	5,75	6,75	-6,00	-7,10	-7,70	-7,90	21,89	19,01	19,39	19,13
2015.12.29	20:15:00	34,71	4,45	6,65	-6,20	-7,10	-7,60	-7,90	21,74	18,93	19,43	19,17
2015.12.29	20:30:00	33,51	3,45	6,75	-6,30	-7,30	-7,60	-7,90	21,96	18,87	19,19	18,93
2015.12.29	20:45:00	36,01	6,05	6,65	-6,60	-7,70	-7,70	-7,90	21,71	18,88	19,31	19,05
2015.12.29	21:00:00	33,81	4,25	6,15	-6,40	-7,20	-7,60	-7,90	21,74	18,96	19,34	19,08
2015.12.29	21:15:00	34,31	5,55	7,95	-6,60	-7,80	-7,70	-7,90	21,70	18,94	19,42	19,16
2015.12.29	21:30:00	34,01	3,15	6,35	-6,30	-7,40	-7,70	-7,90	21,73	18,95	19,39	19,13
2015.12.29	21:45:00	35,71	4,05	5,55	-6,40	-7,60	-7,70	-7,90	21,75	18,98	19,45	19,19
2015.12.29	22:00:00	34,81	4,05	5,85	-6,50	-7,80	-7,70	-7,90	21,72	18,94	19,43	19,17
2015.12.29	22:15:00	35,41	4,15	5,35	-6,50	-7,60	-7,80	-7,90	21,88	18,94	19,48	19,22

2015.12.29	22:30:00	34,01	3,65	4,55	-6,50	-7,30	-7,70	-7,90	21,73	18,95	19,40	19,14
2015.12.29	22:45:00	33,31	2,75	4,85	-6,30	-7,40	-7,70	-7,90	21,81	18,86	19,30	19,04
2015.12.29	23:00:00	34,71	5,05	4,85	-6,30	-7,40	-7,60	-7,90	21,64	18,85	19,18	18,92
2015.12.29	23:15:00	32,61	3,15	4,95	-6,60	-7,70	-7,60	-7,90	21,70	18,80	19,16	18,90
2015.12.29	23:30:00	34,01	1,75	4,85	-6,40	-7,60	-7,60	-7,90	21,67	18,73	19,09	18,83
2015.12.29	23:45:00	32,51	4,55	4,85	-6,40	-7,50	-7,70	-7,90	21,71	18,85	19,10	18,84
2015.12.30	00:00:00	31,31	3,35	4,85	-6,60	-7,70	-7,80	-7,90	21,68	18,77	19,03	18,77
2015.12.30	00:15:00	31,51	2,45	4,65	-6,70	-7,80	-8,00	-8,00	21,23	18,55	18,81	18,55
2015.12.30	00:30:00	30,01	2,45	4,95	-6,70	-7,60	-7,90	-8,00	21,20	18,40	18,42	18,16
2015.12.30	00:45:00	31,11	2,15	4,95	-6,60	-7,40	-8,00	-8,10	21,15	18,26	18,17	17,91
2015.12.30	01:00:00	32,01	2,65	4,75	-7,20	-8,00	-8,10	-8,10	21,16	18,25	18,05	17,79
2015.12.30	01:15:00	31,81	3,05	4,85	-7,10	-7,70	-8,10	-8,10	21,08	18,16	17,95	17,69
2015.12.30	01:30:00	32,51	3,55	4,65	-7,00	-7,80	-8,10	-8,20	21,12	18,15	17,91	17,65
2015.12.30	01:45:00	32,51	3,65	5,05	-6,80	-7,50	-8,20	-8,20	21,12	18,13	17,89	17,63
2015.12.30	02:00:00	32,61	3,15	4,95	-6,90	-7,70	-8,10	-8,20	21,12	18,11	17,91	17,65
2015.12.30	02:15:00	32,91	3,55	4,85	-6,80	-7,70	-8,20	-8,20	21,17	18,14	17,91	17,65
2015.12.30	02:30:00	32,51	3,75	4,85	-6,90	-7,80	-8,20	-8,30	21,18	18,12	17,93	17,67
2015.12.30	02:45:00	32,71	3,65	5,05	-6,90	-7,80	-8,20	-8,20	21,19	18,15	17,93	17,67

2015.12.30	03:00:00	33,71	3,15	5,05	-6,70	-7,50	-8,10	-8,30	21,18	18,08	17,94	17,68
2015.12.30	03:15:00	33,91	4,15	4,95	-6,90	-7,80	-8,20	-8,40	21,12	18,12	17,93	17,67
2015.12.30	03:30:00	33,41	3,15	4,85	-7,00	-8,00	-8,20	-8,40	21,08	18,07	17,92	17,66
2015.12.30	03:45:00	32,71	2,95	4,85	-7,40	-8,00	-8,30	-8,40	21,10	18,08	17,91	17,65
2015.12.30	04:00:00	32,21	4,05	5,05	-6,90	-8,00	-8,30	-8,50	21,06	18,02	17,88	17,62
2015.12.30	04:15:00	32,81	3,05	5,15	-7,00	-7,70	-8,20	-8,40	21,07	18,03	17,86	17,60
2015.12.30	04:30:00	32,81	3,65	5,05	-6,90	-7,80	-8,30	-8,50	21,04	18,03	17,85	17,59
2015.12.30	04:45:00	32,81	3,05	4,95	-6,90	-7,40	-8,30	-8,40	21,09	18,00	17,85	17,59
2015.12.30	05:00:00	32,51	4,15	5,15	-7,00	-8,10	-8,40	-8,40	21,10	18,04	17,83	17,57
2015.12.30	05:15:00	32,61	3,05	4,95	-7,10	-8,40	-8,50	-8,60	21,06	17,99	17,83	17,57
2015.12.30	05:30:00	33,41	3,25	5,55	-7,10	-8,10	-8,40	-8,50	21,06	18,03	17,83	17,57
2015.12.30	05:45:00	33,01	3,25	5,35	-7,30	-8,20	-8,50	-8,50	21,03	17,97	17,84	17,58
2015.12.30	06:00:00	32,61	3,45	5,05	-7,20	-8,10	-8,50	-8,50	21,14	18,01	17,80	17,54
2015.12.30	06:15:00	32,61	3,35	5,35	-7,60	-8,30	-8,50	-8,70	21,04	17,96	17,79	17,53
2015.12.30	06:30:00	33,01	4,15	5,15	-7,20	-7,80	-8,50	-8,60	21,03	17,99	17,81	17,55
2015.12.30	06:45:00	32,91	3,75	5,25	-7,20	-7,90	-8,50	-8,50	20,99	17,96	17,78	17,52
2015.12.30	07:00:00	37,31	5,35	5,45	-7,60	-8,10	-8,60	-8,60	21,39	18,06	17,99	17,73
2015.12.30	07:15:00	38,81	7,35	5,15	-7,40	-8,30	-8,60	-8,70	21,66	18,41	18,48	18,22

2015.12.30	07:30:00	35,71	4,95	5,05	-7,20	-8,30	-8,60	-8,60	21,58	18,57	18,76	18,50
2015.12.30	07:45:00	35,71	5,25	5,35	-7,00	-8,10	-8,60	-8,60	21,66	18,51	18,80	18,54
2015.12.30	08:00:00	34,31	4,15	5,55	-7,30	-8,30	-8,60	-8,60	21,48	18,55	18,82	18,56
2015.12.30	08:15:00	34,61	5,75	5,35	-7,30	-8,40	-8,70	-8,70	21,56	18,49	18,78	18,52
2015.12.30	08:30:00	36,11	4,95	8,05	-7,10	-8,30	-8,70	-8,80	21,44	18,51	18,79	18,53
2015.12.30	08:45:00	33,51	4,55	8,65	-7,10	-8,20	-8,70	-8,70	21,57	18,52	18,78	18,52
2015.12.30	09:00:00	35,31	3,65	7,85	-7,20	-8,20	-8,70	-8,80	21,56	18,51	18,83	18,57
2015.12.30	09:15:00	34,41	2,75	6,35	-7,30	-8,40	-8,60	-8,90	21,55	18,48	18,88	18,62
2015.12.30	09:30:00	34,41	5,35	6,65	-7,40	-8,30	-8,60	-9,00	21,71	18,64	19,07	18,81
2015.12.30	09:45:00	32,61	5,55	7,86	-7,10	-8,10	-8,40	-8,80	21,59	18,62	19,22	18,96
2015.12.30	10:00:00	32,81	4,55	8,11	-6,60	-7,70	-8,20	-8,60	21,70	18,61	19,39	19,13
2015.12.30	10:15:00	31,81	5,05	8,37	-6,60	-7,70	-8,00	-8,40	21,62	18,66	19,52	19,26
2015.12.30	10:30:00	30,81	4,95	8,63	-6,60	-7,70	-7,80	-8,20	21,72	18,81	19,64	19,38
2015.12.30	10:45:00	32,41	3,55	8,89	-6,00	-7,20	-7,50	-8,00	21,58	18,85	19,72	19,46
2015.12.30	11:00:00	28,01	5,25	9,14	-6,10	-7,60	-7,20	-7,90	21,70	18,89	19,83	19,57
2015.12.30	11:15:00	28,88	5,01	9,40	-5,81	-7,18	-7,11	-7,73	21,68	18,94	20,01	19,75
2015.12.30	11:30:00	28,15	5,09	9,66	-5,61	-7,03	-6,90	-7,56	21,69	18,99	20,15	19,89
2015.12.30	11:45:00	27,42	5,18	9,92	-5,40	-6,89	-6,70	-7,39	21,70	19,05	20,28	20,02

2015.12.30	12:00:00	26,70	5,27	10,17	-5,20	-6,74	-6,49	-7,23	21,71	19,10	20,42	20,16
2015.12.30	12:15:00	25,97	5,35	10,43	-5,00	-6,59	-6,29	-7,06	21,72	19,15	20,55	20,29
2015.12.30	12:30:00	25,24	5,44	10,69	-4,80	-6,45	-6,08	-6,89	21,73	19,21	20,69	20,43
2015.12.30	12:45:00	24,51	5,53	10,94	-4,60	-6,30	-5,87	-6,73	21,74	19,26	20,82	20,56
2015.12.30	13:00:00	23,78	5,61	11,20	-4,40	-6,15	-5,67	-6,56	21,74	19,32	20,95	20,69
2015.12.30	13:15:00	23,05	5,70	11,46	-4,20	-6,01	-5,46	-6,39	21,75	19,37	21,09	20,83
2015.12.30	13:30:00	22,32	5,78	11,72	-4,00	-5,86	-5,26	-6,22	21,76	19,42	21,22	20,96
2015.12.30	13:45:00	21,60	5,87	11,97	-3,80	-5,71	-5,05	-6,06	21,77	19,48	21,36	21,10
2015.12.30	14:00:00	20,87	5,95	12,23	-3,59	-5,57	-4,85	-5,89	21,78	19,53	21,49	21,23
2015.12.30	14:15:00	20,14	6,04	1,85	-3,39	-5,42	-4,64	-5,72	21,79	19,59	21,63	21,37
2015.12.30	14:30:00	19,41	6,13	1,85	-3,19	-5,28	-4,43	-5,56	21,79	19,64	21,76	21,50
	<b>Vidurkis visas</b>	<b>31,65</b>	<b>4,17</b>	<b>6,35</b>	<b>-6,31</b>	<b>-7,41</b>	<b>-7,55</b>	<b>-7,95</b>	<b>21,56</b>	<b>18,72</b>	<b>19,18</b>	<b>18,92</b>
	<b>Vidurkis didžiausio pasiklivimo</b>	<b>33,20</b>	<b>3,60</b>	<b>5,30</b>	<b>-6,73</b>	<b>-7,69</b>	<b>-8,00</b>	<b>-8,14</b>	<b>21,38</b>	<b>18,44</b>	<b>18,52</b>	<b>18,26</b>

\*raudonai pažymėtos eilutės yra naktinio didžiausio pasiklivimo rezultatai.

14. lentelė. Pastato atitvarų šilumos laidumo skaičiavimų rezultatai

<b>Matavimai</b>	
Lango U	Atlikus matavimus ir apibendrinus bei suskaičiavus duomenis nustatyta, kad vidutinis lango šilumos laidumo koeficientas yra 1,40 U, W/(m <sup>2</sup> K)
Stogo U	Atlikus matavimus ir apibendrinus bei suskaičiavus duomenis nustatyta, kad vidutinis stogo šilumos laidumo koeficientas yra 0,15 U, W/(m <sup>2</sup> K)
Sienos U	Atlikus matavimus ir apibendrinus bei suskaičiavus duomenis nustatyta, kad vidutinis sienos šilumos laidumo koeficientas yra 0,23 U, W/(m <sup>2</sup> K)

**Priedas Nr. 2 sāmata.**

**Priedas Nr. 3 energetinio naudingumo sertifikatas (esama situacija)**

**Priedas Nr. 4 energetinio naudingumo sertifikatas (A klasė)**

## **Priedas Nr. 5 registrų centro išrašas**