

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Andrius Dulenko

**Vėdinamųjų fasadų tvirtinimo elementų įtaka pastato
energijos balansui**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Jolanta Šadauskienė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

TVIRTINU Katedros vedėjas
(parašas) Doc. dr. Andrius Jurelionis
(data)

VĒDINAMŲJŲ FASADŲ TVIRTINIMO ELEMENTŲ ĮTAKA PASTATO
ENERGIJOS BALANSUI

Baigiamasis magistro projektas
Pastatų inžinerinės sistemos (kodas 621H24001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Jolanta Šadauskienė
(data)

Recenzentas

(parašas) Lekt. Gertrūda Andriukaitienė
(data)

Projektą atliko

(parašas) Andrius Dulenko

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SPM-4 gr.
studentas:

Andrius Dulenko

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Inžinerinė dalis

Laura Gagytė

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

Odeta Viliūnienė

vardas, pavardė

parašas, data

Darbų saugos dalis

Jolanta Šadauskienė

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

Jolanta Šadauskienė

vardas, pavardė

parašas, data

PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas Vėdinamųjų fasadų tvirtinimo elementų įtaka pastato energijos balansui ir švok sistemų projektavimas

- atliktas savarankiškai ir nebuvo kaip visuma pateiktas jokiame dėstomajame dalyke atsiskaityti šiame ar ankstesniuose semestruose;
- nebuvo pateiktas atsiskaityti kitame KTU fakultete arba kitoje Lietuvos aukštojoje mokykloje;
- turi visas į baigiamojo darbo literatūros sąrašą įtrauktą informacijos šaltinių nuorodas.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

**VĖDINAMŲJŲ FASADŲ TVIRTINIMO ELEMENTŲ ĮTAKA PASTATO ENERGIJOS
BALANSUI**

Andrius Dulenko

Darbo tikslas: Ištirti ir įvertinti vėdinamo fasado tvirtinimo detalių įtaką šildymui, vėdinimui ir oro kondicionavimui, gautus rezultatus pritaikyti projektavimui.

Magistriniame darbe yra atliktas tyrimas siekiant nustatyti įtaką tvirtinimo detalių, pastato energiniam balansui. Tyrimas atliktas su programa NRG3. Pateikti gauti rezultatai tyrimo metu.

Naudojantis gautais rezultatais suprojektuotas pastato šildymas, vėdinimas, dūmų šalinimas. Parinkti suprojektuotoms sistemoms įrenginiai, fasoninės dalys.

Trumpai aprašyti darbo saugos reikalavimai, teisiniai reikalavimai, architektūriniai ir inžineriniai sprendiniai.

Darbo apimtis: 67 psl. aiškinamojo rašto yra 31 psl. priedų ir 8 A1 formato brėžinių lapai.

Reikšminiai žodžiai:

Inžinerinės sistemos, šiluminiai tilteliai, taškiniai šiluminiai tilteliai

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF BUILDING ENERGY SYSTEMS

Master final work

INFLUENCE OF VENTILATED FACADES FIXING ELEMENTS ON BUILDING
ENERGY BALANCE

Andrius Dulenko

Aim of the work is to research and evaluate the ventilated facade fasteners influence for heating, ventilation and air conditioning systems. Obtained results will be used to adapt current design for better energy savings.

A study has been conducted to determine the impact of fasteners to overall building energy balance. The research was conducted with the application NRG3. The results obtained during the study are displayed in this paper.

Building heating, ventilation, smoke removal systems were redesigned, based on the research results, also chosen new systems designed equipment, fittings.

In the paper there is also briefly described the safety requirements, legal requirements, architectural and engineering solutions.

Work size: 67 p. of explanatory note, 31 p. supplement and 8 A1 drawings.

Keywords:

Engineering systems, thermal bridges, thermal bridges point

ĮVADAS	10
1. TEISINIAI DOKUMENTAI	11
1.1. Bendrosios statybų nuostatos	11
1.2. Esminiai statinio reikalavimai	11
1.3. Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemų projektavimas	12
1.3.1. Šildymas	13
1.3.2. Vėdinimas ir oro kondicionavimas.....	13
1.3.3. Automatizavimas	14
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	14
2.1. Sklypo duomenys	14
2.2. Architektūriniai sprendiniai	15
2.3. Pamatai	15
2.4. Grindys	15
2.5. Fasadas	15
2.6. Sienos	16
2.7. Durys, langai, vartai	16
2.8. Stogas	16
3. TIRIAMOJI DALIS	17
3.1. Literatūros apžvalga	17
3.2. TYRIMO OBJEKTAS	18
3.2. TYRIMO METODIKA	19
3.1.1. Pastatų vėdinamų fasadų sistemų reikalavimai	19
3.1.2. 3.2.2. Šiluminių tiltelių įvertinimo metodika.....	21
3.1.3. 3.2.3. Pastato energinių sąnaudų skaičiavimo metodika	23
3.4. SKAIČIAVIMŲ REZULTATAI	24
3.1.4. 3.4.1. Išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas	24
3.1.5. 3.4.2. Išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas, neįvertinant taškinių šiluminių tiltelių	24
3.1.6. 3.4.3. Išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas, įvertinant taškinių šiluminių tiltelių	27
3.5. Grindų virš grunto šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas	30
3.6. Stogo šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas	33
3.7. Pastato energinių sąnaudų skaičiavimo rezultatai	35
3.8. TAŠKINIŲ ŠILUMINIŲ TILTELIŲ ĮTAKOS PASTATO ENERGINĖMS SĄNAUDOMS ANALIZĖ	37
4. INŽINERINŲ SISTEMŲ DALIS	41
4.1. Bendrieji reikalavimai	41
4.2. Klimatinės sąlygos	41
4.3. Šildymas	42
4.4. Patalpų šilumos nuostolių skaičiavimas	43
4.4.1. Patalpos atitvarų, išskyrus besiribojančių su gruntu, projektiniai savitieji šilumos nuostoliai	44
4.4.2. Projektinių šilumos nuostolių per ilginius šilumos tiltelius skaičiavimas	45
4.4.3. Patalpų projektinių vėdinimo šilumos nuostolių skaičiavimas.....	46
4.4.4. Pastato nuolatinio šildymo sistemos galia	48
4.4.5. Lyginamieji patalpų šilumos nuostoliai	49
4.4.6. Šildymo prietaisų parinkimas	49
4.4.7. Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas	50
4.4.8. Šilumos punkto įrangos parinkimas.....	51
4.5. Vėdinimas	53
4.5.1. Oro kiekių skaičiavimas	53
4.5.2. Projektiniai sprendiniai.....	53

4.5.3.	Vėdinimo sistemos aerodinaminis skaičiavimas	57
4.5.4.	Dūmų šalinimas	58
5.	EKONOMINĖ DALIS	60
6.	DARBO SAUGA	63
6.1.	Bendrieji reikalavimai	63
6.2.	Bendrieji darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimai	64
	IŠVADOS.....	66
	NAUDOTA LITERATŪRA.....	67
	PRIEDAI.....	68

IVADAS

Magistriniame darbe yra projektuojamos parduotuvės-autoserviso esančio Kauno mieste inžinerinės sistemos: šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo šiltajam metų laikotarpiui. Visą darbą sudaro šešios dalys: teisės aktų ir reglamentų apžvalga, architektūrinė dalis, tiriamoji dalis, ekonominė dalis, inžinerinė ir darbo saugos dalis.

Darbo tikslas: Ištirti ir įvertinti vėdinamo fasado tvirtinimo detalių įtaką pastato šildymui, vėdinimui ir oro kondicionavimui, gautus rezultatus pritaikyti projektavimui.

Darbo uždaviniai:

- Atlikti literatūros apžvalgą.
- Atlikti statinio architektūrinių sprendimų analizę.
- Nustatyti pastato atitvarų šiluminių savybių vertes.
- Apskaičiuoti pastato energines sąnaudas, taikant skirtingas metodikas.
- Nustatyti tvirtinimo elementų įtaką pastato energiniam balansui.
- Atlikti parduotuvės - autoserviso šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemų skaičiavimą ir projektavimą.
- Parengti šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo medžiagų ir montavimo darbų sąmatas;
- Aprašyti darbų saugos reikalavimus.

1. TEISINIAI DOKUMENTAI

1.1. Bendrosios statybų nuostatos

Statybos Įstatymas yra pagrindinis dokumentas, kuris nustato visų Lietuvos Respublikos teritorijoje, jos išskirtinėje ekonominėje zonoje ir kontinentiniame šelfe statomų, rekonstruojamų ir remontuojamų statinių esminius reikalavimus, statybos techninio normavimo, statybinių tyrinėjimų, statinių projektavimo, statybos, statybos užbaigimo, statinių naudojimo ir priežiūros, griovimo tvarką, statybos dalyvių, viešojo administravimo subjektų, statinių savininkų (ar naudotojų) ir kitų juridinių ir fizinių asmenų veiklos šioje srityje principus ir atsakomybę [1].

1.2. Esminiai statinio reikalavimai

Statybų techninio reglamento esminius statinio reikalavimus sudaro šeši esminiai reikalavimai. Kurie yra keliami:

- mechaninio atsparumo ir pastovumo, t. y. kad apkrovos, galinčios statinį veikti statybos ir naudojimo metu, nesukeltų šių pasekmių: viso statinio ar jo dalies griūties, didesnių deformacijų nei leistinos, žalos kitoms statinio dalims, įrenginiams ar sumontuotai įrangai; žalos dėl aplinkybių, kurių be didelių sunkumų ir išlaidų galima išvengti ar jas apriboti (sprogimas, smūgis, perkrova, žmonių padarytos klaidos) [2];
- gaisrinės saugos, t. y. kad kilus gaisrui statinio laikančiosios konstrukcijos tam tikrą laiką galėtų išlaikyti jas veikusias ir dėl gaisro atsiradusias apkrovas; būtų apribota: gaisro kilimo galimybė ir ugnies bei dūmų plitimas statinyje, gaisro išplitimas į gretimus statinius; statinyje esantys žmonės galėtų saugiai išėiti iš jo ar būtų galima juos išgelbėti kitomis priemonėmis; veiktų žmonių įspėjimo ir gaisro gesinimo sistemos; gelbėtojai (ugniagesiai) galėtų saugiai dirbti [3];
- higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos, t. y. kad būtų nepažeistos statinyje ar prie jo esančių žmonių higienos sąlygos ir nekiltų grėsmė žmonių sveikatai dėl šių priežasčių: kenksmingų dujų išsiskyrimo, pavojingų kietųjų dalelių ar dujų atsiradimo ore, pavojingos spinduliuotės, vandens ar dirvožemio taršos, nuotekų, dūmų, kietųjų ar skystųjų atliekų netinkamo šalinimo, statinių konstrukcijų ar statinių vidaus drėgmės [4];

- saugaus naudojimo, t. y. kad statinį naudojant ar prižiūrint būtų išvengta nelaimingų atsitikimų (paslydimo, kritimo, susidūrimo, nudegimo, sužeidimo ar sužalojimo elektros srove, sprogimo) rizikos [5];
- apsaugos nuo triukšmo, t. y. kad statinyje ar prie jo būnančių žmonių girdimas triukšmas nekeltų grėsmės jų sveikatai, leistų miegoti, ilsėtis bei dirbti normaliomis sąlygomis [6];
- energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo, t. y. kad naudojamas šiluminės energijos kiekis, atsižvelgiant į vietovės klimato sąlygas ir gyventojų poreikius, nebūtų didesnis už reikiamą (t. y. apskaičiuotą pagal higienos normų ir pastato ar jo patalpų paskirties reikalavimus) [7].

1.3. Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemų projektavimas

Projektuojant ir įrengiant šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemas reikia taikyti STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ reikalavimus. Šis statybos techninis reglamentas taikomas projektuojant ir įrengiant pastatų ir inžinerinių statinių patalpų šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo (ŠV ir OK) sistemas.

Reglamentas yra suderintas su Europos Parlamento ir Tarybos 2010 m. gegužės 19 d. direktyvos 2010/31/ES dėl pastatų energinio naudingumo (OL 2010 L 153, p. 13–35) nuostatomis. Reglamentas nuostatos yra privalomos visiems statybos dalyviams, viešojo administravimo subjektams, šilumos tiekėjams ir vartotojams, taip pat kitiems juridiniams ir fiziniams asmenims, kurių veiklos principus statybos srityje nustato Statybos įstatymas. Reglamente išdėstyti pagrindiniai reikalavimai ŠV ir OK sistemoms projektuoti ir įrengti. Reikalavimai konkrečios paskirties pastatams ar inžineriniams statiniams pateikiami atitinkamuose statybos techniniuose reglamentuose. Skaičiuojant šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemas, reikia įvertinti:

- pastato padėtį (orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu, ar apsaugotas nuo vėjų ir t. t.);
- pastato šiluminės, orinio sandarumo, architektūrinės ir konstrukcinės ypatybes;
- šilumos, drėgmės, teršalų išsiskyrimą patalpoje nuo įrengimų, žmonių ir kt.;
- pastato konstrukcijų ir interjero medžiagas;
- klimatinės sąlygas, lauko oro kokybę;
- kitus aplinkos veiksnius (pastato padėtį tarp kitų pastatų ir pan.) ir specifinius pastato paskirties reikalavimus [8].

1.3.1. Šildymas

Šildymo sistemos turi būti projektuojamos pagal pastato paskirties jame numatomo technologinio proceso reikalavimus. Turi būti įvertintas užsakovo pageidaujamas komforto lygis ir specifiniai reikalavimai. Visais atvejais visi šildymo sistemos komponentai (šildymo prietaisai, vamzdynų medžiaga, išdėstymas, valdomoji ir reguliuojamoji įranga) turi atitikti gaisrinės saugos ir higienos normų reikalavimus. Šildymo sistemos šilumos generatoriuje ir šilumos punkte turi būti numatytos techninės priemonės, garantuojančios pakankamą šilumnešio cirkuliaciją visose šildymo sistemos šakose ir prietaisuose.

Šildymo sistemose vartojami metaliniai, daugiasluoksniai arba plastmasiniai vamzdžiai normaliomis eksploatacijos sąlygomis turi būti atsparūs šilumnešio temperatūros, slėgio, šilumnešio ir atitvarų medžiagų cheminiams, taip pat išoriniam mechaniniam poveikiui. Šildymo ir šilumos tiekimo vamzdynai pastatuose tiesiami atvirai arba paslėptai – uždariais kanalais, nišomis, inžinerinių komunikacijų šachtomis, tuneliais arba statybinių konstrukcijų viduje apsauginiame šarve, išskyrus atvejus, kai vamzdynas ir statybinė konstrukcija sudaro vientisą šildymo elementą, pavyzdžiui, šiltas grindis, sienines šildymo paneles ir kt.

Šildymo prietaisų tipas, eksploatacinės savybės, išorinis vaizdas, šildymo paviršiaus temperatūra turi atitikti higienos normų, gaisrinės saugos taisyklių, patalpos paskirties ir joje vykšančio technologijos proceso reikalavimus. Kiekvieno šildymo prietaiso arba prietaisų grupių šilumos atidavimas turi būti reguliuojamas pagal kintamus šilumos išskyrimus šildomoje patalpoje arba patalpos naudotojų poreikius. Atiduodamas į patalpą šilumos kiekis turi būti pakankamas patalpų projektinei temperatūrai palaikyti, įvertintas šildomoje patalpoje sumontuotų šildymo sistemos vamzdynų šilumos atidavimas [8].

1.3.2. Vėdinimas ir oro kondicionavimas

Vėdinimo, oro kondicionavimo ir šildymo oru būdas, taip pat sistemų konstrukcijos turi būti parinktos pagal pastato paskirtį ir jo naudojimo ypatumus taip, kad garantuotų norminį patalpų mikroklimatą ir oro švarumą normaliomis jų naudojimo ir lauko oro sąlygomis.

Natūralusis vėdinimas naudojamas tais atvejais, kai tiekiamo ar šalinamo oro nereikia valyti, o naudotojas, nekenkdamas kitiems, gali užtikrinti norminį mikroklimatą ir oro švarumą reguliuodamas tiesiai į patalpą patenkančio oro kiekį, arba kai į patalpą infiltruojasi pakankamai lauko oro.

Mechaninis vėdinimas naudojamas tais atvejais, kai nėra natūralaus vėdinimo arba juo neįmanoma patalpoje išlaikyti norminių oro parametrų. Mechaninis ir natūralus vėdinimas gali veikti kartu.

Oro kondicionavimas naudojamas tais atvejais, kai reikia išlaikyti pastovią temperatūrą ar santykinę oro drėgmę patalpose arba aušinti tiekiamą orą, arba kai yra specialūs oro švarumo reikalavimai (gydomosios įstaigos, švarios patalpos ir pan.).

ŠV ir OK sistemų veikimas derinamas tarpusavyje [8].

1.3.3. Automatizavimas

ŠV ir OK sistemų automatizavimas turi užtikrinti patikimą ir energiška efektyvų sistemų veikimą. Automatizacijos ir valdymo lygis parenkamas pagal pastato ir sistemų paskirtį, pastate/patalpoje vykdomų technologinių procesų reikalavimus bei ekonominį tikslumą. Automatikos sistemos atlieka šias funkcijas:

- reguliavimo – palaiko reikalaujamas oro parametrų reikšmes;
- saugumo – palaiko tokias parametrų reikšmes, kad ŠV ir OK sistemų įranga veiktų saugiai;
- užtikrina saugią statinio eksploataciją apsaugos nuo gaisro ir sprogo požūriui;
- valdymo – paleidžia, stabdo įrengimus nustatyta tvarka, pritaiko jų našumą kintančiai apkrovai, kad ŠV ir OK sistemų veikla būtų ekonomiškai ir atitiktų apkrovos ypatumus;
- signalizavimo – informuoja apie ŠV ir OK įrangos darbą, veiklos sutrikimus, pasirinktas parametrų reikšmes. Signalizuoti privaloma aptarnaujant patalpas be natūralaus apšvietimo (išskyrus dušų, tualetų, persirengimo kambarių, rūbinių ir kitas pagalbines patalpas).

ŠV ir OK sistemos turi turėti galimybę jas reguliuoti taip, kad patalpos oro ar jos veiklos zonos juntamosios temperatūros svyravimai neturėtų neigiamos įtakos žmogaus komfortui ar jo darbo produktyvumui [8].

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

2.1. Sklypo duomenys

Pastato statybos vieta – Kauno miestas. Sklypas yra stačiakampio formos – 90 arų. Reljefas lygus. Pastatas sklype užima 19,9 arų. Prie projektuojamo pastato numatoma automobilių stovėjimo aikštelė, o joje keturios vietos invalidams prie pagrindinio įėjimo į pastatą. Į aikštelę įvažiavimas ir

išvažiavimas dvejose vietose, šiaurinėje pusėje. Pati aikštelė ir įvažiavimai yra dengti asfalto danga. Takeliai ir pastato nuogrindos yra betoninių trinkelų. Pastato inžineriniai tinklai yra prijungti prie miesto tinklų.

2.2. Architektūriniai sprendiniai

Projektuojamas pastatas yra dviejų aukštų. Bendras pastato plotas sudaro 1992,6 m². Pastatas yra dviejų aukštų. Visas aukštis yra 8,40 m. Pirmo aukšto plotas – 1992,6 m². Jame yra suprojektuota autoserviso dirbtuvių patalpa, ekspozicijų salė, pardavimų salė, šaldytuvai, darbo kabinetai, šilumos punktas, archyvas ir kitos pagalbinės patalpos. Antro aukšto plotas yra 257,8 m². Jame suprojektuota autoserviso darbuotojų buitinės patalpos, archyvas, parduotuvės buitinės patalpos, dušai, tualetai, vent. kamera, kompresorinė.

2.3. Pamatai

Pastato pamatai yra surenkami gelžbetoniniai. Pamatai yra renkami iš anksto iškastose tranšėjose, kurios yra platesnės, dėl to kad darbuotojai galėtų surinkti klojinius. Tranšėjų apačia yra sutankintas žvyras 15–20 cm. Pamatai yra įgilinami žemiau metinio įšalo arba iki įšalo gylio. Surinkus klojinius sudedama armatūra ir užpilamas betonas. Įrengus pamatus klojiniai nuardomi. Tranšėjos yra užpilamos žvyru iš abiejų pusių ir sutankinamos abiejose pamato pusėse.

2.4. Grindys

Visos pirmo aukšto grindys yra įrengiamos ant sutankinto vidutinio stambumo žvyro. Visame pastate sutankinamas 30 cm arba storesnis žvyro sluoksnis. Ant jo yra klojama polietileno plėvelė, kuri atskirs du skirtingus sluoksnius. Kitame etape yra pilamas betonas su fibromis ant plėvelės, kurio storis iki 120 mm. Visiškai išdžiūvęs betonas yra gruntuojamas ir ant viršaus dedamas pasirinktas apdailos sluoksnis.

2.5. Fasadas

Pastato fasadas yra vėdinamasis. Susideda iš trijų sluoksnių. Pirmasis sluoksnis yra – omega profiliai 27 mm. Profiliai yra pritvirtinami horizontaliai prie pastato sienos. Sekantis sluoksnis yra taip pat omega profiliai, kurie tvirtinami prie horizontalių omega profilių vertikaliai. Tvirtinimo žingsnis

parenkamas pagal apdailinę skardą. Viršutinis fasado sluoksnis yra pasirinkta apdailos skarda, kuri tvirtinama prie vertikalių omega profilių.

2.6. Sienos

Pagrindinis sienos elementas yra cinkuoti metalo profiliai, kurie yra sustatomi pasirinktinai pagal vatos plotį, 550-600 mm. Prie profilių yra tvirtinama polietileno plėvelė iš vidinės pastato pusės. Ant viršaus plėvelės tvirtinami gipso kartono lapai – du sluoksniai. Pritvirtinus pirmąjį sluoksnį ir užtaisius siūles, prisukamas antrasis taip, kad siūlės būtų pirmojo sluoksnio lapų viduryje. Tarp cinkotų profilių yra montuojama pasirinkto storio šilumos izoliacija. Ant viršaus priešvėjinės izoliacijos montuojamas vėdinamasis fasadas.

2.7. Durys, langai, vartai

Durys, vitrinos ir vartai turi būti montuojami į tam skirtas angas. Vitrininiai langai yra šiaurinėje pastato pusėje ir vakarinėje. Pagrindinis pastoto įėjimas yra šiaurinėje pastato pusėje. Durys dvivėrės, automatinės, slankiosios. Tiek išsikrovimo patalpos, tiek autoserviso vartai yra vakarinėje pastato pusėje. Visi vartai yra 2,9 m, pakeliami į viršų. Angokraščiai yra apdirbami gipso kartono plokštėmis.

2.8. Stogas

Projektuojamojo pastato stogas yra sutapdintas. Stogo plotas yra 2210 m², nuolydis ne didesnis nei 2°. Ant stogo yra sumontuota 16 vnt. įlajų, kurios surinks visą vandenį ir yra 100x100 mm. Stogas susideda iš keturių skirtingų sluoksnių, kurie tarpusavyje yra surišti vienas su kitu. Apatinis sluoksnis yra profiliuota cinkuota skarda, kurios bangos aukštis yra 113 mm. Viršuje klojama garo izoliacinė - polietilininė plėvelė. Ant viršaus plėvelės yra klojami du termoizoliaciniai sluoksniai, kurie dedami taip, kad būtų galima išvengti šilumos tiltelių. Termoizoliaciniai sluoksniai yra tvirtinami tvirtinimo detalėmis kiaurai, prisukant juos prie skardos. Viršuje yra prilydomi du sluoksniai hidroizoliacijos – bituminės ruloninės dangos, kuri ir izoluoja tvirtinimo detales.

3. TIRIAMOJI DALIS

3.1. Literatūros apžvalga

Siekiant vykdyti Europos pastatų energinio naudingumo direktyvų reikalavimus dėl energijos suvartojimo mažinimo, yra sukurti Europos šalių nacionaliniai reikalavimai pastatų atitvarų šiluminėms savybėms ir sudarytos skaičiavimo metodikos, kurios nustato pastato energinį naudingumą. Kiekviena Europos valstybė pateikia savo pastatų energinio naudingumo metodiką (DIN V 18599 in Germany, DOCET in Italy, CALENER in Spain, NS 3034 in Norvegija, etc.), kuri yra pagrįsta pastatų energijos nuostolius didinančių faktorių identifikacija. Vienas iš tokių faktorių yra pastato šiluminiai tilteliai, kurie susidaro dėl visiškai arba iš dalies įsiskverbiančių į atitvarą medžiagų, turinčių skirtingą šilumos laidumą ir/arba keičiantis gaminio storiui, ir/arba skiriantis vidinių ir išorinių paviršių plotams tokiose vietose, kaip sienų, grindų, lubų jungtys. Literatūros duomenimis, bendras šiluminių tiltelių poveikis šildymo energijos poreikiui iš esmės nėra mažas ir gali kisti nuo 5 % iki 39 %. Tai priklauso nuo keleto veiksnių, tokių kaip oro sąlygos, izoliacijos storio, šiluminių tiltelių konstrukcijos sprendimo, pastato tipo (paskirties ir geometrijos) ir taikomo metodo, naudojamo nustatyti pastato energijos poreikio apskaičiavimui.

Šiluminiai tilteliai gali veikti vieną tašką, linijinį plotą ar erdvinę konfigūraciją. Paprastai, norint apskaičiuoti pastato energijos poreikį, yra įvertinami linijiniai šiluminiai pastato tilteliai, kurie yra tarp dviejų ar daugiau elementų, pastato fasado sandūroje. Tai yra paprasta, nes dažniausiai tipinių detalių linijinės šiluminės varžos (ψ) yra pateiktos šiluminių tiltelių žinynuose. Dažniausiai pasitaikantis ir naudojamas žinynas yra Europos Standartas EN ISO 14683, kurį sudaro 76 atvejai, o jie sudaryti iš aštuonių skirtingos tipologijos šiluminių tiltelių (stogų, kampų, tarpinių grindų, vidinių sienų, pakabinamų grindų, kolonų, langų ir durų).

Tačiau kalbant apie taškinius šiluminius tiltelius, jų įvertinimas bendram pastato energiniam balansui yra sudėtingesnis. Todėl taškinių šiluminių tiltelių poveikis dažnai yra ignoruojamas atliekant pastato energetinio naudingumo analizę. Vis dėlto, tai yra svarbus faktorius siekiant projektuoti mažai energijos vartojančius pastatus. Tyrimai rodo, kad jeigu termoizoliacijos tvirtinimui naudojami ištisiniai metaliniai profiliai kertantys termoizoliacinį sluoksnį, jo šiluminė varža dėl to gali sumažėti dvigubai. Neįvertinus arba netinkamai įvertinus šiuos papildomus šilumos nuostolius per šiluminius tiltelius gali būti ne tik apgautas pastato vartotojas deklaruojant jam neteisingą pastato energinį efektyvumą, bet ir gali kilti sunkumų dėl galingumų šildymo sistemų parinkimo, kai esant ekstremaliems temperatūrų skirtumams tarp išorės ir patalpų vidaus, nebus užtikrintos reikalaujamos vidaus temperatūrinės

aplinkos sąlygos. Tai leis atsirasti drėgmės kondensacijos ir pelėsių augimo procesui šiluminių tiltelių vietose dėl žemos paviršių temperatūros.

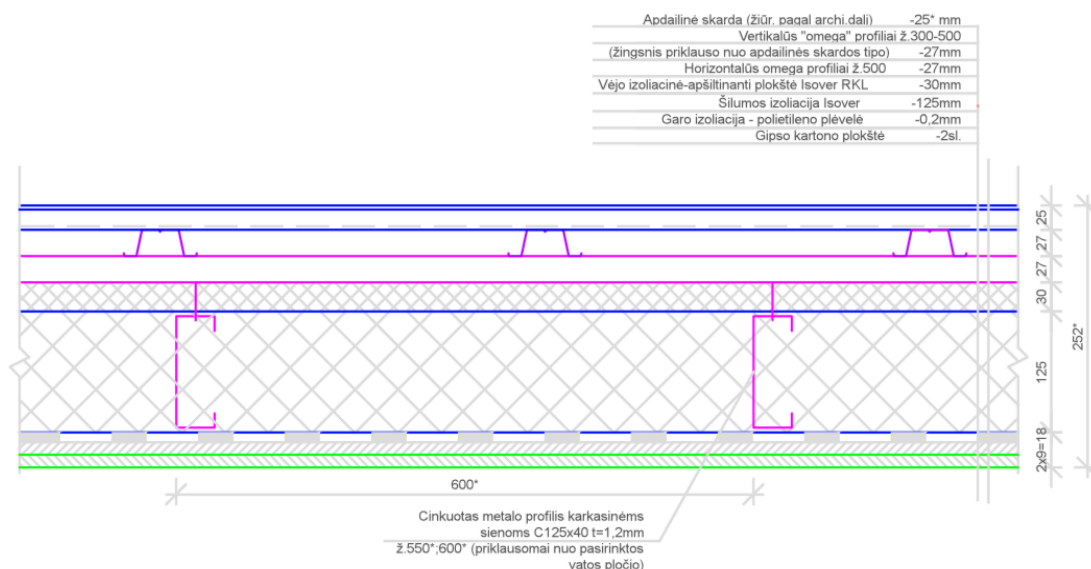
3.2. TYRIMO OBJEKTAS

Tiriamasis objektas yra Kauno mieste. Pastatas yra dviejų aukštų. Priskiriamas prie negyvenamųjų pastatų grupės, prekybos paskirties pogrupio. Šio tipo pastatai yra skirti didmeninei ir mažmeninei prekybai (parduotuvės, parduotuvės-operatorinės, vaistinės, knygynai, prekybos paviljonai ir kiti pastatai), tarp jų ir laikini statiniai (palapinės, kioskai ir pan.).

Pastato pirmo aukšto plotas yra 1992,6 m². Jame yra suprojektuota 41 patalpa. Didžiausia patalpa yra prekybos salė, kuri užima daugiau, nei pusę patalpos ploto, tai yra 1023,5 m². Antrojo aukšto plotas yra 257,8 m². Jame suprojektuota 15 patalpų. Tiriamojo pastato aukštis yra 8,40 m. Skaidrios atitvaros iš pastato išorinių atitvarų 1336,2 m² ploto užima 255,5 m². Stogas yra 2210 m².

Taikomos gaisrinės saugos priemonės atitinka statinio gaisrinės saugos reikalavimus visam statinio naudojimui laikui. Pastatas yra priskiriamas P.2.3 gaisringumo grupei.

Tiriamojo pastato sienos yra karkasinės. Karkasą sudaro metaliniai profiliai kurių aukštis yra – 125 mm, plotis – 1,2 mm, profiliai sudėti kas 600 mm ir sumontuoti vertikaliai. Iš vidinės pusės sumontuoti du sluoksniai gipso kartono plokščių ir garo izoliacinė plėvelė. Tarp profilių sudėtas termoizoliacinis sluoksnis. Išorinėje paviršiaus pusėje sumontuota vėjo izoliacinė – šiltinamoji plokštė. Ant jos sumontuoti horizontalūs ir vertikalūs omega profiliai. Paskutinis sluoksnis yra apdailos plokštė. Išorinės sienos detalė yra pavaizduota 1 paveiksle.



1 pav. lauko sienos pjūvis

Priimta, kad 1 m^2 skaičiuojamos sienos yra 4 tvirtinimo taškai, nes horizontalūs omega profiliai yra kas 900 mm.

3.2. TYRIMO METODIKA

3.1.1. Pastatų vėdinamų fasadų sistemų reikalavimai

Visoms pastatų vėdinamoms fasadų sistemoms keliami reikalavimai yra vienodi ir išdėstyti STR 2.01.11:2012 "Išorinės vėdinamos termoizoliacinės sistemos".

Pagal šį reglamentą traktuojama, kad išorinė vėdinama termoizoliacinė sistema, tai statybvietėje pastato laikančiųjų konstrukcijų išorėje įrengiama sienų apšiltinimo ir apdailos sistema, naudojant sistemos gamintojo tiekiamą arba pagal konkretų projektą komplektuojamą gamyklinių statybos produktų rinkinį, kurį sudaro šie komponentai: sistemos karkasas; sistemos mechaninio tvirtinimo elementai; termoizoliacinis sluoksnis; vėjo izoliacinis sluoksnis; išorės apdaila.

Pagrindas – išorinė pastato siena, atitinkanti mechaninio stiprumo bei standumo ir oro sandarumo reikalavimus, prie kurios tvirtinama Sistema;

Sistemos karkasas – tarp pagrindo ir apdailos esanti vertikaliųjų ir/arba horizontaliųjų medinių arba metalinių elementų sąranka;

Termoizoliacinis sluoksnis – vienas arba keli tarp Sistemos karkaso elementų įrengti termoizoliacinės medžiagos sluoksniai, užtikrinantys reikiamą sienos šilumos izoliaciją;

Vėjo izoliacinis sluoksnis – ruloniniai arba lakštiniai vėjo izoliaciniai gaminiai, skirti apsaugoti termoizoliacinį sluoksnį nuo judančio oro poveikio;

Vėdinamas oro tarpas – su išorės aplinkos oru susisiekiantis tarpas tarp apdailos ir vėjo izoliacinio arba termoizoliacinio sluoksnio;

Išorės apdaila – išorinis sluoksnis iš surenkamų apdailos elementų, apsaugantis sieną nuo atmosferos poveikio ir suteikiantis jai architektūrinę ir estetinę išvaizdą;

Pagrindiniai reikalavimai sistemoms yra:

- sistemų tvirtinimo pagrindui - pagrindo stiprumas turi būti pakankamas atlaikyti Sistemos sukeliamas apkrovas.
- sistemų tvirtinimui – vertinamas Sistemos atplėšimo nuo pagrindo stipris R_d (kPa), kuris turi būti ne mažesnis kaip projektinę vėjo apkrovą S_d (kPa).
- sistemos karkasui - Sistemos karkaso nejudami sujungimai turi atlaikyti savąjį Sistemos svorį.
- termoizoliacinio sluoksnio įrengimui - termoizoliaciniai gaminiai turi būti priglausti prie pagrindo prispaudžiant Sistemos karkaso elementais arba pritvirtinant papildomais tvirtinimo elementais – smeigėmis pagal termoizoliacinės medžiagos gamintojo nurodymus. Termoizoliacinis sluoksnis turi būti vientisas, be plyšių ir įspaudimų. Montavimo metu susidarę termoizoliacinio sluoksnio vientisumo pažeidimai turi būti užtaisyti ta pačia medžiaga, kuri naudojama termoizoliacinio sluoksnio įrengimui.
- vėjo izoliacijos įrengimui - vėjo izoliacinis sluoksnis turi užtikrinti pakankamą vandens garų pralaidumą, kad nebūtų drėgmės kaupimosi atitvaroje.
- vėdinamo oro tarpo įrengimui - vėdinamo oro tarpo storis negali būti mažesnis už 25 mm, o vėdinamų angų plotas negali būti mažesnis už 50 cm^2 vienam sienos ilgio metrui
- bendrieji sistemoms ir jas sudarančioms medžiagoms - visi Sistemoms įrengti naudojami elementai, atsižvelgiant į juos sudarančias medžiagas, turi būti natūraliai atsparūs korozijai, drėgmei, pelėsiams ir ultravioletinei spinduliuotei arba jie turi būti prieš naudojimą atitinkamai apsaugoti.

Minėtame reglamente yra reikalavimas Sistemos tvirtinimo elementams, kur sakoma, kad termoizoliacinį sluoksnį kertančių Sistemos karkaso elementų (ilginiai ir taškiniai tvirtinimo ir Sistemos karkaso elementai) įtaka sluoksnio šilumos perdavimui turi būti įvertinta bent vienu iš šių būdų:

1. perskaičiuojant šio sluoksnio šiluminę varžą R pagal STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ reikalavimus;
2. apskaičiuojant Sistemos karkaso elementų sudaromų ilginių ir taškinių šiluminių tiltelių šilumos perdavimo koeficientus pagal standartą LST EN ISO 10211:2008;
3. atliekant atitvaros šilumos perdavimo koeficiento matavimus pagal standartą LST EN ISO 8990.

Nuo 2013 metų STR 2.05.01:2005 „Pastatų atitvarų šiluminė technika“ pakeitė naujas STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, kuriame yra pateikiamos ilginių šiluminių tiltelių vertės. Vertinant taškinius šiluminius tiltelius yra pateikiama nuoroda į LST EN ISO 10211:2008 Trečiame punkte pateiktas reikalavimas galioja jau pastatytiems pastatams, tačiau projektuojamiems tai tenkinti neįmanoma. Todėl sekančiame skyriuje apžvelgiamas antro punkto reikalavimas.

3.1.2. 3.2.2. Šiluminių tiltelių įvertinimo metodika

Šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas apima šilumos perdavimo tiltelių skaičiavimo formulę (1):

$$H_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \Psi_k + \sum_j \chi_j; \quad (1)$$

Čia:

A_i – pastato fasado plotas, m^2 ;

U_i – šilumos perdavimo koeficientas $W/(m^2 \cdot K)$;

l_k – linijinio šiluminio tiltelio k ilgis, m ;

Ψ_k – linijinis šilumos perdavimas, linijinio šilumos tiltelio k , $W/(m \cdot K)$;

χ_j – taškinis šilumos perdavimas, taškinių šilumos tiltelių i , W/K .

U reikšmių skaičiavimai atliekami pagal STR 2.05.01:2013 nurodymus.

Šiluminiai tilteliai gali būti apibūdinami standartą EN ISO 10211. Linijinis šilumos perdavimo tiltelis (Ψ) apskaičiuojamas pagal formulę (2):

$$\Psi = L^{2D} - \sum U_j \cdot l_j \quad (2)$$

Čia:

L^{2D} – linijinis sujungimo šilumos koeficientas gaunamas iš dvimačio skaičiavimo komponentų skiriančių dvi aplinkas;

U_j – šilumos perdavimas iš vienmatės j sudedamosios dalies, skiriančias dvi aplinkas;

l_j – dvimatis geometrinis modelis, kuriam taikoma U_j vertė.

Linijinių šilumos perdavimo tiltelių koeficientai priklauso nuo matmenų, naudojamų apskaičiuojant vienmačio šilumos srauto (tai yra $\sum U_j \cdot l_j$ skaičiavimo) sistema. Tačiau bendras perdavimo koeficientas H_T pats su sąlyga, kad bus atsižvelgta į visus šiluminius tiltelius, t.y. reikia įvertinti ir taškinius šiluminius tiltelius.

Apskritai, taškinių šiluminių tiltelių (jeigu jie atsiranda dėl ilginių šiluminių tiltelių sankirtos) įtakos gali būti nepaisoma, todėl koregavimo sąvoka įtraukiant taškinis šilumos tiltelius gali būti praleista lygtyje (1). Tačiau, jei yra reikšmingas taškinis šiluminis tiltelis, tada taško šilumos praleidimas turėtų būti apskaičiuojamas pagal standartą ISO 10211. Taškinis šilumos perdavimo koeficientas dėl šiluminių tiltelių (χ) yra apskaičiuojamas kaip formulėje (3).

$$\chi = L_{3D} - \sum_{i=1}^{N_i} U_i \cdot A_i - \sum_{j=1}^{N_j} \Psi_j \cdot l_j, \quad (3)$$

Čia:

L_{3D} – šiluminės jungties koeficientas gaunamas apskaičiavus 3-D komponento skiriančias dvi aplinkas;

U_j – šilumos perdavimo koeficientas 1-D komponento i viena iš dviejų komponento dalių;

A_i – plotas kuriam taikoma U_j vertė;

Ψ_j – linijinio šilumos tiltelio šilumos pralaidumas;

l_j – linijinio šiluminio tiltelio ilgis;

N_j – 2-D komponentų skaičius;

N_i – 1-D komponentų skaičius.

Tačiau šis taškinių šiluminių tiltelių nustatymo metodas yra sudėtingas ir reikalaujantis specialios kompiuterinės programos. Literatūroje yra pateiktas supaprastintas šiluminio tiltelio įvertinimas. Ši supaprastinta šiluminio tiltelio metodika rėmėsi pagal EN ISO 10211 metodika apskaičiuotų taškinių šiluminių tiltelių statistinius duomenis. Supaprastintos metodikos empirinė priklausomybė pateikta čia :

$$\chi = 0,025 + 0,022 \cdot dT \quad (4)$$

Nustatant taškinės tvirtinimo detalės taškinį šilumos laidumą (χ -value) naudojant 3-D metodiką, apskaičiuojami savitieji šilumos nuostoliai per atsikartojantį atitvaros plotą su tvirtinimo detale H ir be tvirtinimo detalės H_0 . Šių savitųjų šilumos nuostolių skirtumas ir parodo taškinio šiluminio tiltelio vertę formulėje (5):

$$\chi = H - H_0 \quad (5)$$

Čia: H_0 – savitieji šilumos nuostoliai per atsikartojantį atitvaros plotą su tvirtinimo detale, W/K;

H - savitieji šilumos nuostoliai per atsikartojantį atitvaros plotą be tvirtinimo detalės, W/K.

Kadangi termoizoliacinių sluoksnį tvirtinimo elementai kerta lokaliuose vietose, jų įtaka šilumos perdavimui įvertinama taškinio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientu χ , W/K. Jeigu atitvaroje šie taškiniai šiluminiai tilteliai tolygiai pasikartojantys, juos galima įvertinti kaip šilumos perdavimo koeficiento ΔU (kaip formulėje 6) priedą, atsižvelgiant į jų skaičių tenkantį 1 m² atitvaros ploto arba, kai tvirtinimo elementų tankis būdingas tam tikram atitvaros plotui, galima iš karto nurodyti atitvaros su tvirtinimo elementais šilumos perdavimo koeficientą U , W/(m²·K) (Formulė 7)

$$\Delta U = \chi \cdot n \quad (6)$$

Čia: n – tvirtinimo elementų skaičius ploto vienetu, vnt./m²;

$$U = U_o + \Delta U \quad (7)$$

Čia: U_o – atitvaros šilumos perdavimo koeficientas neįvertinus tvirtinimo elementų įtakos, W/(m²·K).

3.1.3. 3.2.3. Pastato energinių sąnaudų skaičiavimo metodika

Pastato energinių sąnaudų skaičiavimas ir išeities duomenų nustatymas buvo atliktas naudojantis STR 2.01.09:2005 “Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas” keliamais reikalavimais.

Nustatant pastato energijos sąnaudas buvo vertinami šilumos nuostoliai:

- per pastato sienas;
- per pastato stogą;
- per pastato perdangas, kurios ribojasi su išore;
- per pastato perdangas virš nešildomų rūsių ir pogrindžių;
- per pastato atitvaras, kurios ribojasi su gruntu;
- per pastato langus;
- per pastato išorines įėjimo duris, neįskaitant šilumos nuostolių dėl durų varstymo;
- per pastato šiluminius tiltelius;
- dėl išorinių įėjimo durų varstymo;
- dėl pastato vėdinimo;

- dėl viršnorminės išorės oro infiltracijos į patalpas per langus ir duris;

Taip pat buvo vertinami šilumos pritekėjimai iš išorės, vidiniai šilumos išsiskyrimai, metinis elektros energijos suvartojimas ir metinės energijos sąnaudos karštam vandeniui.

Pagal STR 2.01.09:2005 “Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas”, šilumos nuostoliai buvo skaičiuojami per šiuos ilginius šiluminius tiltelius:

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

Apžvelgus šį reglamentą, galima teigti, kad STR 2.01.09:2005 nėra pateiktas reikalavimas taškinių šiluminių tiltelių įvertinimui.

3.4. SKAIČIAVIMŲ REZULTATAI

3.1.4. 3.4.1. Išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas

3.1.5. 3.4.2. Išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas, neįvertinant taškinių šiluminių tiltelių

1. Vėjo izoliacija-apšiltinanti plokštė.
2. Šilumos izoliacija.
3. Garo izoliacija (polietileninė plėvelė).
4. Gipso kartono plokštė.
5. Cinkuoto metalo profilis karkasinėms sienoms kas 600 mm, C=125x40, t=1,2 mm.

Pirmas sluoksnis – 30 mm storio vėjo- šilumos izoliacija iš mineralinės PAROC vatos, kurios $\lambda_D = 0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$, pagal STR 2.01.03:2009, 2 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_{\omega} = 0,001 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,05$ (pagal STR 2.01.03:2009,5 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $< 60 \text{ l, m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis be vėjo izoliacinio sluoksnio).

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0,05 = 0,00165 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (8)$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{l,ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0,001 + 0,00165 = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (9)$$

Pirmo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_1 = d_1/\lambda_{l,ds} = 0,03/0,036 = 0,833 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (10)$$

Antras sluoksnis – 125 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės PAROC vatos, kurios $\lambda_D = 0,034 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, pagal STR 2.01.03:2009, 2 lentelę veldinamai atitvarai $\Delta\lambda_{\omega} = 0,001 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,1$ (pagal STR 2.01.03:2009,5 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 6 lentelėje pateiktus reikalavimus, termoizoliacinio gaminio montavimo konstrukcijoje būdas atitinka 6 pastaboje pateiktą konstrukcijos pavyzdį, kai termoizoliacijos gaminiai sujungti).

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0,1 = 0,0033 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (11)$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0,001 + 0,0033 = 0,037 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (12)$$

Antrojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_{ins} = d_2 / \lambda_{ds,ins} = 0,125 / 0,037 = 3,378 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} \quad (13)$$

Antrajame sluoksnyje mineralinė vata yra sudėta tarp cinkuoto metalo profilių, kurių aukštis 125 mm, plotis 1,2 mm, profiliai sudėti kas 600 mm, projektinė metalinio profilio šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 0,50 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$.

Profilių šiluminė varža:

$$R_m = d_2 / \lambda_{ds,m} = 0,125 / 0,50 = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} \quad (14)$$

Antro sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama atsižvelgiant į mineralinės vatos ir metalinių profilių plotų santykį:

$$R_2 = \frac{A_{ins} + A_m}{A_{ins} / R_{ins} + A_m / R_m} = \frac{0,5988 + 0,0012}{0,5988 / 3,378 + 0,0012 / 0,25} = 3,297 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} \quad (15)$$

Čia:

A_{ins} - mineralinės vatos plotas, m;

A_m - metalinio profilio plotas, m;

R_{ins} - mineralinės vatos varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$;

R_m metalinio profilio varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$.

Trečiasis sluoksnis – garo izoliacija priimama, kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių – $R_{q,3} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)} / \text{W}$.

Ketvirtas sluoksnis yra iš 18 mm storio dviejų gipso lakštų (sauso tinko), kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 0,25 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$.

$$R_4 = d_4 / \lambda_{5,ds} = 0,018 / 0,25 = 0,072 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} \quad (16)$$

Sienos suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_{q,3} + R_4 = 0,833 + 3,297 + 0,04 + 0,072 = 4,242 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (17)$$

Kadangi siena yra su vėdinamu oro tarpu, išorinė šiluminė varža yra prilyginama vidinei šiluminei varžai - $R_{se} = R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

Sienos visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,13 + 4,242 + 0,13 = 4,502 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (18)$$

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = 1 / R_t = 1 / 4,502 = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (19)$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 4,502 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$,

Šilumos perdavimo koeficientas $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3.1.6. 3.4.3. Išorinių sienų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas, įvertinant taškinių šiluminių tiltelių

1. Vėjo izoliacija-apšiltinanti plokštė.
2. Šilumos izoliacija.
3. Garo izoliacija (polietileninė plėvelė).
4. Gipso kartono plokštė.
5. Cinkuoto metalo profilis karkasinėms sienoms kas 600 mm, C=125x40, t=1,2 mm.

Pirmas sluoksnis – 30 mm storio vėjo - šilumos izoliacija iš mineralinės PAROC vatos, kurios $\lambda_D = 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ir ją kerta taškiniai šilumos tilteliai.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, pagal STR 2.01.03:2009, 2 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_{\omega} = 0,001 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,05$ (pagal STR 2.01.03:2009, 5 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro

pralaidumą $<60 \text{ l, m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis be vėjo izoliacinio sluoksnio.

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0,05 = 0,00165 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (20)$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0,001 + 0,00165 = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (21)$$

Pirmo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_1 = d_1/\lambda_{1,ds} = 0,03/0,036 = 0,833 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (22)$$

Antras sluoksnis – 125 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės PAROC vatos, kurios $\lambda_D = 0,034 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, pagal STR 2.01.03:2009, 2 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_{\omega} = 0,001 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,1$ (pagal STR 2.01.03:2009,5 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $60 < l < 190, \text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis yra su vėjo izoliaciniu sluoksniu, įrengtu pagal to paties reglamento 6 lentelėje pateiktus reikalavimus, termoizoliacinio gaminio montavimo konstrukcijoje būdas atitinka 6 pastaboje pateiktą konstrukcijos pavyzdį, kai termoizoliacijos gaminiai sujungti).

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0,1 = 0,0033 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (23)$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0,001 + 0,0033 = 0,037 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (24)$$

Antrojo sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža:

$$R_{ins} = d_2/\lambda_{ds,ins} = 0,125/0,037 = 3,378 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (25)$$

Antrajame sluoksnyje mineralinė vata yra sudėta tarp cinkuoto metalo profilių, kurių aukštis – 125 mm, plotis – 1,2 mm, profiliai sustatyti kas 600 mm, projektinė metalinio profilio šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{ds} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Profilių šiluminė varža:

$$R_m = d_2/\lambda_{ds,m} = 0,125/0,50 = 0,25 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (26)$$

Antro sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama atsižvelgiant į mineralinės vatos ir metalinių profilių plotų santykį:

$$R_2 = \frac{A_{ins} + A_m}{\frac{A_{ins}}{R_{ins}} + \frac{A_m}{R_m}} = \frac{0,5988 + 0,0012}{\frac{0,5988}{3,378} + \frac{0,0012}{0,25}} = 3,297 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (27)$$

Čia:

A_{ins} - mineralinės vatos plotis, m;

A_m - metalinio profilio plotis, m;

R_{ins} - mineralinės vatos varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;

R_m metalinio profilio varža, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Trečiasis sluoksnis – garo izoliacija priimama, kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių – $R_{q,3} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

Ketvirtas sluoksnis yra iš 18 mm storio dviejų gipso lakštų (sauso tinko), kurio projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė $\lambda_{5,ds} = 0,25 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$.

$$R_4 = d_4 / \lambda_{5,ds} = 0,018 / 0,25 = 0,072 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (28)$$

Sienos suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_{q,3} + R_4 = 0,833 + 3,297 + 0,04 + 0,072 = 4,242 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (29)$$

Kadangi siena yra su vėdinamu oro tarpu, išorinė šiluminė varža yra prilyginama vidinei šiluminei varžai - $R_{se} = R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$.

Sienos visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,13 + 4,242 + 0,13 = 4,502 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (30)$$

Sienos visuminė šiluminė varža $R_t = 1,535 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$,

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U_0 = 1 / R_t = 1 / 4,502 = 0,22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (31)$$

Taškinis šiluminis tiltelis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\chi = 0,025 + 0,022 \cdot dT = 0,025 + 0,022 \cdot 0,03 = 0,02566 \quad (32)$$

Čia:

dT - vėjo izoliacijos-apšiltinančios plokštės storis, m.

Jeigu atitvaroje šie taškiniai šiluminiai tilteliai tolygiai pasikartojantys, juos galima įvertinti kaip šilumos perdavimo koeficiento ΔU priedą, atsižvelgiant į jų skaičių tenkantį 1 m^2 atitvaros ploto arba, kai tvirtinimo elementų tankis būdingas tam tikram atitvaros plotui, galima iš karto nurodyti atitvaros su tvirtinimo elementais šilumos perdavimo koeficiento pataisa ΔU , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

$$\Delta U = \chi \cdot n = 0,02566 \cdot 4 = 0,10264 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (33)$$

Čia:

n – tvirtinimo elementų skaičius ploto vienetu, $\text{vnt.}/\text{m}^2$.

Apskaičiuojame išorinės sienos šilumos perdavimo koeficiento vetę:

$$U = U_0 + \Delta U = 0,22 + 0,10264 = 0,32264 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (34)$$

Čia:

U_0 – atitvaros šilumos perdavimo koeficientas neįvertinus tvirtinimo elementų įtakos.

Sienos šilumos perdavimo koeficientas įvertinus ir tvirtinimo elementų įtaką $U = 0,323 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

3.5. Grindų virš grunto šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas

1. Apdailos sluoksnis
2. Betonas
3. Polietileno plėvelė
4. Polistirolas. (pakraščiais horizontali termoizoliacija)

Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas U , $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, bendruoju atveju apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = U_0 + \frac{2 \cdot \Delta \Psi}{B'} \quad (35)$$

Čia:

U_0 – grindų ant grunto šilumos perdavimo pagrindinė dedamoji, priklausanti nuo grindų, ploto, jų formos ir grindis ribojančių sienų storio, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;

$\Delta\Psi$ – pataisa, įvertinanti pakraščių vertikaliojo ir horizontaliojo apšiltinimo įtaką. Vertė apskaičiuojama pagal (41) formulę;

B' – būdingasis grindų matmuo, apskaičiuojamas taip:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} ; \quad (36)$$

Čia:

A – bendras grindų ant grunto plotas, m^2 ;

P – grindų perimetras, m.

Grindys neapšiltintos arba mažai apšiltintos ($d_t < B'$), tai:

$$U_0 = \frac{2\lambda_{gr}}{\pi B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1\right); \quad (37)$$

Čia:

λ_{gr} – grunto projektinis šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$, imamas iš 8 priedo;

d_t – atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storium, m;

B' – būdingasis grindų matmuo, apskaičiuojamas.

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}); \quad (38)$$

Čia:

R_f – grindų šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;

w – grindis ribojančios sienos storis, m;

λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$.

$$R'_{ins} = R_{ins} - d_{ins}/\lambda_{gr}; \quad (39)$$

čia:

R'_{ins} – grindų ant grunto papildomoji šiluminė varža, esant pakraščių apšiltinimui, $m^2 \cdot K/W$;

R_{ins} – pakraščių termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža, $m^2 \cdot K/W$;

d_{ins} – pakraščių termoizoliacinio sluoksnio storis, m;

λ_{gr} – grunto šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$.

Apskaičiuojamas atstojamasis papildomojo apšiltinančio sluoksnio storis (išreikštas grunto sluoksnio storium), m:

$$d' = R'_{ins} \cdot \lambda_{gr} \quad (40)$$

Apskaičiuojama $\Delta\psi$ vertė, priklausanti nuo papildomo pakraščių termoizoliacinio sluoksnio pločio arba gylio D , apšiltinamų pakraščių šiluminės varžos bei tokio pat storio grunto sluoksnio šiluminės varžos:

kai termoizoliacinis sluoksnis įrengtas pagal pastato perimetrą horizontaliai:

$$\Delta\psi = -\frac{D_{gr}}{\pi} \left(\ln \left(\frac{D}{d_1} + 1 \right) \right); \quad (41)$$

Čia:

d_t – apskaičiuojamas pagal (38) formulę;

d' – apskaičiuojamas pagal (40) formulę.

Grindų ant grunto papildomoji šiluminė varža, esant pakraščių apšiltinimui:

$$R'_{ins} = R_{ins} - d_{ins}/\lambda_{gr} = 0,3125 - (0,05/2) = 0,2875 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (42)$$

Pakraščių termoizoliacinio sluoksnio šiluminė varža:

$$R_{ins} = d_{ins}/\lambda_{ds} = 0,05/0,16 = 0,3125 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (43)$$

Atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storium, m:

$$\Delta\psi = -\frac{D_{gr}}{\pi} \left(\ln \left(\frac{D}{d_1} + 1 \right) - \ln \left(\frac{D}{d_1 + d'} + 1 \right) \right) = 0,25 + 2 \cdot (0,04 + 0,044 + 0,17) = 0,757 \text{ m} \quad (44)$$

Grindų šiluminė varža:

$$R_f = d_{ins}/\lambda_{ds} = 0,1/2,3 = 0,044 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad (45)$$

Būdingasis grindų matmuo:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) \quad (46)$$

Grindys neapšiltintos arba mažai apšiltintos ($d_t < B'$), tai:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (47)$$

Pataisa vertinanti pakraščių horizontaliojo apšiltinimo įtaką:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) \quad (48)$$

Grindų šiluminė varža:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (49)$$

Grindų ant grunto šilumos perdavimo koeficientas:

$$d_t = w + \lambda_{gr} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (50)$$

3.6. Stogo šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas

1. Profilinė skarda
2. Garo izoliacija- polietileninė plėvelė
3. Šilumos izoliacija RAROC
4. Šilumos izoliacija PAROC
5. Prilydoma bituminė danga

Pirmas sluoksnis – 0,8 mm profiliuota skarda, kurios $\lambda_{ds} = 50 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

$$R_1 = d_1 / \lambda_{1,ds} = 0,8/50 = 0,016 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (51)$$

Antras sluoksnis – garo izoliacija priimama, kaip plonas sluoksnis tarp atitvaros sluoksnių – $R_{q,2} = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$.

Trečias sluoksnis – 50 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės PAROC vatos, kurios $\lambda_D = 0,033 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, pagal STR 2.01.03:2009, 2 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_{\omega} = 0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,05$ (pagal STR 2.01.03:2009, 5 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $<60 \text{ l, m}^3/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis be vėjo izoliacinio sluoksnio).

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0,05 = 0,00165 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \quad (52)$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0 + 0,00165 = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \quad (53)$$

Trečio sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_3 = d_3/\lambda_{3,ds} = 0,03/0,035 = 0,857 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (54)$$

Ketvirtas sluoksnis – 130 mm storio šilumos izoliacija iš mineralinės PAROC vatos, kurios $\lambda_D = 0,033 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_\omega$, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, pagal STR 2.01.03:2009, 2 lentelę vėdinamai atitvarai $\Delta\lambda_\omega = 0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0,05$ (pagal STR 2.01.03:2009,5 lentelę, kai termoizoliacinis sluoksnis vėdinamas, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $190\pm 60 \text{ l, m}^3/(\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa})$, termoizoliacinis sluoksnis be vėjo izoliacinio sluoksnio).

Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_D \cdot K_{cv} = 0,033 \cdot 0,05 = 0,00165 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (55)$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_D + \Delta\lambda_\omega + \Delta\lambda_{cv} = 0,033 + 0 + 0,00165 = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \quad (56)$$

Ketvirto sluoksnio mineralinės vatos šiluminė varža apskaičiuojama:

$$R_4 = d_4/\lambda_{4,ds} = 0,13/0,035 = 3,714 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (57)$$

Penktas sluoksnis – 12 mm bituminė danga, kurios $\lambda_{ds} = 0,17 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

$$R_5 = d_5/\lambda_{5,ds} = 0,012/0,17 = 0,071 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (58)$$

Stogo suminė šiluminė varža:

$$R_s = R_1 + R_{q,2} + R_3 + R_4 + R_5 = 0,016 + 0,04 + 0,857 + 3,714 + 0,071 = 4,698 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad (59)$$

Kadangi stogas be vėdinamo oro tarpo, išorinė šiluminė varža yra $-R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, o vidinė šiluminė varžai $-R_{si} = 0,10 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$.

Stogo visuminė šiluminė varža:

$$R_t = R_{si} + R_s + R_{se} = 0,10 + 4,698 + 0,04 = 4,838 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \quad (60)$$

Apskaičiuojamas šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = 1/R_t = 1/4,838 = 0,207 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (61)$$

Šio skyriaus apibendrinimas pateiktas lentelėje

Lentelė nr. 1

Atitvaros pavadinimas	U_N W/(m²·K)*	U_{MN} W/(m²·K)**	$U_{sk.be}$ W/(m²·K)***	$U_{sk.su}$ W/(m²·K)****
1	2	3	4	5
Išorės sienos	0,25	0,40	0,22	0,32
Stogas	0,20	0,25	0,207	0,207
Langai	1,76	1,90	1,90	1,90
Grindys	0,30	0,40	0,193	0,193
Durys, vartai	1,60	1,90	1,90	1,90

* - duomenys iš STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 3 lentelės. Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų $U_{(C,B)}$ (W/(m²·K)) vertės C ir B energinio naudingumo klasės pastatų (jų dalių) atitvarų norminių savitųjų šilumos nuostolių skaičiavimui

** - duomenys iš STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 8 lentelės. Pastatų (jų dalių) atitvarų leistinosios šilumos perdavimo koeficientų U_l (W/(m²·K)) vertės.

*** - nevienalyčių atitvarų skaičiavimas, be taškinių šiluminių tiltelių.

**** - nevienalyčių atitvarų skaičiavimas, su taškiniais šiluminiais tilteliais.

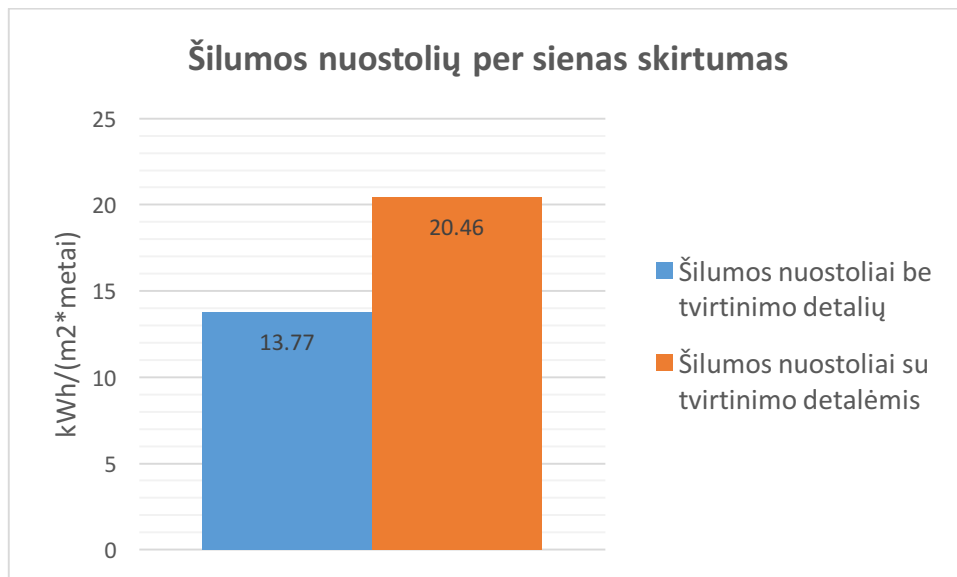
3.7. Pastato energinių sąnaudų skaičiavimo rezultatai

Nustačius pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientų vertes, buvo apskaičiuojamos pastato energijos sąnaudos, kurios buvo nustatomos programa “NRG3. Skaičiavimo rezultatai pateikti 2 lentelėje.

Lentelė nr. 2

Eilės Nr.	Energijos sąnaudų apibūdinimas	Skaičiuojamosios energijos sąnaudos kvadratiname metre pastato šildomo ploto per metus (kWh/m ² xmetai)	
		Be taškinių šiluminių tiltelių	Su taškiniais šiluminiais tilteliais
1	2	3	4
1	Šilumos nuostoliai per pastato sienas	13,77	20,46
2	Šilumos nuostoliai per stogą	21,54	21,81
3	Šilumos nuostoliai per horizontaliai pakraščiuose apšiltintas grindis ant grunto	15,22	15,41
4	Šilumos nuostoliai per pastato langus	22,86	23,14
5	Šilumos nuostoliai per pastato išor. duris ir vartus neįskaitant dėl durų varstymo	7,99	8,09
6	Šilumos nuostoliai per pastato ilginius šiluminius tiltelius	4,02	4,07
7	Šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo	11,86	12,01
8	Šilumos pritekėjimai iš išorės pastato šildymo laikotarpiu	0,56	0,90
9	Šilumos išsiskyrimai pastato šildymo laikotarpiu	28,74	28,74
10	Šilumos nuostoliai, kuriuos pastato šildymo laikotarpiu kompensuoja šilumos pritekėjimai iš išorės ir vidiniai šilumos išsiskyrimai	27,22	27,70
11	Suminės elektros energijos sąnaudos pastate	21,72	21,72
12	Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui	3,60	3,60
13	Suminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti	28,78	28,78
14	Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti	116,19	125,45

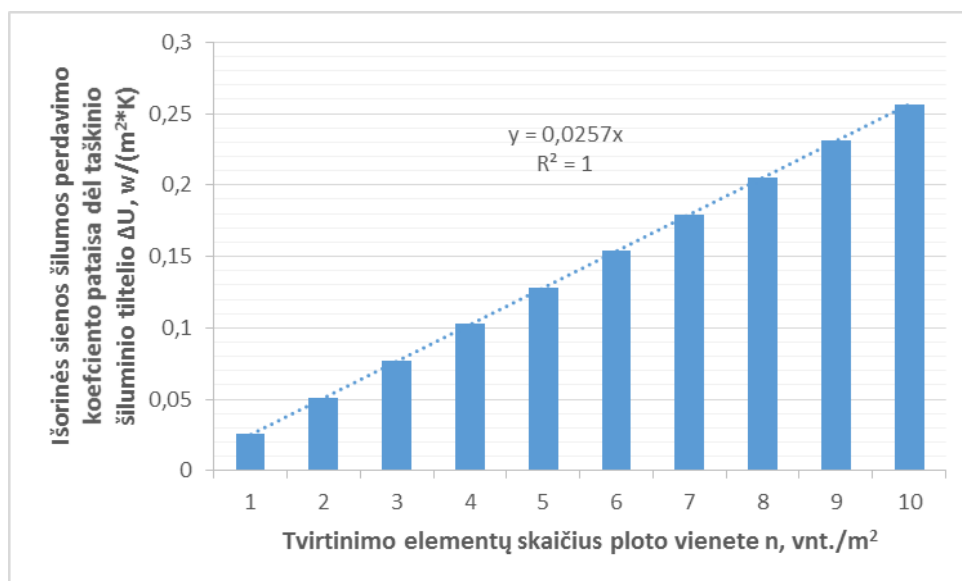
3.8. TAŠKINIŲ ŠILUMINIŲ TILTELIŲ ĮTAKOS PASTATO ENERGINĖMS SAŪNAUDOMS ANALIZĖ



2 pav. energinių sąnaudų pastatui šildyti skirtumas

Iš gautų rezultatų, kurie yra gauti skaičiuojant NRG3 - pastatų energinio naudingumo skaičiavimo programa, yra sudarytas antrasis paveikslėlis. Jame ryškiai atsispindi skirtumas tarp sienų su tvirtinimo detalėmis ir be jų. Skirtumas tarp jų yra gana ryškus. Naudojant 4 vienetus tvirtinimo detalių į 1 m^2 , susidaro 32,7% skirtumas tarp jų. Kas reiškia, jog išauga šilumos nuostoliai per sienas beveik trečdaliu.

Paveiksle 3 yra pateikta priklausomybė tarp atitvaros su tvirtinimo elementais šilumos perdavimo koeficiento pataisos ΔU ir vėdinamų fasadų sistemos tvirtinimo elementų skaičiaus į 1 m^2 , $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.



3 pav. priklausomybė tarp atitvaros su tvirtinimo elementais šilumos perdavimo koeficiento pataisos ΔU ir vėdinamų fasadų sistemos tvirtinimo elementų skaičiaus į 1 m^2

Paveikslėlis vaizduoja ΔU vertės priklausomybę nuo tvirtinimo elementų skaičiaus. Kas aiškiai parodo, jog su kiekvienu tvirtinimo elementu ΔU vertė tik didėja. Todėl galima teigti, jog su kiekvienu papildomu tvirtinimo elementu mažėja sienos šiluminė varža.

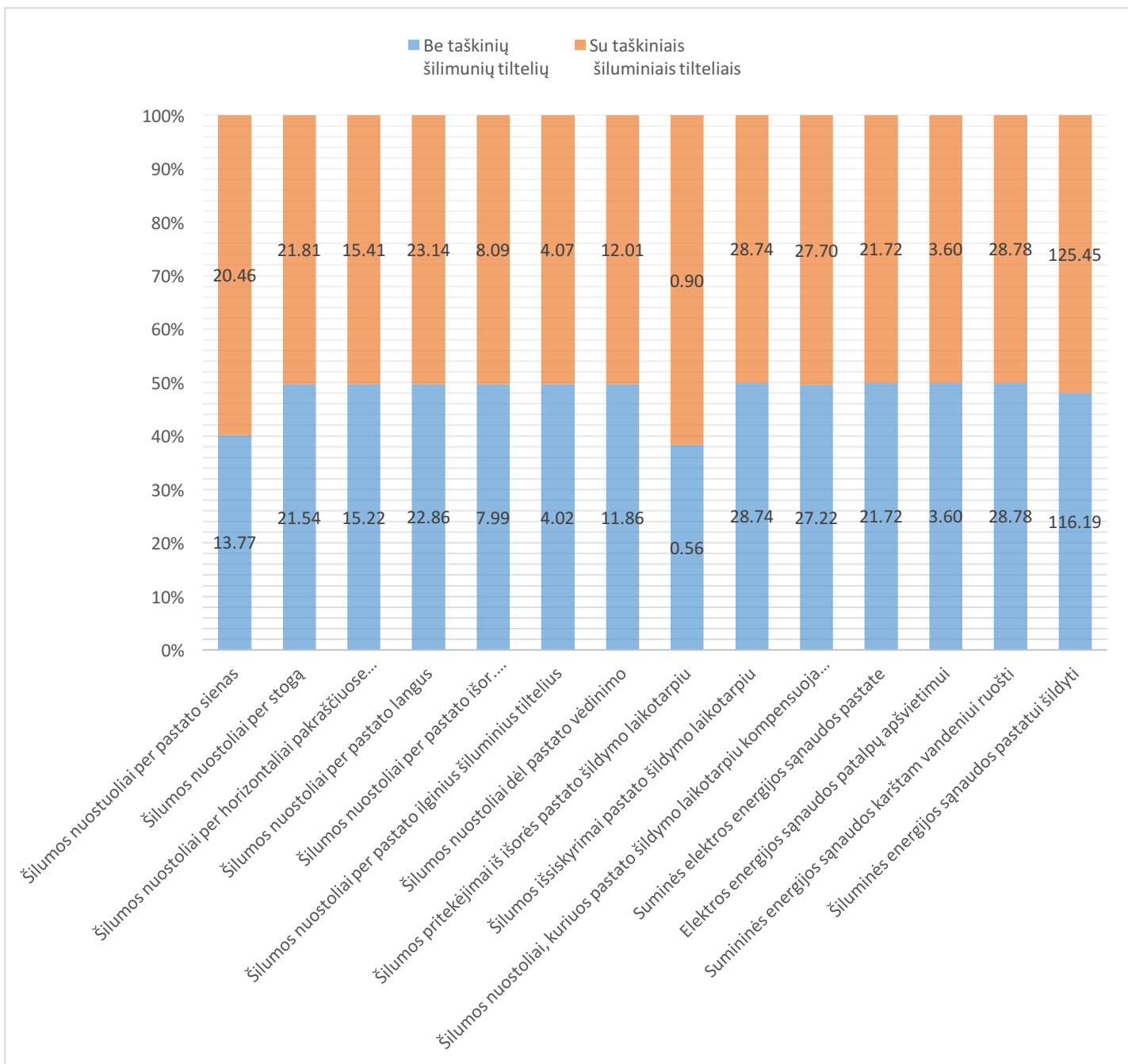
Išorinės sienos šilumos perdavimo koeficiento pataisos vertę galima nustatyti pagal tvirtinimo elementų skaičių ploto vienetu:

$$\Delta U = 0,0257 \cdot n \quad (62)$$

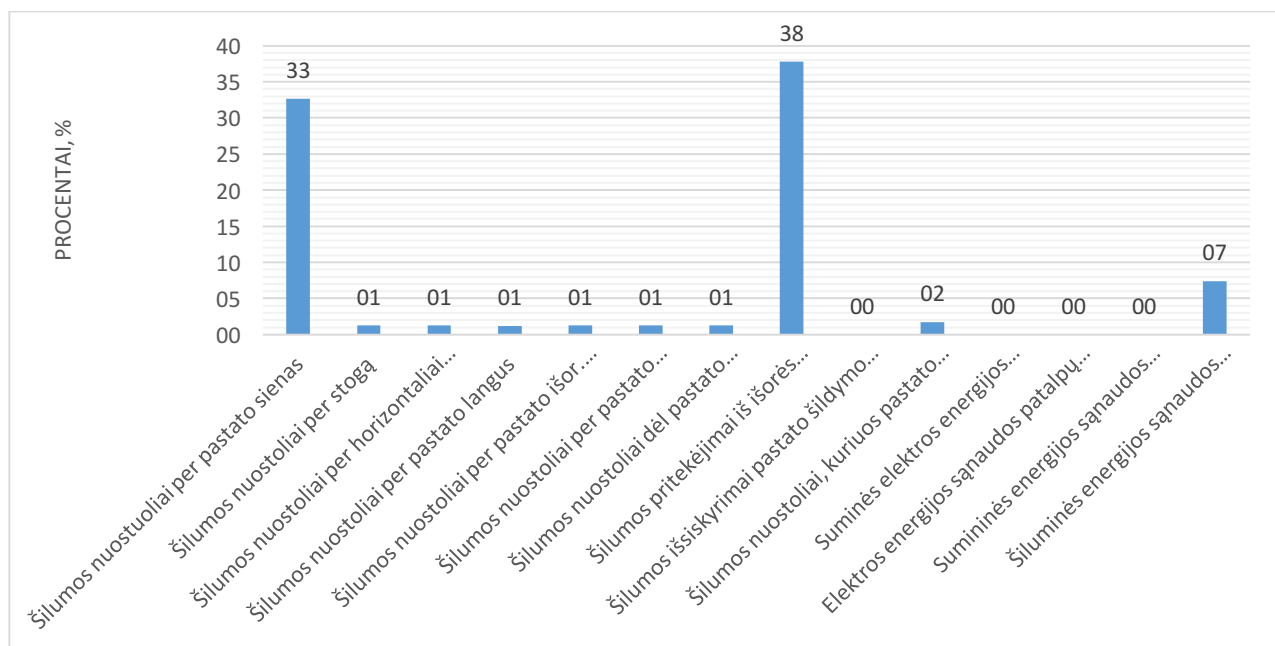
Čia:

n – tvirtinimo elementų skaičius ploto vienetu vnt./m^2 .

Visos pastato energinės sąnaudos gautos NRG3 programa išreikštos procentaliai 4 paveikslėlyje.



4 pav. pastato energinės sąnaudos



5 pav. pastato energinės sąnaudos

Iš paveikslėlyje pavaizduotos diagramos ryškiausia matosi, kad net 33 % išauga šilumos nuostoliai per pastato sienas lyginant sienas su taškiniais šiluminiais tilteliais ir be jų. Antroje vietoje šilumos pritekėjimai išorės pastato šildymo laikotarpiu, kurie yra net 38 %. Taip pat išauga 7 % šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti. Ir tik šilumos išsiskyrimai pastato šildymo laikotarpiu, suminės elektros sąnaudos pastate, suminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti lieka nepakitę, kadangi jų niekaip nepaveikia taškiniai šiluminiai tilteliai. Visi kiti rodikliai pasikeičia tik 1 %.

4. INŽINERINŲ SISTEMŲ DALIS

4.1. Bendrieji reikalavimai

Reglamentas STR 2.09.02:2005 “Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas” taikomas projektuojant ir įrengiant pastatų ir inžinerinių statinių patalpų šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo (šv ir ok) sistemas, išskyrus statybos įstatymo [5.1] 43¹ straipsnio 2 dalyje nurodytus pastatus, taip pat pastatus ir inžinerinius statinius, susijusius su radioaktyviųjų ir sprogstamųjų medžiagų vartojimu ir gamyba, technologines sistemas ir įrengimus. Pastato ir inžinerinio statinio rekonstravimo ar remonto atveju reglamento reikalavimai privalomi tik rekonstruojamoms ar remontuojamoms pastato dalims ar inžinerinio statinio patalpoms.

Pastate turi būti suprojektuotos ir įrengtos tokios mikroklimato bei oro kokybės parametrus palaikančios ir reguliuojančios šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos, kad normaliai eksploatuojant patalpas normaliomis lauko sąlygomis visose to pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją būtų galima palaikyti norminius mikroklimato bei oro kokybės parametrus. Šios sistemos, būdamos pastato dalimis, turi tenkinti Reglamente (ES) Nr. 305/2011 [5.57] nustatytus esminius statinių reikalavimus.

Projektinės patalpos mikroklimato ir oro kokybės sąlygos apsprendžiamos tokiais parametrais: oro, patalpos atitvarų ir jaučiamoji temperatūros; oro santykinė drėgmė; oro greitis ir teršalų koncentracija ore.

Mikroklimato ir oro kokybės parametrų palaikymo tikslumas nustatomas pagal aplinkos kokybės patalpoje kategoriją, kuri gali būti aukšta (A), vidutinė (B) arba pakankama (C) [5.30]. Šios kategorijos gali skirtis šiltuoju ir šaltuoju metų laiku.

Skaičiuojant šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemas, reikia įvertinti:

- pastato padėtį (orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu, ar apsaugotas nuo vėjų ir t. t.);
- pastato šilumines, orinio sandarumo, architektūrines ir konstrukcines ypatybes;
- šilumos, drėgmės, teršalų išsiskyrimą patalpoje nuo įrengimų, žmonių ir kt.;
- pastato konstrukcijų ir interjero medžiagas;
- klimatinės sąlygas, lauko oro kokybę [8].

4.2. Klimatinės sąlygos

Skaičiuojant vietovės išorės oro parametrai yra priimami pagal RSN 156-94 “Statybinė klimatologija” lent. 2,6 ir 4,6 duomenis.

Klimato duomenys Kauno miestui:

-lauko oro temperatūra šaltuoju laikotarpiu (parametrai B) $-22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$

-lauko oro temperatūra šiltuoju laikotarpiu (parametrai B) $+26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$

-šildymo sezono vidutinė lauko oro temperatūra $+0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$

-šildymo sezono trukmė 219 paros.

4.3. Šildymas

Projektuojant radiatorinę pastato šildymo sistemą buvo nustatyta pastato orientacija pasaulio šalių atžvilgiu. Pagrindinis pastato fasadas yra šiaurinėje pusėje. Atsarginis išėjimas suprojektuotas rytinėje pastato pusėje, o vakarinėje vartai į autoservisą ir išsikrovimo rampą. Pastatas yra apsaugotas nuo vėjo. Įvertinus užsakovo keliamus reikalavimus komfortui ir specifinius reikalavimus, buvo nuspręsta administracinėse, buitinėse ir pagalbinėse patalpose projektuoti radiatorinį šildymą. Užsakovo pasirinktas šildymo sistemos energijos tiekėjas yra AB “Kauno energija”. Atsižvelgiant į įrengimo ir naudojimo išlaidas, šildomų patalpų gaisrinės saugos ir higienos reikalavimus buvo pasirinkta dvivamzdė šakotinė radiatorinė sistema ir apatinio pajungimo radiatoriai. Patalpose kuriose bus montuojami radiatoriai aukštis neviršina 3 m.

Šildymo sistema suprojektuota pagal projekto architektūrinę dalį ir pastate vykdomą veiklą. Šilumnešis bus tiekiamas iš miesto tinklų. Šilumos punktas numatytas su dviem šilumokaičiais, kur vienas iš jų skirtas pastato šildymui. Šildymui skirtas šilumokaitis su kolektoriumi, kadangi pastatas bus šildomas ne vien tik radiatoriniu būdu. Radiatorinio šildymo sistemai bus tiekiamas $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ šilumnešis, o grįš $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūros. Vamzdžiai parenkami plieniniai.

Šilumos punktas bus įrengiamas iš plieninių vamzdžių, šilumos matavimo, reguliavimo ir uždarymo armatūros. Taip pat bus montuojami purvo gaudytuvai ant grįžtamo sistemos vamzdžio, dėl apsaugos armatūrai. Tam, kad būtų vykdoma šilumnešio cirkuliacija sistemoje bus montuojamas cirkuliacinis siurblys. Šilumos punkto aukščiausioje vietoje montuojami automatiniai nuorinimo ventiliai, o žemiausiose – vandens išleidimo ventiliai. Visi vamzdžiai patalpoje bus izoliuoti.

Tam, kad šilumnešis pasiektų norimą šildymo prietaisą patalpoje, projektuojami plieniniai vamzdžiai. Kurie izoliuoti akmens vatos kevalais padengtais aliuminio folija, šilumos punkte pakyla prie lubų. Stovuose montuojami balansiniai ventiliai ir uždaromoji armatūra. Tam, kad nebūtų matomi magistraliniai vamzdžiai, jie tiesiami virš pakabinamų lubų. Vamzdžiams kertant statybines konstrukcijas numatoma ant jų tose vietose montuoti metalines įvoves. Antrame aukšte jie tiesiami grindyse.

Kadangi šildymo prietaisai nebus statomi potencialiai sprogę aplinką turinčiose patalpose, todėl parinkti plieniniai, apatinio pajungimo radiatoriai, turintys H tipo jungtį. Juose yra sumontuoti termostatiniai ventiliai. Patalpose su vitrinomis parinkti konvektoriai, kurie montuojami grindyse.

Pastate yra suprojektuotas taip pat ir orinis šildymas. Juo bus šildomos dvi patalpos. Tai autoserviso dirbtuvių patalpa ir pardavimų salė. Autoservisui yra parinkti VOLCAN markės trys vandeniniai šildytuvai. Pardavimų salėje parinkti VOLCAN keturi šildytuvai. Kurie bus įjungiami su temperatūros davikliu. Įvykus kokiam nors orinio šildymo gedimui, ar sustojus vėdinimo įrenginiui jie salėje palaikys ne žemesnę, nei 5°C temperatūrą. Orinio šildymo šilumnešio atšaka prijungta prie to pačio kolektoriaus kaip ir radiatorinio. Kaip ir radiatorinio šildymo, magistraliniai vamzdžiai yra izoliuoti akmens vatos kevalais padengtais folija ir tiesiami virš pakabinamų lubų, tam kad būtų paslėpti.

4.4. Patalpų šilumos nuostolių skaičiavimas

Projektuojamo pastato patalpų oro temperatūra nustatoma pagal HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas“ Lentelė Nr.1, Nr.2. Šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal reglamentą STR 2.09.04:200 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“ pateiktus nurodymus.

Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai, H , W/K, nustatomi:

$$H = H_{en} + H_v; \quad (1)$$

čia: H_{en} – patalpos projektiniai atitvarų savitieji šilumos nuostoliai. Nustatomi pagal (2) formulę;
 H_v – projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai. Nustatomi pagal (9) formulę.

Patalpos atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{en} , W/K, nustatomi:

$$H_{en} = \Sigma H_{el} + \Sigma H_v + \Sigma H_g; \quad (2)$$

čia: ΣH_{el} – atitvarų, išskyrus besiribojančių su gruntu, savitųjų šilumos nuostolių suma. Atitinkamos atitvaros savitieji šilumos nuostoliai H_{el} skaičiuojami pagal (3) formulę;
 ΣH_v – projektiniai savitieji ilginių šiluminių tiltelių šilumos nuostoliai. Atitinkamo ilginio šiluminio tiltelio savitieji šilumos nuostoliai H_v skaičiuojami pagal (6) formulę;

ΣH_g – projektiniai savitieji atitvarų, besiribojančių su gruntu, šilumos nuostoliai. Atitinkamos atitvaros savitieji šilumos nuostoliai H_g nustatomi pagal Reglamento 10 priedo reikalavimus [9].

4.4.1. Patalpos atitvarų, išskyrus besiribojančių su gruntu, projektiniai savitieji šilumos nuostoliai

Patalpos atitvarų, išskyrus besiribojančių su gruntu, projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{el} , W/K, skaičiuojami:

$$H_{el} = U \cdot A \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_o + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (3)$$

čia: U – atitinkamos atitvaros arba atitvaros dalies projektinis šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K). Nustatomas pagal [4.9] 1 priede pateiktą metodiką arba [4.10] 2 priede pateiktą supaprastintą skaičiavimo būdą;

A – atitinkamos atitvaros arba atitvaros dalies su viena šilumos perdavimo koeficiento verte plotas, m². Nustatomas pagal Reglamento 1 priedo reikalavimus;

k_a – pataisa, kai patalpa ribojasi su kita projektinę temperatūrą turinčia patalpa:

$$k_a = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e}; \quad (4)$$

čia: θ_i – patalpos projektinė temperatūra, °C. Nustatoma pagal [4.7], [4.8].

θ_a – gretimos patalpos temperatūra, °C. Nustatoma pagal [4.7], [4.8] arba apskaičiuojama pagal Reglamento 2 priede pateiktą metodiką, esant projektinei išorės temperatūrai;

θ_e – išorės projektinė temperatūra, °C. Nustatoma pagal Reglamento 3 priedo reikalavimus;

b_u – pataisa, jeigu atitvara ribojasi su nešildomąja erdve (pvz., įstiklinti balkonai, pastogės).

Pataisa nustatoma vienu iš trijų būdų. Jei skaičiavime pagal (4) formulę naudojama nešildomosios erdvės temperatūros θ_a vertė, apskaičiuota pagal Reglamento 2 priede pateiktą metodiką, tai skaičiuojant pagal (3) formulę $b_u=1$. b_u vertė taip pat gali būti nustatyta iš Reglamento 4 priedo 4.1 lentelės arba apskaičiuota:

$$b_u = \frac{\Sigma(A_{ue} \cdot U_{ue}) + V \cdot c \cdot \rho \cdot n}{\Sigma(A_{ui} \cdot U_{ui}) + \Sigma(A_{ue} \cdot U_{ue}) + V \cdot c \cdot \rho \cdot n}; \quad (5)$$

čia:

A_{ue} – atitvaros tarp išorės ir nešildomosios patalpos plotas, m^2 . Nustatomas pagal Reglamento 1 priedo reikalavimus;

U_{ue} – atitvaros tarp išorės ir nešildomosios patalpos šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$. Nustatomas pagal [4.9] 1 priedo nurodymus;

V – nešildomos patalpos tūris, m^3 , nustatomas pagal [4.4] nurodymus;

n – oro apykaita nešildomoje patalpoje dėl infiltracijos (kartais/h), nustatoma pagal Reglamento 5 priedo 5.1 lentelę;

c – savitoji oro šiluma, $c \cong 0,279 \text{ Wh}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

ρ – patalpos oro tankis, $\rho \cong 1,2 \text{ kg}/m^3$; tada $c \cdot \rho \cong 0,34 \text{ Wh}/(m^3 \cdot \text{K})$;

Δk_0 – pataisa dėl atitvaros padėties pasaulio šalių atžvilgiu;

Δk_{ho} – pataisa dėl atitvaros padėties aukščio atžvilgiu;

Δk_w – pataisa dėl vėjo įtakos;

Δk_h – pataisa dėl šildymo prietaisų rūšies.

Pataisų Δk_0 , Δk_w , Δk_h vertės nurodytos Reglamento 4 priedo 4.2 lentelėje [9].

Atlikti skaičiavimai yra pateikti skaičiavimo suvestinėje, 1 priede.

4.4.2. Projektinių šilumos nuostolių per ilginius šilumos tiltelius skaičiavimas

Projektiniai savitieji šilumos nuostoliai turi būti skaičiuojami per šiuos patalpoje esančius ilginius šiluminius tiltelius:

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

Atitinkamo ilginio šilumos tiltelio projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_w , W/K , nustatomi pagal formulę:

$$H_w = \Psi \cdot l \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_o + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (6)$$

čia: Ψ – ilginio šilumos tiltelio šilumos perdavimo koeficientas, W/m·K. Jo vertė nustatoma iš [4.9]. Jei šiluminio tiltelio konstrukcija nežinoma, Ψ vertė nustatoma iš Reglamento 4 priedo 4.3 lentelės; l – ilginio šilumos tiltelio ilgis, m. Nustatomas pagal Reglamento 1 priedo reikalavimus; kiti dydžiai – žr. paaiškinimus prie (3) formulės.

Jei ilginis šiluminis tiltelis yra skiriančioje dvi patalpas atitvaroje, tada kiekvienai patalpai priskiriama pusė šilumos nuostolių per šį tiltelį [9].

Skaičiavimo suvestinė pateikiama 2 priede.

4.4.3. Patalpų projektinių vėdinimo šilumos nuostolių skaičiavimas

Patalpos projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai H_v , W/K, skaičiuojami:

$$H_v = \Sigma H_{ev} + \Sigma H_{in} + \Sigma H_{nv} + \Sigma H_{de}; \quad (9)$$

čia: H_{ev} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl priverstinės vėdinimo sistemos veikimo, nustatomi pagal (10) formulę, W/K;

H_{in} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos, nustatomi pagal (11) formulę, W/K;

H_{nv} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl natūralaus vėdinimo sistemos veikimo, nustatomi pagal (12) formulę, W/K;

H_{de} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių durų varstymo, nustatomi pagal (16) formulę, W/K.

Patalpos, kurioje įrengta priverstinė vėdinimo sistema, projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl vėdinimo H_{ev} , W/K, nustatomi:

$$H_{ev} = c \cdot \rho_i \cdot L_{ev} \cdot (1 - \eta_{hr}); \quad (10)$$

čia: c – savitoji oro šiluma, $c \cong 0,279$ Wh/(kg·K);

ρ_i – patalpos oro tankis, $\rho \cong 1,2$ kg/m³; tada $c \cdot \rho \cong 0,34$ Wh/(m³·K);

L_{ev} – projektinis tiekiamo į patalpą oro debitas, nustatomas pagal [4.6] reikalavimus, m³/h;

η_{hr} – šilumos gražos įrenginio naudingumo koeficientas.

Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos H_{in} , W/K, nustatomi:

$$H_{in} = c \cdot \rho_i \cdot L_{in}; \quad (11)$$

čia: c – savitoji oro šiluma, $c \approx 0,279$ Wh/(kg·K);

ρ_i – patalpos oro tankis, $\rho \approx 1,2$ kg/m³; arba $c \cdot \rho \approx 0,34$ Wh/(m³·K);

L_{in} – infiltruojamo oro debitas, (m³/h), nustatomas pagal formulę:

$$L_{in} = n_{in} \cdot A_p \cdot h \cdot \Delta k_c \cdot (1 + \Delta k_b) \cdot (1 + k_g); \quad (12)$$

čia: n_{in} – oro apykaita dėl infiltracijos, kartais/h, imama iš Reglamento 5 priedo 5.1 lentelės;

A_p – patalpos plotas, (m²);

h – patalpos aukštis, (m);

Δk_c – pataisa, įvertinanti infiltracijos padidėjimą kampinėse patalpose. Jei kampinėje patalpoje langai skirtingose sienose – $\Delta k_c = 1,2$, jei vienoje – $\Delta k_c = 1,1$, jei langų nėra – $\Delta k_c = 1,0$;

Δk_b – pataisa, įvertinanti vėdinimo sistemos rūšį (žr. Reglamento 5 priedo 5.2 lentelę);

k_g – pataisa, įvertinanti patalpos padėtį pastate, apskaičiuojama pagal formulę:

$$k_g = \left| \frac{N}{2} - N_i + 1 \right| \cdot 0,005 / \sqrt{N}; \quad (13)$$

čia: N – aukštų skaičius;

N_i – aukštas, kuriame yra patalpa.

Patalpos su natūralia vėdinimo sistema projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl vėdinimo H_{nv} , W/K, nustatomi:

$$H_{nv} = c \cdot \rho_i \cdot L_{nv}; \quad (14)$$

čia: dydžiai c , ρ_i tokie patys kaip ir (11) formulėje;

L_{nv} – išorės oro debitas dėl natūralaus vėdinimo, nustatomas pagal formulę, m³/h [4.6]:

$$L_{nv} = n_{nv} \cdot A_p \cdot h \cdot \Delta k_c \cdot (1 + \Delta k_b) \cdot (1 + k_g); \quad (15)$$

čia: $n_{nv} = n_{tv} - n_{in}$ – oro apykaita patalpoje (kartais/h) dėl vėdinimo, atmetus išorės oro infiltracijos dalį; n_{tv} – oro apykaita patalpoje (kartais/h) dėl natūralaus vėdinimo (gyvenamosios paskirties pastatams imama iš Reglamento 5 priedo 5.3 arba 5.4 lentelių, kitiems iš Reglamento 4 priedo 4.4 lentelės); n_{in} – oro apykaita dėl infiltracijos (kartais/h) pagal Reglamento 5 priedo 5.1 lentelę; kiti dydžiai tokie patys kaip (10) formulėje.

Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių įėjimo durų varstymo H_{de} , W/K, nustatomi:

$$H_{de} = 0,35 \cdot 1,5 \cdot \Delta k_c \cdot \frac{A_{pd}}{A_o} \cdot k_{d1} \cdot k_{d2} \cdot (1 + 0,2 \cdot h); \quad (16)$$

čia: A_{pd} – šildomas pastato dalies plotas, m^2 , kurios gyventojai arba darbuotojai vaikšto pro atitinkamas įėjimo duris;

A_o – norminis plotas vienam žmogui, m^2 , imamas iš Reglamento 4 priedo 4.4 lentelės;

k_{d1} – pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų varstymo dažnį atitinkamos paskirties pastatuose, imamas iš Reglamento 5 priedo 5.5 lentelės;

k_{d2} – pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų tipą. Koeficiento vertė nustatoma iš Reglamento 5 priedo 5.6 lentelės pagal pastato išorinių įėjimo durų tipą;

h – aukštis nuo patalpos grindų, kurioje yra įėjimo durys, iki aukščiausiai pastate esančių šildomų patalpų lubų aukščiausio taško.

Šie savitieji nuostoliai priskiriami patalpai, kurioje yra įrengtos atitinkamos įėjimo durys (holas, koridorius, laiptinė ar kt.).

Patalpos, kurioje įrengta priverstinė vėdinimo sistema su išorės oro pašildymu, skaičiuojant patalpai šildyti reikalingą projektinę šiluminę galią, turi būti įvertinti tik šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos pagal (11) formulę ir durų varstymo pagal (16) formulę. Jei patalpa vėdinama natūraliai, turi būti įvertinti visi vėdinimo šilumos nuostoliai pagal (9) formulę [9].

Skaičiavimo suvestinė pateikiama 3 priede.

4.4.4. Pastato nuolatinio šildymo sistemos galia

Patalpai šildyti reikalinga projektinė šiluminė galia P_h , W, turi būti skaičiuojama nevertinant šilumos pritekėjimų į patalpą:

$$P_h = (H - H_g) \cdot (\theta_i - \theta_e) + H_g \cdot (\theta_i - \bar{\theta}_e) + H_{ge} \cdot \hat{\theta}_e; \quad (17)$$

čia: H – projektiniai savitieji patalpos šilumos nuostoliai, W/K, apskaičiuoti pagal (1) formulę;

H_g – savitieji šilumos nuostoliai per atitvarą, besiribojančią su gruntu, W/K. Nustatomi pagal Reglamento 10 priedo nurodymus;

θ_i – projektinė vidaus temperatūra, °C [4.7, 4.8];

θ_e – projektinė išorės temperatūra, °C, nustatoma pagal Reglamento 3 priedo reikalavimus;

$\bar{\theta}_e$ – vidutinė metinė išorės temperatūra. Imama iš Reglamento 9 priedo, 9.2 lentelės.

H_{ge} – išoriniai savitieji šilumos nuostoliai per atitvarą, besiribojančią su gruntu, W/K. Nustatoma pagal Reglamento 10 priedo nurodymus;

$\hat{\theta}_e$ – pusė šalčiausio ir šilčiausio metų mėnesių vidutinių temperatūrų skirtumo, K. Vidutinės mėnesio išorės temperatūros pateiktos Reglamento 9 priede, 9.1 lentelėje [9].

Skaičiavimo suvestinė pateikiama 4 priede.

4.4.5. Lyginamieji patalpų šilumos nuostoliai

$$\Phi_{lyg} = \sum P_h / \sum A_{gr}; \quad (18)$$

čia: Φ_{lyg} - lyginamieji patalpų šilumos nuostoliai W/ m²;

P_h - suminiai patalpų šilumos nuostoliai, W;

$\sum A_{gr}$ - suminis patalpų grindų plotas, m²;

Skaičiavimo suvestinė pateikiama 5 priede.

4.4.6. Šildymo prietaisų parinkimas

Šildymo prietaisai parenkami pagal atitinkamos patalpos šilumos nuostolius, apskaičiuavus jų galią pagal 18 formulę:

$$P_{sp} = P_h \cdot f \cdot \beta \quad (19)$$

čia: P_h – patalpos šilumos nuostoliai, W;

f – perskaičiavimo koeficientas, įvertinantis šildymo prietaiso uždengimo įvairiomis grotelėmis, laipsnį;

β – koeficientas, įvertinantis patalpos temperatūros neatitikimą temperatūrai, prie kurios yra pateiktos šildymo prietaiso charakteristikos;

P_{sp} – šildymo prietaiso galia, W;

N – šildymo prietaisų skaičius.

Šildymo prietaisų parinkimas pateiktas 6 priede.

4.4.7. Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Hidraulinis skaičiavimas atliekamas tam, kad būtų galima parinkti tinkamus šildymo sistemai vamzdžio diametrus.

Atliekant hidraulinius skaičiavimus pasirenkamas toliausiai nutolęs sistemos taškas nuo šilumokaičio ir atgal. Pasirinktas žiedas suskirstomas į atskirus ruožus. Sekančiame etape skaičiuojami atskirų ruožų slėgio nuostoliai. Tam, kad būtų suskaičiuoti visi pasirinkto žiedo slėgio nuostoliai yra sumuojami atskirų ruožų slėgio nuostoliai.

Hidraulinis skaičiavimas pradedamas nuo kiekvieno ruožo pratekančio vandens debito skaičiavimo. Šilumnešio masės srautas G , kg/h apskaičiuojamas:

$$G = \frac{0,86 \cdot P_r}{(t_t - t_g)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2; \quad (20)$$

čia: P_r – apkrova, W;

t_t – tiekiamo šilumnešio temperatūra, °C;

t_g – gražinamo šilumnešio temperatūra, °C;

β_1 – koeficientas įvertinantis, kad šildymo prietaisai visuomet parenkami šiek tiek didesni už šilumos nuostolius. Priimame, kad $\beta_1 = 1,05$;

β_2 – koeficientas įvertinantis šilumos nuostolių padidėjimą per atitvarą už šildymo prietaiso. Priimame, kad $\beta_2 = 1,04$.

Pagal pratekančio vandens debitą kiekvienam ruožui parenkami vamzdžių skersmenys. Pagrindiniai parinkimo kriterijai – leistinas vandens tekėjimo greitis v ir leistini slėgio nuostoliai.

Vamzdžio skersmuo, trinties nuostoliai, tėkmės greitis parenkami iš atitinkamo gamintojo pateikiamų slėgio nuostolių kreivių.

Bendri slėgio nuostoliai ruože yra lygūs slėgio nuostoliams dėl trinties ir vietinių kliūčių vamzdyje, Pa :

$$\Delta p_v = Rl \cdot Z; \quad (21)$$

čia: Rl – trinties nuostoliai vamzdyje, Pa/m ;

Z – vietiniai nuostoliai, Pa .

Vietiniai nuostoliai apskaičiuojami, Pa :

$$Z = \sum \xi \frac{v^2}{2} \times \rho; \quad (22)$$

čia: ξ - vietinės kliūties koeficientas;

v - vandens tekėjimo greitis, m/s ;

ρ - vandens tankis, kg/m^3 .

Hidraulinis šildymo sistemos skaičiavimas pateiktas 7 priede.

4.4.8. Šilumos punkto įrangos parinkimas

Šilumokaitis

Pastato šilumos poreikiui tenkinti projektuojamas šilumos punktas su dviem šilumokaičiais, kurie tieks šilumą šildymo ir vėdinimo sistemoms. Šilumokaitis parenkamas 15 ÷ 30% didesnės galios negu paskaičiuota šilumos tiekimo sistemos galia P kW:

Šildymo sistemai: $P_{\text{ss}}=1,25 \cdot 164,4= 205,5$ kW;

Vėdinimo sistemai: $P_{\text{vs}}=1,25 \cdot 27,3 = 34,1$ kW

Pagal apskaičiuotus duomenis šildymo sistemai parenkamas šilumokaitis B3-32A-40 kurio maksimali galia yra 230 kW ir 40 plokštelių. O vėdinimo sistemai parenkamas B3-12A-20-2.0 turintis 20 plokštelių ir 44 kW galios.

Cirkuliacinis siurblys

Cirkuliacinis siurblys parenkamas pagal nepatogiausio žiedo vamzdžių šiuurštumo ir vietinių kliūčių sumą. Atlikus skaičiavimus gauta, jog šie nuostoliai šildymo sistemai yra 23,7 kPa, o srauto masė 7717,50 kg/h. Pagal tai parinktas cirkuliacinis siurblys šildymo sistemai yra Grundfos Magna3 32-80F. Vėdinimo sistemos srauto masė yra 1283,02 kg/h, o slėgio nuostoliai – 4,5 kPa. Parinktas Grundfos Magna3 32-60F cirkuliacinis siurblys.

Išsiplėtimo indas

Išsiplėtimo indas parenkamas pagal šildymo sistemos tūrį, minimalų ir maksimalų leistiną sistemos slėgį. Šildymo sistemos tūris apskaičiuojamas įvertinant, jog 1 kW šildymo sistemos galios yra 10 l tūrio:

$$V_{\text{sistemos}} = c \cdot P, \text{ l} \quad (23)$$

Čia: c - vandens tūris 1 kW šildymo sistemos galingumui (rekomenduojama vertė 10÷20l/kW);

P -projektinė šildymo sistemos galia, kW.

Šildymo sistemos:

$$V_{\text{sistemos1}} = 10 \cdot 73 = 730, \text{ l.}$$

Vėdinimo sistemos:

$$V_{\text{sistemos1}} = 10 \cdot 1,1 = 11, \text{ l.}$$

Pagal apskaičiuotus sistemų galios duomenis apskaičiuojamas reikiamas išsiplėtimo indo tūris:

$$V_{\text{indo}} = 0,045 \cdot V_{\text{sistemos}}, \text{ l;} \quad (24)$$

Šildymo sistemos:

$$V_{\text{indo}} = 0,045 \cdot 730 = 32,85 \text{ l;};$$

Vėdinimo sistemos:

$$V_{\text{indo}} = 0,045 \cdot 11 = 0,495 \text{ l;};$$

Atlikus visus skaičiavimus parenkamas membraninis išsiplėtimo indas REFLEX NG 35 l šildymo sistemai ir REFLEX NG 8 l taip pat membraninis vėdinimo sistemai.

4.5. Vėdinimas

Pastate suprojektuotos šešios oro šalinimo ir keturios oro tiekimo sistemos. Visos vėdinimo sistemos suprojektuotos taip, kad per jas, kokio nors incidento atveju negalėtų skliti ugnis į kitas patalpas. Ortakiai yra apvalūs ir iš cinkuotos skardos, A klasės sandarumo. Sistemos yra E_x išpildymo. I3/T3 sistemos vėdinimo įrenginys yra su plokšteliniu šilumokaičiu, tam, kad būtų išvengta oro maišymosi. Likę vėdinimo įrenginiai su rotaciniais šilumokaičiais. Tam, kad sumažinti triukšmą numatyti visoms sistemoms triukšmo slopintuvai, o, kad išvengti vibracijos - kiekvienai vėdinimo kamerai vibraciniai padai. Ortakiai prie ventiliatorių jungiami laksčiomis jungtimis. Kad išvengti kondensacijos ortakiai yra izolijuojami mineraline vata padengta aliuminio folija ant viršaus. Oro paėmimas ir išleidimas projektuojamas taip, kad būtų išvengta kritulių patekimo į ortakius, bei paukščių. Laikomasi reikalaujamo atstumo tarp jų. Oro paėmimo grotelės parinktos tokios, kad per jas oro greitis neviršytų 3 m/s.

Projektuojamame pastate yra viena patalpa C_g kategorijos – autoserviso dirbtuvės. Todėl joje oras šalinamas 50% iš patalpos viršutinės dalies ir 50% iš patalpos apatinės dalies. Oro užterštumo kategorija EHA 4 todėl jis nėra recirkuliuojamas ir išmetamas tiesiai aukštyn be stogelio.

4.5.1. Oro kiekių skaičiavimas

Reikalingi oro kiekiai patalpoms vėdinti yra prarinkti pagal STR 2.09.02:2005 “Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ „1“ priedo reikalavimus.

Skaičiavimo suvestinė pateikiama 8 priede.

4.5.2. Projektiniai sprendiniai

Projektuojamo pastato antro aukšto 4 ir pirmo aukšto 12, 11 patalpoms parinktas vėdinimo įrenginys yra REGO 2000 PE. Tai yra prie lubų montuojamas su rotaciniu šilumokaičiu oro vėdinimo įrenginys, elektriniu oro šildytuvu. Šildytuvo galia yra 7,5 kW. Įrenginio temperatūrinis naudingumo koeficientas yra iki 83%. Valdomas patalpos šilumos daviklius. Taupant energiją, ne darbo metu rekuperacija nevyks. Patalpoje 4 parinkti tiekiamam orui difuzoriai LCE 250, šalinamam LCE 200. Pirmame aukšte 12 patalpoje LCE 100, tiek šalinamui orui, tiek tiekiamam. 11 patalpoje LCE 125.

Difuzoriai neviršija leistino triukšmo lygio, prie vėdinimo kameros sumontuotas triukšmo slopintuvas.

Oro ėmimo ortakis izoliuotas. Reikiamas lauko grotų plotas apskaičiuojamas:

$$F_{gr}=(L_{tiek}/3600 \cdot v) \cdot 2 \quad (m^2)$$

$$F_{gr}=(1885/3600 \cdot 3) \cdot 2=0,4 \quad (m^2)$$

Pagal apskaičiuotą plotą parenkamos grotelės LG-500x400

I2/T2 sistema yra skirta prekybos salei ir vestibuliui. Ši vėdinimo sistema yra rekuperacinė. Taupant energija rekuperacija ne darbo valandomis nevyks, tik recirkuliacija. Vėdinimo įrenginys yra parinktas VERSO 50HP su rotaciniu šilumokaičiu, vandeniniu oro šildytuvu. Įrenginio temperatūrinis naudingumo koeficientas yra iki 78%. Filtras parinktas F5 klasės. Oro tiekimui ir šalinimui parinktos grotelės 625x125 mm. Šalinamo oro kategorija EHA1. Sistemos triukšmui mažinti įrengiami triukšmo slopintuvai. Oro ėmimo ortakis yra izoliuotas. Šalinimas oro vyksta ant stogo. Ši sistema taip pat ir šildys patalpas. Tam yra oras pašildomas vandenine oro šildymo sekcija. Reikalinga galia skaičiuojama:

$$P=0,34 \cdot L \cdot \Delta t \cdot (1-n); \quad (25)$$

čia: L – projektinis tiekiamo į patalpą oro debitas, (m³/h);

η_{hr} – šilumos grąžos įrenginio naudingumo koeficientas;

t_{iek} - tiekiamo oro temperatūra (°C);

$t_{iš}$ - išorės oro temperatūra (°C);

$$P=0,34 \cdot 8559 \cdot 38 \cdot (1-0,85)=16587,34 \text{ W};$$

Pagal paskaičiuotą šviežio lauko oro normą parenkamos lauko oro grotelės. Reikiamas lauko grotų plotas apskaičiuojamas:

$$F_{gr}=(L_{tiek}/3600 \cdot v) \cdot 2 \quad (m^2)$$

$$F_{gr}=(8559/3600 \cdot 3) \cdot 2=1,6 \quad (m^2)$$

Pagal apskaičiuotą plotą parenkamos grotelės LG-1200x1400

I3/T3 sistema yra suprojektuota administracinėms ir likusioms pirmo, bei antro aukštų pagalbinėms patalpoms. Jos vėdinimo įrenginys su plokšteliniu šilumokaičiu, tam kad nesusimaišytų šalinamas, bei tiekiamas oras. Oro šildytuvas vandeninis. Oro filtro klasė M5. Vėdinimo įrenginys yra parinktas RECU 4000HW. Valdymo pultas KOMFOVENT C3/C3,1. Įrenginio temperatūrinis naudingumo koeficientas yra iki 59%. Sistemos triukšmui mažinti įrengiami triukšmo slopintuvai. Difuzoriai parinkti LCA tipo. Oro ėmimo ortakis yra izoliuotas. Šalinimas oro vyksta ant stogo, taip pat ir ėmimas, laikantis būtino atstumo. Reikalinga oro šildymui sekcijos galia paskaičiuojama:

$$P=0,34 \cdot L \cdot \Delta t \cdot (1-n);$$

čia: L – projektinis tiekiamo į patalpą oro debitas, (m³/h);

η_{hr} – šilumos grąžos įrenginio naudingumo koeficientas;

t_{iek} - tiekiamo oro temperatūra (°C);

$t_{iš}$ - išorės oro temperatūra (°C);

$$P=0,34 \cdot 3110 \cdot 38 \cdot (1-0,85)=6027,18 \text{ W};$$

Reikiamas lauko grotų plotas apskaičiuojamas:

$$F_{gr}=(L_{tiek}/3600 \cdot v) \cdot 2 \quad (\text{m}^2)$$

$$F_{gr}=(3110/3600 \cdot 3) \cdot 2=0,6 \text{ (m}^2)$$

Parenkamos grotelės LG-800x800

I4 sistema yra oro šalinimo sistema suprojektuota Cg kategorijos patalpoje. Kurioje išsiskiria CO dujos. Sistemoje vyksta oro šalinimas kanaliniu ventiliatoriumi, 50% iš viršutinės patalpos dalies ir 50% iš apatinės. Parinktas ventiliatorius EL 315 E2, naudojamas su transformatoriumi penkių pakopų greičio reguliatoriu RV-0,6B. Ventiliatoriaus kontrolė vyks CO dujų daviklio pagalba. Apatinėje

patalpos dalyje šalinimas vyksta per tinklelį, o viršutinėje per groteles. Šalinamo oro kategorija EHA 2 ir jis šalinamas ant stogo. Reikiamas lauko grotų plotas apskaičiuojamas:

$$F_{gr} = (L_{tiek} / 3600 \cdot v) \cdot 2 \quad (m^2)$$

$$F_{gr} = (3110 / 3600 \cdot 3) \cdot 2 = 0,6 \quad (m^2)$$

Parenkamos grotelės LG-800x800

I5 ir I6 sistemos yra šalinamo oro iš dušų ir tualetų. Jose montuojamas taip pat kanalinis ventiliatorius, triukšmo slopintuvas. Ventiliatoriaus kontrolė vyksta kartu su patalpų šviesa. Abėjoms sistemoms naudojami difuzoriai KPF-125. Parinkti ventiliatoriai yra RS 160L, naudojami su transformatoriniais penkių pakopų greičio reguliatoriais RV-0,6B. Ventiliatoriaus galia yra 94 W.

Reikiamas lauko grotų plotas I5 apskaičiuojamas:

$$F_{gr} = (L_{tiek} / 3600 \cdot v) \cdot 2 \quad (m^2)$$

$$F_{gr} = (536 / 3600 \cdot 3) \cdot 2 = 0,3 \quad (m^2)$$

Parenkamos stogelis maunamas ant ortakio su tinkleliu AHIP-300.

Reikiamas lauko grotų plotas I6 apskaičiuojamas:

$$F_{gr} = (L_{tiek} / 3600 \cdot v) \cdot 2 \quad (m^2)$$

$$F_{gr} = (216 / 3600 \cdot 3) \cdot 2 = 0,1 \quad (m^2)$$

Parenkamos stogelis maunamas ant ortakio su tinkleliu AHIP-125.

T4 sistema suprojektuota oro tiekimo sistema skirta autoserviso patalpoms tiekti orą. Parinktas oro tiekimo įrenginys KOMPAKT OTK 3000, su vandeniniu oro šildytuvu, kurio galia 51,4 W. Ortakiai apvalūs, oro padavimo grotelės 525x125. Oro ėmimo iš lauko ortakis yra izoliuotas. Oro filtro klasė M5. Triukšmo slopinimui yra suprojektuotas triukšmo slopintuvas. Reikalinga oro šildymui sekcijos galia paskaičiuojama:

$$P=0,34 \cdot L \cdot \Delta t \cdot (1-n);$$

čia: L – projektinis tiekiamo į patalpą oro debitas, (m³/h);

η_{hr} – šilumos grąžos įrenginio naudingumo koeficientas;

t_{iek} - tiekiamo oro temperatūra (°C);

$t_{iš}$ - išorės oro temperatūra (°C);

$$P=0,34 \cdot 2430 \cdot 38 \cdot (1-0,85)=4709,34 \text{ W};$$

4.5.3. Vėdinimo sistemos aerodinaminis skaičiavimas

Aerodinaminis skaičiavimas pradedamas pasirenkant toliausiai nuo vėdinimo įrenginio nutolusį tašką. Skaičiavimas atliktas visoms šalinimo ir oro tiekimo sistemoms. Pagal tai, koks oro kiekis reikalingas ir rekomenduojamas jo greitis, trinties nuostolius, yra parinkti ortakiai ir jų diametrai. Visi minėti dydžiai randami monogramose, kurias pateikia gamintojas. Vietinių kliūčių, Z, slėgio nuostoliai apskaičiuojami:

$$Z = \sum \xi \frac{v^2 \cdot \rho}{2}; \quad (26)$$

čia: ρ – oro tankis, 1,2 kg/m³, kai temperatūra $t = 20$ °C;

$\Sigma \xi$ – vietinių kliūčių koeficientų suma;

v – oro tekėjimo greitis, m/s.

Dinaminis slėgis apskaičiuojamas:

$$p_{din} = \frac{v^2 \cdot \rho}{2}; \quad (27)$$

čia: ρ – oro tankis, 1,2 kg/m³, kai temperatūra $t = 20$ °C;

v – oro tekėjimo greitis, m/s.

Bendrieji slėgio nuostoliai vėdinimo kanale:

$$\Delta p = R \cdot l + Z \quad (28)$$

čia: l – vėdinimo kanalo ilgis, m;

R – trinties nuostoliai į tiesinį metrą, Pa/m.

Skaičiavimo suvestinė pateikiama 9 priede.

4.5.4. Dūmų šalinimas

Projektuojamas pastatas yra prekybos paskirties. Kuriame yra C_g kategorijos patalpa ir jos plotas yra didesnis negu 50 m^2 , todėl šiai patalpai reikia įrengti DŠVS. Prekybos paskirties salėje numatomas žmonių skaičius gali viršyti 50 ir jos plotas viršina 50 kv.m . Likusios patalpos neviršija keliamų reikalavimų, kuriuos viršijus reikia įrengti DŠVS. Patalpoje numatoma natūrali ištraukiamoji dūmų šalinimo ventiliacija, kadangi patalpa neviršina leistinų 1600 m^2 .

Autoserviso patalpai yra privaloma įrengti gaisro aptikimo ir signalizavimo sistemas, paslaugų paskirties patalpa, plotas viršija 200 m^2 , priklauso C_g kategorijai. Rekomenduojama įrengti A tipo GAS tipo sistemą, kurios atitiktis vertinama pagal galiojančius LST EN 54 serijos standartus (Gaisro aptikimo ir gaisrinės signalizacijos sistemos). Numatoma natūrali ištraukiamoji dūmų šalinimo ventiliacija.

Pardavimų salės patalpoje taip pat įrengta gaisro aptikimo ir signalizavimo sistema, kadangi plotas viršija 200 m^2 . Taip pat yra natūrali ištraukiamoji dūmų šalinimo ventiliacija, kadangi patalpa neviršina leistinų 1600 m^2 .

Autoserviso patalpai angų plotas dūmams šalinti yra $8,29 \text{ m}^2$, o orui pritekėti $38,01 \text{ m}^2$. Pagal apskaičiuotą plotą numatoma įrengti 3 stoglangius su automatiniu ir rankiniu valdymu, kurių matmenys 2000×1500 . Orui kompensuoti bus pakeliami vartai. Stoglangiams ir garažo vartams turi būti užtikrintas 1 kategorijos elektros tiekimas.

DŠVS projektavimas atliekamas pagal „Dūmų ir šilumos valdymo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklių“ reikalavimus.

Dūmų rezervuare reikalingas aerodinaminis laisvasis plotas A_a , išreikštas procentais nuo patalpos ploto, apskaičiuojamas pagal „Dūmų ir šilumos valdymo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės“ 3 lentelės duomenis įvertinus:

- gaisro plitimo trukmę t (min);
- patalpos gaisro apkrovos tankį (MJ/m^2);
- patalpos aukštį h (m);
- neuždūmijamą aukštį (m);
- patalpos plotą arba dūmų zonos plotą (kv. m).

$$t(\text{min}) = t_{\text{aptikimo}} + t_{\text{reagavimo}} \quad (29)$$

$$t=0 + 10=10 \text{ min,}$$

čia: t_{aptikimo} – laikas nuo gaisro kilimo iki jo nustatymo, kai jį nustato žmogus, gaisro aptikimo ir signalizavimo sistemos arba stacionariosios gaisrų gesinimo sistemos (min.);

$t_{\text{reagavimo}}$ – laikas, reikalingas pranešimui priimti, priešgaisrinės gelbėjimo tarnybos pajėgoms išsiųsti, kelionei, išsidėstymui, iki momento, kai gaisras tampa kontroliuojamas (min.) [10].

- Gaisro apkrovos tankis – $660 \text{ MJ}/\text{m}^2$, apkrovos kategorija 2.
- Patalpos aukštis – 7,7 m
- Neuždūmijamas aukštis – 2,5 m.
- Patalpos plotas 1155 m^2 .

Iš „Dūmų ir šilumos valdymo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklių“ 3 priedo, 3 lentelės parinktas laisvasis aerodinaminis plotas A_a . Renkamas pagal patalpos aukštį, dūmų sluoksnio storį ir projektavimo kategoriją, kuri nustatoma pagal gaisro apkrovos kategoriją ir gaisro plitimo trukmę:

$$A_a=1,2\%$$

Reikalingasis aerodinaminis plotas A_a , nustatomas pagal “DŠVS projektavimo ir įrengimo taisyklių” 3 priedo, 6,2 punkto reikalavimus.

$$A_a=2 \cdot 1155 \cdot 0,012=27,72 \text{ m}^2$$

Dūmų ir šilumos šalinimo angos įtaiso geometrinis plotas (A_g) gali būti apskaičiuojamas pagal “DŠVS projektavimo ir įrengimo taisyklių” 3 priedo, 7 punkte formulę.

$$A_g=A_a/C_v=27,72/0,65=42,65 \text{ m}^2$$

čia: A_a – aerodinaminis laisvasis plotas (kv. m);

C_v – srauto koeficientas imamas iš “DŠVS projektavimo ir įrengimo taisyklių” 3 priedo, 4 lentelės.

$$A_p = 19,14 / 0,65 = 29,4 \text{ m}^2.$$

Orui pritekėti skirtų angų plotas apskaičiuojamas pagal “DŠVS projektavimo ir įrengimo taisyklių” 3 priedo, 5 lentelę. Šis plotas turi būti ne mažesnis už reikalingą aerodinaminį laisvąjį plotą [10].

$$45 \cdot 0,7 = 31,5 \text{ m}^2$$

čia: 45 – patalpoje esančių langų plotas m^2 ;

0,7- koeficientas.

Taip pat apskaičiuojama autoserviso patalpai ištraukiamoji dūmų ventiliacija.

$$A_a = 2 \cdot 345,4 \cdot 0,012 = 8,29 \text{ m}^2$$

$$A_g = A_a / C_v = 8,29 / 0,65 = 12,75 \text{ m}^2$$

Ir orui pritekėti skirtos angos.

$$54,3 \cdot 0,7 = 38,01 \text{ m}^2$$

5. EKONOMINĖ DALIS

Ekonominėje dalyje yra pateikta projektuojamo pastato inžinerinių sistemų kaina, pateikta išlaidų analizė. Tam buvo sudaryta pastato inžinerinių sistemų sąmata. Apskaičiuojant inžinerinių sistemų kainą pradžioje buvo sudaryti darbų kiekių žiniaraščiai.

Apskaičiuojant inžinerinių sistemų skaičiuojamąją kainą, buvo paruošti atskirų sąmatų paketai. Sudarinėjant šį paketą buvo paruošti šie dokumentai:

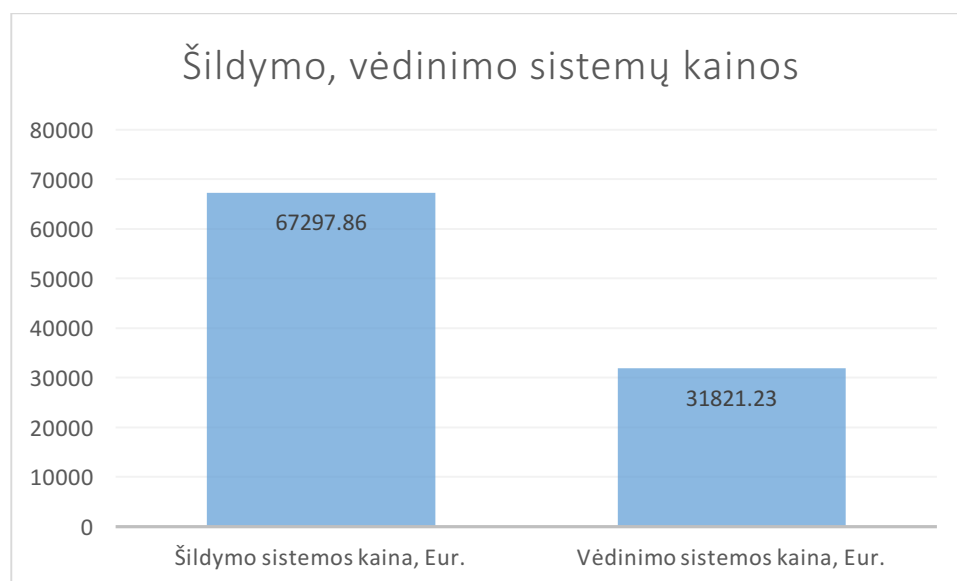
- lokalinės sąmatos;
- darbo sąnaudų poreikio žiniaraštis;
- mechanizmų poreikio žiniaraštis;
- medžiagų poreikio žiniaraštis.

Šildymo ir vėdinimo sistemų įrengimo kainų suvestinė yra pateikiama 3 lentelėje:

Lentelė nr. 3

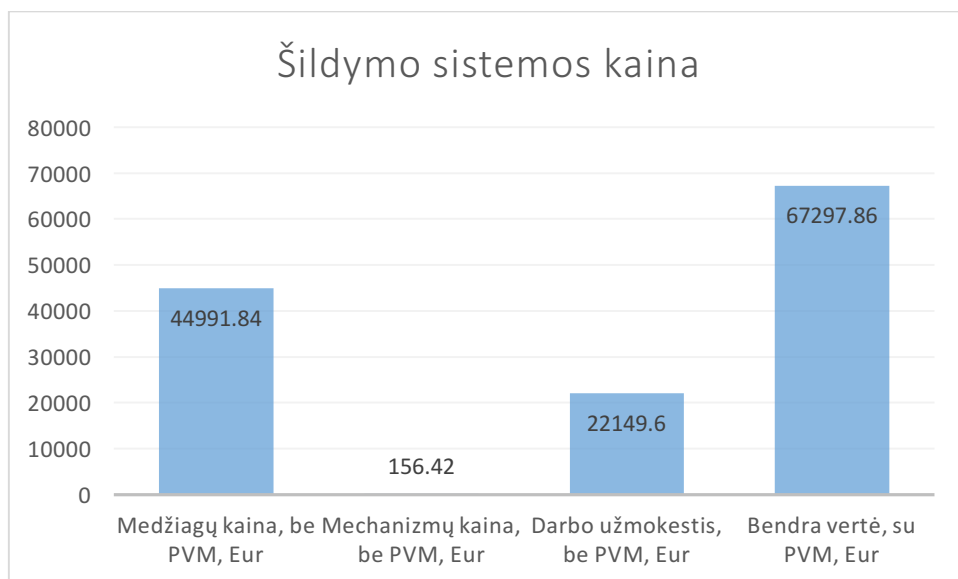
	Medžiagų kaina, be PVM, Eur.	Mechanizmų kaina, be PVM, Eur.	Darbo užmokestis, be PVM, Eur.	Bendra vertė, su PVM, Eur.
Šildymo sistema	44991,84	156,42	22149,60	67297,86
Vėdinimo sistema	25901,39	86,62	5833,22	31821,23
Iš viso:	70893,23	243,04	27982,82	99119,09

Pagal šildymo ir vėdinimo sistemų įrengimo lentelės duomenis yra sudarytas ir pateiktas 6 paveikslėlis. Jame pateiktas kainų skirtumas bendros vertės:



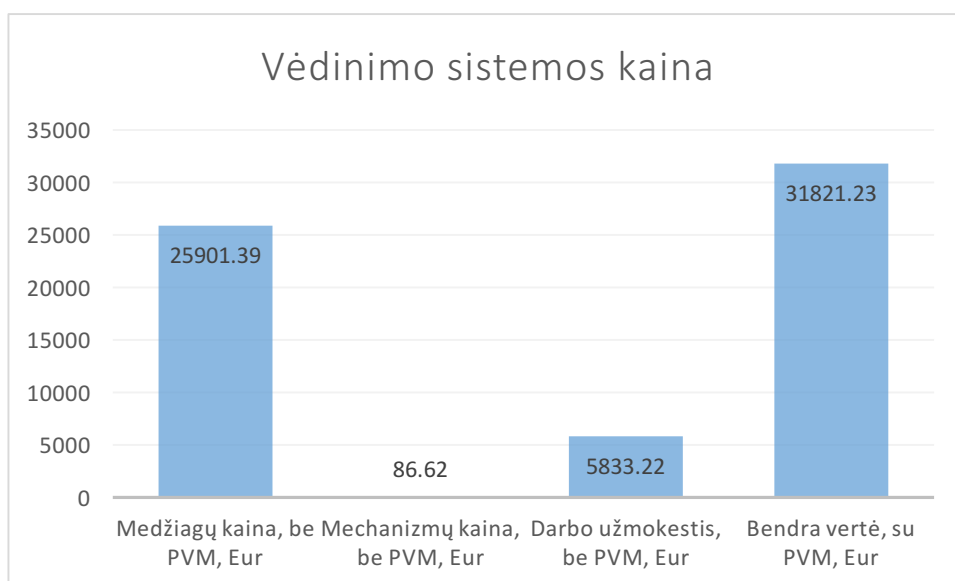
6 pav. šildymo, vėdinimo sistemų kainos

Bendra šildymo kaina sudaryta iš medžiagų kainos, mechanizmų kainos ir darbo užmokesčio. Gautas rezultatas pavaizduotas 7 paveikslėlyje:



7 pav. šildymo, vėdinimo sistemų kainos

Bendra vėdinimo kaina sudaryta iš medžiagų kainos, mechanizmų kainos ir darbo užmokesčio. Gautas rezultatas pavaizduotas 8 paveikslėlyje:

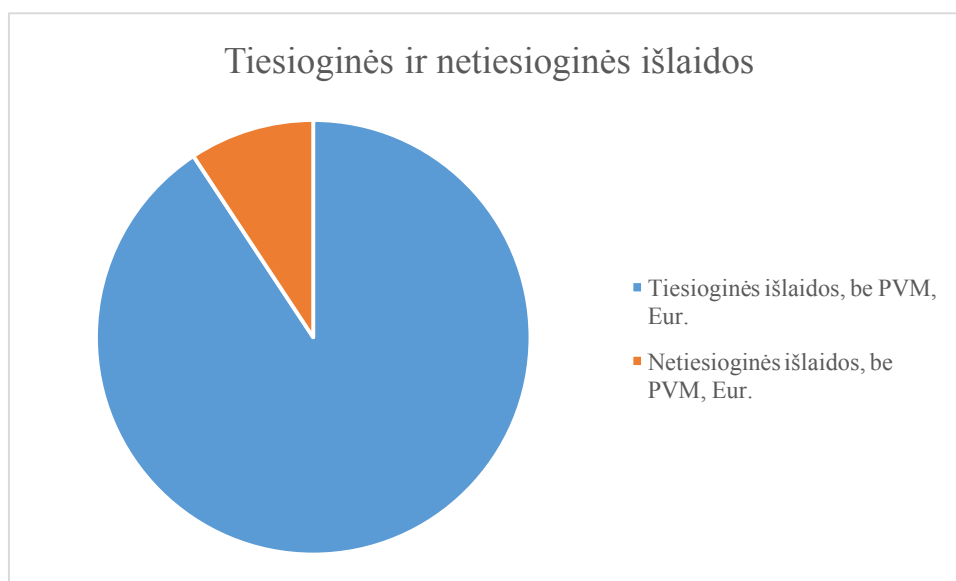


8 pav. šildymo, vėdinimo sistemų kainos

Stybos ir montavimo darbų vertę sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos. Tiesioginės – tai išlaidos statinio statybos darbams ir statybietės išlaidos. O netiesioginės – pridėtinės išlaidos, pelnas ir rizika. Tiesioginės ir netiesioginės išlaidos pateikiamos 6 lentelėje, o grafinis palyginimas - 16 pav.

6 lentelė. Tiesioginės ir netiesioginės išlaidos

Tiesioginės išlaidos, be PVM, Eur.	120956,85
Netiesioginės išlaidos, be PVM, Eur.	12399,91
Iš viso:	133356,76



9 pav. tiesioginės ir netiesioginės išlaidos

Parengta sąmata ir medžiagų žiniaraščiai pateikiami 9-10 prieduose.

Inžinerinių sistemų sąmata sudaryta naudojantis kompiuterine programa Prosana 5G. Gauta sąmata pateikta 10 priede.

6. DARBO SAUGA

6.1. Bendrieji reikalavimai

Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje nustato būtinus darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus atliekant statybos darbus, nurodytus Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatų 1 priede.

Darbdaviai, vykdydami statybos darbus ir rengdami įmonės norminius dokumentus, turi vadovautis Darboviečių įrengimo statybvietėse nuostatais, Darbo įrenginių naudojimo bendraisiais nuostatais, Darbuotojų aprūpinimo asmeninėmis apsauginėmis priemonėmis nuostatais, Saugos ir sveikatos apsaugos ženklų naudojimo nuostatais, šiomis Taisyklėmis ir kitais galiojančiais darbuotojų saugos ir sveikatos teisės aktais, techniniais reglamentais, standartais, metodiniais nurodymais.

Taisyklės neapriboja darbdavių teisės priimti ir taikyti griežtesnius reikalavimus, garantuojančius geresnę bei efektyvesnę darbuotojų saugą ir sveikatą [11].

6.2. Bendrieji darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimai

Prieš statybos darbų pradžią veikiančios įmonės teritorijoje statybos rangovas(-ai) ir įmonės vadovas privalo įforminti aktą - leidimą (1 priedas), kuriame turi būti numatytos priemonės, užtikrinančios darbų saugą.

Prieš statybos darbų pradžią ir darbų eigoje statybvietėje turi būti nustatytos (nustatomos) pavojingos zonos, kuriose nuolat veikia arba gali veikti (atsirasti) rizikos veiksniai.

Darbų vykdymui pavojingose zonose, kuriose nuolat veikia ar gali veikti (atsirasti) rizikos veiksniai, nepriklausantys nuo atliekamų darbų pobūdžio, turi būti išduota paskyra-leidimas (3 priedas).

Įmonėje, atsižvelgiant į veiklos profilį ir remiantis šių Taisyklių 4 priedu, turi būti sudarytas darbo vietų ir darbų, atliekamų tik pagal paskyrą-leidimą, sąrašas. Sąrašą tvirtina darbdavys.

Paskyrą - leidimą darbų vadovui išduoda darbdavio paskirtas asmuo. Jis privalo kontroliuoti, kad būtų įgyvendintos paskyroje - leidime nurodytos darbuotojų saugos ir sveikatos priemonės.

Darbų vadovas privalo supažindinti darbuotojus su būtinomis saugos ir sveikatos priemonėmis ir instruktavimą įforminti paskyroje - leidime.

Darbų vadovas privalo nedelsiant nutraukti darbus, jei gamtinės sąlygos (pūga, vėjas, uraganas, perkūnija, sniegas ir kt.) kelia pavojų darbuotojų saugai ir sveikatai.

Nuolatinės ar laikinos darbuotojų buvimo vietos (gamybinės buities patalpos, poilsio vietos, žmonių praėjimai) turi būti už pavojingų zonų ribų.

Priemonės darbo vietai paaukštinti (pastoliai, kopėčios ir kitos) ir jų naudojimas turi atitikti standartų reikalavimus.

Pastoliai, klojiniai ir paklotas turi būti apskaičiuoti galimai didžiausiai apkrovai, atsižvelgiant į atliekamų darbų pobūdį ir faktines apkrovas.

Gruntas, ant kurio statomi pastoliai, turi būti išlygintas, sutankintas, su nuolydžiu paviršiniam vandeniui nutekėti.

Pastoliai, neturintys reikiamo stabilumo, prie statinio sienos turi būti pritvirtinti statybos darbų technologijos (vykdymo) projekte arba gamintojo dokumentuose nurodytais tvirtinimo būdais.

Sumontavus pastolius ir paklotus, būtina patikrinti: pastolių stabilumą užtikrinančių atskirų elementų sujungimus ir tvirtinimus, statramsčių vertikalumą, atraminių aikštelių patikimumą, metalinių pastolių įžeminimą.

Užlipimui ant pastolių ir nulipimui nuo jų turi būti įrengtos ne didesnės kaip 60% nuolydžio kopėčios.

Pristatomas kopėčias be darbo aikštelių leidžiama naudoti užlipimui tarp atskirų statomo statinio aukštų bei darbams, kuriuos atliekant neprireiktų papildomai remtis į statinio konstrukcijas. Pristatomos kopėčios turi būti su įtaisais, neleidžiančiais joms pasislinkti ar virsti darbo metu.

Dirbant ant konstrukcijų naudojamos pakabinamos kopėčios ir aikštelės turi būti su griebtuvais - kabliais.

Pristatomų kopėčių matmenys turi būti tokie, kad darbuotojas galėtų dirbti stovėdamas ant pakopos, esančios ne mažesniu kaip 1 m atstumu iki kopėčių viršaus. Leidžiama naudoti ne ilgesnes kaip 5 m pristatomas medines kopėčias. Dirbant ant pristatomų kopėčių aukščiau kaip 1,3 m, reikia naudoti saugos diržą, pritvirtintą prie pastato konstrukcijos arba kopėčių, jeigu šios patikimai pritvirtintos prie pastato konstrukcijos.

Atliekant darbus ant stogų, aukštesnių kaip 1,3 m arba kurių nuolydis didesnis kaip 20° , kad būtų išvengta darbuotojų arba darbo priemonių bei statybinių medžiagų kritimo, turi būti įrengtos kolektyvinės saugos priemonės, o darbuotojai aprūpinti reikiamomis apsauginėmis priemonėmis.

Kai stogo nuolydis didesnis kaip 20° arba stogas ar kitas paviršius yra pagamintas iš trapios medžiagos, galinčios lūžti ar kitaip suirti ir darbuotojas gali nukristi, turi būti įrengiami ne siauresni kaip 0,3 m pritvirtinti trapai darbuotojui atsistoti.

Ant stogo sukrauti medžiagas galima tik statybos darbų technologijos (vykdymo) projekte nurodytose vietose, imantis visų atsargumo priemonių, kad medžiagos nenukristų žemyn [11].

IŠVADOS

- Apskaičiavus šilumos nuostolius per atitvaras nustatyta, kad taškiniai šiluminiai tilteliai padidina šilumos nuostolius per atitvarą 32,7%.
- Apskaičiavus viso pastato energines sąnaudas su NRG-3 programa, nustatyta, kad šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti išauga 7%.
- Skaičiavimai rodo, kad energinio naudingumo sertifikavime turėtų būti vertinama taškinio šiluminio tiltelio įtaka, nes tai duotų tikslesnį pastato energinio naudingumo įvertinimą.
- Remiantis atliktais ir patikslintais skaičiavimais, buvo suprojektuota: 230 kW galios šildymo sistema, orą tieks ir šalins 3 vėdinimo įrenginiai su rekuperacija, 1 oro tiekimo įrenginys ir 3 ventiliatoriai. Dūmams šalinti suprojektuota dūmų šalinimo sistema.

NAUDOTA LITERATŪRA

1. Lietuvos Respublikos statybos įstatymas.
2. STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimas. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“. Valstybės žinios, 2005-09-27, Nr. 115-4195.
3. STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“. Valstybės žinios, 2000-02-25, Nr. 17-424.
4. STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“. Valstybės žinios, 2000-01-27, Nr. 8-215.
5. STR 2.01.01(4):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Naudojimo sauga“. Valstybės žinios, 2008-01-03, Nr. 1-34.
6. STR 2.01.01(5):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo“. Valstybės žinios, 2008-03-27, Nr. 35-1256.
7. STR 2.01.01(6):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“. Valstybės žinios, 2008-03-27, Nr. 35-1255.
8. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“. Valstybės žinios, 2005-06-16, Nr. 75-2729.
9. STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“. Valstybės žinios, 2008-05-22, Nr. 58-2185.
10. Dūmų ir šilumos valdymo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės. Valstybės žinios, 2013-10-10, Nr. 106-5264
11. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje. Valstybės žinios, 2001, Nr. 3-74.
12. *European Commission. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 th May 2010 on the energy performance of buildings*, Available from internet:<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32010L0031>.
13. Citterio, M., Cocco, M., Erhorn-Klutting, H. 2008. Thermal bridges in the EPBD context: overview on MS approaches in regulations, in: ASIEPI Information Paper.
14. Martin, K., Erkoreka, A., Flores, I., Odriozola, M., Sala, J.M. 2011. Problems in the calculation of thermal bridges in dynamic conditions. *Energy and Buildings* 43:529-535.
15. Capozzoli, A., Gorrino, A., Corrado, V. 2013. A building thermal bridges sensitivity analysis. *Applied Energy*, 107:229-243.
16. Gao, Y., Roux, J.J., Zhao, L.H., Jiang, Y. 2008. Dinamical building simulation: a low order model for thermal bridges losses, *Energy and Buildings* 40:2236-2243.
17. Martin, K., Escudero, C., Erkoreka, A., Flores, I., Sala, J.M. 2012. Equivalent wall method for dynamic characterization of thermal bridges, *Energy and Building*, 55:704-714.
18. Tadeu, A., Simoes, I., Simoes, N., Prata, J. 2011. Simulation of dynamic liner thermal bridges using a boundary element method model in the frequency domain, *Energy and Building*, 43:3685-3695.
19. De Andelis, E., Serra, E. 2014. Light steel-frame walls: thermal insulation performances and thermal bridges. *Energy Procedia* 45:362-371.
20. STR 2.05.01:2013. Energy performance of Buildings Design. Vilnius, Ministry of Environment of Republic of Lithuania, 2005. (in Lithuanian).
21. EN ISO 14683:2008 Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values (ISO 14683:2007);
22. EN IOS 10211:2008 Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations (ISO 10211:2007);
23. Manual for HEAT3 <http://www.buildingphysics.com/manuals/HEA>

PRIED

1 priedas. Šilumos nuostolių per atitvaras skaičiavimas

Patalpa	Patalpos temp.	Atitvara			Išorės oro temp.	$\theta_i - \theta_e$ C	ka*bu	Δk_h				H_{el} W
		Pavad./orientacija	m ²	U,W/ (m ² *K)				Δk_0	Δk_w	Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I aukštas												
1.1	16	Siena/Š	527,20	0,32	-22	38	1,00	0,05	0	0	1,05	6731,29
	16	Langas/Š	511,61	1,9	-22	38	1,00	0,05	0	0	1,05	38785,15
	16	Durys/Š	36,70	1,9	-22	38	1,00	0,05	0	0	1,05	2782,23
	16	Stogas	131,80	0,207	-22	38	1,00	0	0	0	1	1036,74
	16	Grindys	131,80	0,193	-22	38	0,50	0	0	0	1	483,31
1.2	18	Siena/R	195,30	0,32	-22	40	1,00	0	0	0	1	2499,80
	18	Durys/R	5,04	1,9	-22	40	1,00	0	0	0	1	383,04
	18	Stogas	1023,50	0,207	-22	40	1,00	0	0	0	1	8474,58
	18	Grindys	1023,50	0,193	-22	40	0,50	0	0	0	1	3950,71
	18	Siena/R	8,40	0,32	-22	40	1,00	0	0	0	1	107,52
	18	Siena/P	44,10	0,32	-22	40	1,00	0	0	0	1	564,48
1.40	16	Siena/R	8,86	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	109,92
	16	Siena/P	8,40	0,32	-22	38	0,29	0	0	0,02	1,02	30,16
	16	Durys/P	2,52	1,9	-22	38	0,29	0	0	0,02	1,02	53,72
	16	Siena/V	6,22	0,32	-22	38	0,29	0	0	0,02	1,02	22,32
	16	Durys/V	2,10	1,9	-22	38	0,29	0	0	0,02	1,02	44,77
	16	Grindys	4,50	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	16,83
1.28	18	Siena/PR	11,13	0,32	-22	40	1,00	0	0	0,02	1,02	145,31
	18	Siena/R	8,40	0,32	-22	40	0,33	0	0	0,02	1,02	35,64
	18	Grindys	5,00	0,193	-22	40	0,50	0	0	0,02	1,02	19,69
1.27	21	Siena/PR	4,70	0,32	-22	43	1,00	0	0	0,02	1,02	66,02
	21	Grindys	2,30	0,193	-22	43	0,50	0	0	0,02	1,02	9,73

1 priedo tęsinys. Šilumos nuostolių per atitvaras skaičiavimas

Patalpa	Patalpos temp.	Atitvara			Išorės oro temp.	$\theta_i - \theta_e$ C	ka*bu	Δk_h				H_{el} W
		Pavad./orientacija	m ²	U,W/ (m ² *K)				Δk_0	Δk_w	Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I aukštas												
1.26	18	Siena/PR	11,09	0,32	-22	40	1,00	0	0	0,02	1,02	144,76
	18	Grindys	6,60	0,193	-22	40	0,50	0	0	0,02	1,02	25,99
1.25	16	Siena/PR	17,72	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	219,83
	16	Grindys	5,50	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	20,57
1.24	16	Siena/PR	21,08	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	261,51
	16	Grindys	14,30	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	53,49
1.21	16	Siena/PR	24,15	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	299,54
	16	Grindys	46,50	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	173,93
	16	Siena/Š	36,67	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	454,78
	16	Durys/Š	11,05	1,9	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	813,47
1.23	16	Siena/PR	11,09	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	137,53
	16	Grindys	16,20	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	60,59
1.22	16	Siena/PR	14,28	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	177,12
	16	Grindys	14,30	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	53,49
1.20	16	Siena/PR	58,40	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	724,35
	16	Siena/V	43,82	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	543,51
	16	Vartai/V	14,58	1,9	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	1073,73
	16	Stogas	62,10	0,207	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	498,25
	16	Grindys	62,10	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	232,28
1.14	20	Siena/V	7,98	0,32	-22	42	1,00	0	0	0,02	1,02	109,40
	20	Siena/P	10,50	0,32	-22	42	1,00	0	0	0,02	1,02	143,94
	20	Grindys	3,80	0,193	-22	42	0,50	0	0	0,02	1,02	15,71

1 priedo tęsinys. Šilumos nuostolių per atitvaras skaičiavimas

Patalpa	Patalpos temp.	Atitvara			Išorės oro temp.	$\theta_i - \theta_e$ C	ka*bu	Δk_h				H_{el} W
		Pavad./orientacija	m ²	U,W/ (m ² *K)				Δk_0	Δk_w	Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I aukštas												
1.13	16	Siena/V	149,33	0,32	-22	38	1,00	0	0	0	1	1815,85
	16	Vartai/V	52,20	1,9	-22	38	1,00	0	0	0	1	3768,84
	16	Durys/V	2,10	1,9	-22	38	1,00	0	0	0	1	151,62
	16	Siena/P	87,60	0,32	-22	38	1,00	0	0	0	1	1065,22
	16	Stogas	345,40	0,207	-22	38	1,00	0	0	0	1	2716,92
	16	Grindys	345,40	0,193	-22	38	0,50	0	0	0	1	1266,58
1.12	18	Siena/V	16,13	0,32	-22	40	1,00	0	0	0	1	206,44
	18	Siena/Š	12,81	0,32	-22	40	1,00	0,05	0	0	1,05	172,17
	18	Langas/V	11,26	1,9	-22	40	1,00	0	0	0	1	855,76
	18	Langas/Š	10,88	1,9	-22	40	1,00	0,05	0	0	1,05	868,22
	18	Durys/Š	1,93	1,9	-22	40	1,00	0,05	0	0	1,05	154,17
	18	Grindys	46,60	0,193	-22	40	0,50	0	0	0	1	179,88
1.11	18	Langas/Š	13,02	1,9	-22	40	1,00	0,05	0	0	1,05	1039,00
	18	Siena/Š	17,96	0,32	-22	40	1,00	0,05	0	0	1,05	241,32
	18	Grindys	66,80	0,193	-22	40	0,50	0	0	0	1	257,85
1.3	18	Grindys	3,20	0,193	-22	40	0,50	0	0	0,02	1,02	12,60
1.4	18	Grindys	7,20	0,193	-22	40	0,50	0	0	0,02	1,02	28,35
1.5	18	Grindys	10,40	0,193	-22	40	0,50	0	0	0,02	1,02	40,95
1.6	18	Grindys	8,00	0,193	-22	40	0,50	0	0	0	1	30,88
1.15	20	Grindys	8,30	0,193	-22	42	0,50	0	0	0,02	1,02	34,31
1.16	20	Grindys	9,00	0,193	-22	42	0,50	0	0	0,02	1,02	37,21
1.17	20	Grindys	11,00	0,193	-22	42	0,50	0	0	0,02	1,02	45,47

1 priedo tęsinys. Šilumos nuostolių per atitvaras skaičiavimas

Patalpa	Patalpos temp.	Atitvara			Išorės oro temp.	$\theta_i - \theta_e$ C	ka*bu	Δk_h				H_{el} W
		Pavad./orientacija	m ²	U,W/ (m ² *K)				Δk_0	Δk_w	Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I aukštas												
1.18	16	Grindys	3,60	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	13,47
1.19	16	Grindys	2,70	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	10,10
1.29	18	Grindys	7,10	0,193	-22	40	0,50	0	0	0,02	1,02	27,95
	18	Siena/R	15,88	0,32	-22	40	0,33	0	0	0,02	1,02	67,37
1.30	5	Grindys	10,90	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	28,40
1.31	5	Grindys	8,80	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	22,93
1.32	5	Grindys	6,90	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	17,98
1.33	5	Grindys	6,60	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	17,20
1.34	5	Grindys	6,60	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	17,20
1.35	12	Grindys	23,60	0,193	-22	34	0,50	0	0	0,02	1,02	78,98
	12	Siena/R	15,88	0,32	-22	34	0,21	0	0	0,02	1,02	36,27
	12	Siena/V	11,68	0,32	-22	34	0,21	0	0	0,02	1,02	26,68
	12	Durys/R	4,20	1,9	-22	34	0,21	0	0	0,02	1,02	56,98
1.36	5	Grindys	3,50	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	9,12
1.37	5	Grindys	4,00	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	10,42
1.38	5	Grindys	3,50	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	9,12
1.39	5	Grindys	8,70	0,193	-22	27	0,50	0	0	0	1	22,67
1.41	16	Siena/PR	17,47	0,32	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	216,71
	16	Siena/R	10,50	0,32	-22	38	0,21	0	0	0,02	1,02	27,35
	16	Grindys	9,30	0,193	-22	38	0,50	0	0	0,02	1,02	34,79
	16	Vartai/V	4,93	1,9	-22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	363,06
	16	Siena/Š	12,18	0,32	-22	38	1,00	0,05	0	0,02	1,07	158,48

I priedo tęsinys. Šilumos nuostolių per atitvaras skaičiavimas

Patalpa	Patalpos temp.	Atitvara			Išorės oro temp.	$\theta_i - \theta_e$ C	ka*bu	Δk_h				H_{el} W
		Pavad./orientacija	m ²	U,W/(m ² *K)				Δk_0	Δk_w	Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
II aukštas												
2.4	18	Siena/Š	37,36	0,32	-22	40	1	0,05	0	0,02	1,07	511,61
	18	Stogas	94,50	0,207	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	798,11
2.5	18	Siena/Š	8,06	0,32	-22	40	1	0,05	0	0,02	1,07	110,39
	18	Siena/V	8,09	0,32	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	105,64
	18	Stogas	5,80	0,207	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	48,98
2.6	18	Siena/V	10,85	0,32	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	141,66
	18	Stogas	8,20	0,207	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	69,25
2.7	21	Siena/V	6,45	0,32	-22	43	1	0	0	0,02	1,02	90,50
	21	Stogas	4,60	0,207	-22	43	1	0	0	0,02	1,02	41,76
2.8	20	Stogas	8,50	0,207	-22	42	1	0	0	0,02	1,02	75,38
2.9	16	Siena/PR	38,44	0,32	-22	38	1	0	0	0,02	1,02	476,78
	16	Stogas	17,20	0,207	-22	38	1	0	0	0,02	1,02	138,00
2.10	18	Stogas	29,20	0,207	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	246,61
	18	Grindys	23,75	0,193	-22	40	0,5	0	0	0,02	1,02	93,51
2.11	18	Stogas	21,00	0,207	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	177,36
	18	Grindys	17,20	0,193	-22	40	0,5	0	0	0,02	1,02	67,72
2.12	21	Stogas	3,30	0,207	-22	43	1	0	0	0,02	1,02	29,96
	21	Grindys	3,30	0,193	-22	43	0,5	0	0	0,02	1,02	13,97
2.13	18	Stogas	3,50	0,207	-22	40	1	0	0	0,02	1,02	29,56
	18	Grindys	2,13	0,193	-22	40	0,5	0	0	0,02	1,02	8,39
2.14	16	Stogas	34,2	0,207	-22	38	1	0	0	0,02	1,02	274,40
	16	Siena/PR	18,91	0,32	-22	38	1	0	0	0,02	1,02	234,54

1 priedo pabaiga. Šilumos nuostolių per atitvaras skaičiavimas

Patalpa	Patalpos temp.	Atitvara			Išorės oro temp.	$\theta_i - \theta_e$ C	ka*bu	Δk_h				H_{el} W
		Pavad./orientacija	m ²	U, W/ (m ² *K)				Δk_0	Δk_w	Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
II aukštas												
2.15	16	Siena/PR	19,22	0,32	-22	38	1	0	0	0,02	1,02	238,39
	16	Siena/R	13,733	0,32	-22	38	1	0	0	0,02	1,02	170,33
	16	Grindys	3,5	0,193	-22	38	0,5	0	0	0,02	1,02	13,09

2 priedas. Šilumos nuostolių per ilginius šilumos tiltelius skaičiavimas

Patal pos Nr.	Pavadinimas	Ψ	l (m)	$\theta_i - \theta_e$ C	$ka * bu$	Δk_o	Δk_w	Δk_h	$1 + \sum \frac{\Delta}{k}$	H_{Ψ} W
I aukštas										
1.1	Siena/Pamat/Š	0,1	38,8	38	1,00	0,05	0	0	1,05	154,812
	Langas/Š	0,1	83,14	38	1,00	0,05	0	0	1,05	331,729
	Durys/Š	0,1	10,8	38	1,00	0,05	0	0	1,05	43,092
	Išorinis kampas	-0,1	7,73	38	1,00	0,05	0	0	1,05	-30,843
	Vidinis kampas	-0,1	39,8	38	1,00	0,05	0	0	1,05	-158,802
	Siena/Stogas/Š	0,1	38,8	38	1,00	0,05	0	0	1,05	154,812
1.2	Siena/Pamat/R	0,1	22,72	40	1,00	0	0	0	1	90,880
	Siena/Stogas/R	0,1	30,59	40	1,00	0	0	0	1	122,360
	Durys/R	0,1	6,9	40	1,00	0	0	0	1	27,600
	Durys vid./P	0,1	15,6	40	0,33	0	0	0	1	20,280
	Siena/Pamat/P	0,1	13,36	13	0,33	0	0	0	1	5,645
	Išorinis kampas	-0,1	3,1	40	1,00	0	0	0	1	-12,400
1.11	Siena/Pamat/Š	0,1	8,55	40	1,00	0,05	0	0	1,05	35,910
	Langas/Š	0,1	8,55	40	1	0,05	0	0	1,05	35,910
1.12	Siena/Pamat/V	0,1	8,19	40	1,00	0	0	0	1	32,760
	Langas/V	0,1	14,91	40	1,00	0	0	0	1	59,640
	Vidinis kampas	-0,1	4,2	40	1,00	0	0	0	1	-16,800
	Siena/Pamat/Š	0,1	5,18	40	1,00	0,05	0	0	1,05	21,756
	Langas/Š	0,1	15,4	40	1,00	0,05	0	0	1,05	64,680
	Durys/Š	0,1	5,16	40	1,00	0,05	0	0	1,05	21,672
1.13	Siena/Pamat/P	0,1	13	38	1,00	0	0	0	1	49,400
	Siena/Pamat/V	0,1	5,43	38	1,00	0	0	0	1	20,634
	Durys/V	0,1	58	38	1,00	0	0	0	1	220,400
	Stogas/Siena/V	0,1	24,29	38	1,00	0	0	0	1	92,302
1.14	Siena/Pamat/P	0,1	2,5	15	0,33	0	0	0,02	1,02	1,262
	Siena/Pamat/R	0,1	1,88	42	1,00	0	0	0,02	1,02	8,054
1.20	Vidinis kampas	-0,1	7,3	38	1,00	0	0	0,02	1,02	-28,295
	Durys vid./V	0,1	20,4	38	1,00	0	0	0,02	1,02	79,070
	Siena/Pamat/V	0,1	2,1	38	1,00	0	0	0,02	1,02	8,140
	Stogas/Siena/V	0,1	8	38	1,00	0	0	0,02	1,02	31,008
	Siena/Pamat/PR	0,1	7,92	38	1,00	0	0	0,02	1,02	30,698
	Siena/Stogas/PR	0,1	7,92	38	1,00	0	0	0,02	1,02	30,698
1.21	Siena/Pamat/PR	0,1	5,75	38	1,00	0	0	0,02	1,02	22,287
	Siena/Pamat/Š	0,1	6,06	38	0,33	0	0	0,02	1,02	7,751
	Durys vid./Š	0,1	5,3	38	0,33	0	0	0,02	1,02	6,779
1.22	Siena/Pamat/PR	0,1	3,4	38	1,00	0	0	0,02	1,02	13,178
1.23	Siena/Pamat/PR	0,1	2,64	38	1,00	0	0	0,02	1,02	10,233
1.24	Siena/Pamat/PR	0,1	5,02	38	1,00	0	0	0,02	1,02	19,458
1.25	Siena/Pamat/PR	0,1	4,22	38	1,00	0	0	0,02	1,02	16,357
1.26	Siena/Pamat/PR	0,1	2,64	40	1,00	0	0	0,02	1,02	10,771
1.27	Siena/Pamat/PR	0,1	1,12	40	1,00	0	0	0,02	1,02	4,570
1.28	Siena/Pamat/R	0,1	2	13	0,33	0	0	0,02	1,02	0,875
	Siena/Pamat/PR	0,1	2,7	40	1,00	0	0	0,02	1,02	11,016
1.29	Siena/Pamat/R	0,1	3,8	40	0,33	0	0	0,02	1,02	5,116
1.35	Siena/Pamat/R	0,1	2	38	0,33	0	0	0,02	1,02	2,558
	Siena/Pamat/V	0,1	3,8	38	0,33	0	0	0,02	1,02	4,861

2 priedo pabaiga. Šilumos nuostolių per ilginius šilumos tiltelius skaičiavimas

Patal pos Nr.	Pavadinimas	Ψ	l (m)	θ_i - θ_e C	$ka*bu$	Δk_o	Δk_w	Δk_h	$1+\Sigma \Delta k$	H_Ψ W
I aukštas										
	Durys/R	0,1	10,2	38	0,33	0	0	0,02	1,02	13,047
1.6	Vidinis kampas	-0,1	4,2	38	1,00	0,05	0	0	1,05	-16,758
II aukštas										
2.4	Siena/Stogas/Š	0,1	12,05	40	1,00	0,05	0	0,02	1,07	51,574
2.5	Siena/Stogas/Š	0,1	2,6	40	1,00	0,05	0	0,02	1,07	11,128
	Siena/Stogas/V	0,1	2,61	40	1,00	0	0	0,02	1,02	10,649
2.6	Siena/Stogas/V	0,1	3,5	40	1,00	0	0	0,02	1,02	14,280
2.7	Siena/Stogas/V	0,1	2,08	43	1,00	0	0	0,02	1,02	9,123
2.9	Siena/Stogas/PR	0,1	12,39	38	1,00	0	0	0,02	1,02	48,024
2.14	Siena/Stogas/PR	0,1	6,1	38	1,00	0	0	0,02	1,02	23,644
2.15	Siena/Stogas/PR	0,1	6,2	38	1,00	0	0	0,02	1,02	24,031
	Siena/Stogas/R	0,1	4,44	38	1,00	0	0	0,02	1,02	17,209

3 priedas. Šilumos nuostolių dėl išorės oro infiltracijos skaičiavimas

Patalpos Nr.	n_{tv}	A_p, m^2	h, m	Δkc	$1+\Delta k_b$	$1+\Delta k_g$	L_{nv}	$c_{\Sigma}, Wh/m^3$	θ_i	θ_e	$H_{nv}, W/K$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I aukštas											
1.1	0,5	131,8	7,73	1	0,9	1,0018	459,28	0,34	16	-22	5933,86
1.2	0,5	1023,5	7,73	1	0,9	1,0018	3566,54	0,34	18	-22	48504,92
1.3	0,5	3,2	4,2	1	0,9	1,0018	6,06	0,34	18	-22	82,40
1.4	0,5	7,2	4,2	1	0,9	1,0018	13,63	0,34	18	-22	185,40
1.5	0,5	10,4	7,73	1	0,9	1,0018	36,24	0,34	18	-22	492,87
1.6	0,5	8	7,73	1	0,9	1,0018	27,88	0,34	18	-22	379,13
1.11	0,5	66,8	4,2	1	0,9	1,0018	126,48	0,34	18	-22	1720,06
1.12	0,5	46,6	4,2	1,2	0,9	1,0018	105,88	0,34	18	-22	1439,91
1.13	0,5	345,4	7,73	1	0,9	1,0018	1203,60	0,34	16	-22	15550,48
1.14	0,5	3,8	4,2	1	0,9	1,0018	7,19	0,34	20	-22	102,74
1.15	0,5	8,3	4,2	1	0,9	1,0018	15,71	0,34	20	-22	224,41
1.16	0,5	9	4,2	1	0,9	1,0018	17,04	0,34	20	-22	243,33
1.17	0,5	11	4,2	1	0,9	1,0018	20,83	0,34	20	-22	297,41
1.18	0,5	3,6	4,2	1	0,9	1,0018	6,82	0,34	16	-22	88,06
1.19	0,5	2,7	4,2	1	0,9	1,0018	5,11	0,34	16	-22	66,05
1.20	0,5	62,1	7,73	1	0,9	1,0018	216,40	0,34	16	-22	2795,85
1.21	0,5	46,5	4,2	1	0,9	1,0018	88,04	0,34	16	-22	1137,48
1.22	0,5	14,3	4,2	1	0,9	1,0018	27,07	0,34	16	-22	349,81
1.23	0,5	16,2	4,2	1	0,9	1,0018	30,67	0,34	16	-22	396,28
1.24	0,5	14,3	4,2	1	0,9	1,0018	27,07	0,34	16	-22	349,81
1.25	0,5	5,5	4,2	1	0,9	1,0018	10,41	0,34	16	-22	134,54
1.26	0,5	6,6	4,2	1	0,9	1,0018	12,50	0,34	18	-22	169,95
1.27	0,5	2,3	4,2	1	0,9	1,0018	4,35	0,34	21	-22	63,67
1.28	0,5	5	4,2	1	0,9	1,0018	9,47	0,34	18	-22	128,75
1.29	0,5	7,1	4,2	1	0,9	1,0018	13,44	0,34	18	-22	182,82
1.30	0,5	10,9	4,2	1	0,9	1,0018	20,64	0,34	5	-22	189,45
1.31	0,5	8,8	4,2	1	0,9	1,0018	16,66	0,34	5	-22	152,95
1.32	0,5	6,9	4,2	1	0,9	1,0018	13,06	0,34	5	-22	119,93
1.33	0,5	6,6	4,2	1	0,9	1,0018	12,50	0,34	5	-22	114,71
1.34	0,5	6,6	4,2	1	0,9	1,0018	12,50	0,34	5	-22	114,71
1.35	0,5	23,6	4,2	1	0,9	1,0018	44,68	0,34	12	-22	516,53
1.36	0,5	3,5	4,2	1	0,9	1,0018	6,63	0,34	5	-22	60,83
1.37	0,5	4	4,2	1	0,9	1,0018	7,57	0,34	5	-22	69,52
1.38	0,5	3,5	4,2	1	0,9	1,0018	6,63	0,34	5	-22	60,83
1.39	0,5	8,7	4,2	1	0,9	1,0018	16,47	0,34	5	-22	151,21
1.40	0,5	4,5	4,2	1	0,9	1,0018	8,52	0,34	16	-22	110,08
1.41	0,5	9,3	4,2	1	0,9	1,0018	17,61	0,34	16	-22	227,50
II aukštas											
2.4	0,5	95,5	3,3	1	0,9	1,00	141,82	0,34	18	-22	1928,72
2.5	0,5	5,8	3,3	1	0,9	1,00	8,61	0,34	18	-22	117,14
2.6	0,5	8,2	3,3	1	0,9	1,00	12,18	0,34	18	-22	165,61
2.7	0,5	4,6	3,3	1	0,9	1,00	6,83	0,34	21	-22	99,87
2.8	0,5	8,5	3,3	1	0,9	1,00	12,62	0,34	20	-22	180,25
2.9	0,5	17,2	3,3	1	0,9	1,00	25,54	0,34	16	-22	330,00
2.10	0,5	29,2	3,3	1	0,9	1,00	43,36	0,34	18	-22	589,72

3 priedo pabaiga. Šilumos nuostolių dėl išorės oro infiltracijos skaičiavimas

Patalpos Nr.	n_{tv}	A_p m ²	h, m	Δkc	$1+\Delta k_b$	$1+\Delta k_g$	L_{nv}	$cX\sigma$, Wh/m ³	θ_i	θ_e	H_{nv} , W/K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
II aukštas											
2.11	0,5	21	3,3	1	0,9	1,00	31,19	0,34	18	-22	424,12
2.12	0,5	3,3	3,3	1	0,9	1,00	4,90	0,34	21	-22	71,65
2.13	0,5	3,5	3,3	1	0,9	1,00	5,20	0,34	18	-22	70,69
2.14	0,5	34,2	3,3	1	0,9	1,00	50,79	0,34	16	-22	656,17
2.15	0,5	27,8	3,3	1	0,9	1,00	41,28	0,34	16	-22	533,38

4 priedas. Patalpų projektinė šiluminė galia

Patalpos nr.	Hel W	Hψ, W/K	Hnv, W/K	θi	Ph, W
1	2	3	4	5	6
I aukštas					
1.1	49818,72	494,80	5933,86	16	56247,376
1.2	15980,13	254,36	48504,92	18	64739,419
1.3	12,60	0,00	82,40	18	94,997
1.4	28,35	0,00	185,40	18	213,744
1.5	40,95	0,00	492,87	18	533,816
1.6	30,88	-16,76	379,13	18	393,252
1.11	1538,16	71,82	1720,06	18	3330,042
1.12	2436,64	183,71	1439,91	18	4060,255
1.13	10785,03	382,74	15550,48	16	26718,247
1.14	269,05	93,56	102,74	20	465,353
1.15	34,31	0,00	224,41	20	258,719
1.16	37,21	0,00	243,33	20	280,539
1.17	45,47	0,00	297,41	20	342,881
1.18	13,47	0,00	88,06	16	101,528
1.19	10,10	0,00	66,05	16	76,146
1.20	3072,11	151,32	2795,85	16	6019,272
1.21	1741,71	36,82	1137,48	16	2916,009
1.22	230,60	13,18	349,81	16	593,589
1.23	198,12	10,23	396,28	16	604,637
1.24	315,00	19,46	349,81	16	684,260
1.25	240,41	16,36	134,54	16	391,304
1.26	170,75	10,77	169,95	18	351,468
1.27	75,76	4,57	63,67	21	143,991
1.28	200,64	11,89	128,75	18	341,281
1.29	95,32	5,12	182,82	18	283,256
1.30	28,40	0,00	189,45	5	217,851
1.31	22,93	0,00	152,95	5	175,880
1.32	17,98	0,00	119,93	5	137,906
1.33	17,20	0,00	114,71	5	131,910
1.34	17,20	0,00	114,71	5	131,910
1.35	198,91	20,47	516,53	12	735,907
1.36	9,12	0,00	60,83	5	69,952
1.37	10,42	0,00	69,52	5	79,945
1.38	9,12	0,00	60,83	5	69,952
1.39	22,67	-16,76	151,21	5	157,123
1.40	277,72	0,00	110,08	16	387,794
1.41	800,38	0,00	227,50	16	1027,881
II aukštas					
2.4	1309,72	51,57	1928,72	18	3290,015
2.5	265,01	21,78	117,14	18	403,924
2.6	210,91	14,28	165,61	18	390,799
2.7	132,26	9,12	99,87	21	241,255
2.8	75,38	0,00	180,25	20	255,626
2.9	614,78	48,02	330,00	16	992,806
2.10	340,12	0,00	589,72	18	929,843
2.11	245,08	0,00	424,12	18	669,193

4 priedo pabaiga. Patalpų projektinė šiluminė galia

Patalpos nr.	HeI W	Hψ, W/K	Hν, W/K	θi	Ph, W
1	2	3	4	5	6
II aukštas					
1.1	49818,72	494,80	5933,86	16	56247,376
1.2	15980,13	254,36	48504,92	18	64739,419
1.3	12,60	0,00	82,40	18	94,997
1.4	28,35	0,00	185,40	18	213,744

5 priedas. Lyginamieji pastato patalpų nuostoliai

Patalpos Nr.	A_p, m^2	$\phi_{lyg}, W/m^2$	P_h, W
1	2	3	4
I aukštas			
1.1	131,8	426,76	56247,38
1.2	1023,5	63,25	64739,42
1.3	3,2	29,69	95,00
1.4	7,2	29,69	213,74
1.5	10,4	51,33	533,82
1.6	8	57,60	57,60
1.11	66,8	49,85	3330,04
1.12	46,6	87,13	4060,26
1.13	345,4	77,35	26718,25
1.14	3,8	122,46	465,35
1.15	8,3	31,17	258,72
1.16	9	31,17	280,54
1.17	11	31,17	342,88
1.18	3,6	28,20	101,53
1.19	2,7	28,20	76,15
1.20	62,1	96,93	6019,27
1.21	46,5	62,71	2916,01
1.22	14,3	41,51	593,59
1.23	16,2	37,32	604,64
1.24	14,3	47,85	684,26
1.25	5,5	71,15	391,30
1.26	6,6	53,25	351,47
1.27	2,3	62,60	143,99
1.28	5	68,26	341,28
1.29	7,1	39,90	283,26
1.30	10,9	19,99	217,85
1.31	8,8	19,99	175,88
1.32	6,9	19,99	137,91
1.33	6,6	19,99	131,91
1.34	6,6	19,99	131,91
1.35	23,6	31,18	735,91
1.36	3,5	19,99	69,95
1.37	4	19,99	79,95
1.38	3,5	19,99	69,95
1.39	8,7	18,06	157,12
1.40	4,5	86,18	387,79
1.41	9,3	110,52	1027,88
		viso	173173,74
II aukštas			
2.4	95,5	34,45	3290,02
2.5	5,8	69,64	403,92
2.6	8,2	47,66	390,80
2.7	4,6	52,45	241,25
2.8	8,5	30,07	255,63
2.9	17,2	57,72	992,81
2.10	29,2	31,84	929,84

5 priedo pabaiga. Lyginamieji pastato patalpų nuostoliai

Patalpos Nr.	A_p m²	φ_{lyg}, W/m²	P_h, W
1	2	3	4
II aukštas			
2.11	21	31,87	669,19
2.12	3,3	35,02	115,57
2.13	3,5	31,04	108,63
2.14	34,2	34,76	1188,75
2.15	27,8	35,84	996,43
		viso	9582,85

6 priedas. Šildymo prietaisų parinkimas

Patalpos Nr./°C	P_h W	f	β	$P_n = P_h \cdot \beta \cdot f$	P_{sp} W	n, vnt	Tipas	l, m	H, m	Vandens talpa, l	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I aukštas											
1.11	18	3330,04	1,1	1	3663	793	3	FC30-15	1,7	0,15	0,78
1.11	18	1284,00	1,1	1	1412	1430	1	22	1,2	0,5	6,756
1.12	18	4060,26	1,1	1	4466	1083	4	FC30-15	2,1	0,15	0,98
1.28	18	341,28	1,1	1	375	380	1	21	0,5	0,4	2,82
1.27	21	143,99	1,1	1	158	203	1	11	0,5	0,3	0,95
1.26	18	351,47	1,1	1	387	401	1	11	0,6	0,5	1,95
1.25	16	391,30	1,01	1	395	401	1	11	0,6	0,5	1,95
1.24	16	684,26	1,01	1	691	715	1	22	0,6	0,5	3,96
1.20	16	6019,27	1,01	1	6079	1643	4	33	1,0	0,5	9,80
1.23	16	604,64	1,01	1	611	657	1	33	0,4	0,5	2,75
1.22	16	593,59	1,01	1	600	657	1	33	0,4	0,5	2,75
1.35	12	735,91	0,94	1	692	715	1	22	0,6	0,5	3,96
II aukštas											
2.4	18	3290,02	1,1	1	3619	1315	3	33	0,8	0,5	6,66
2.5	18	403,92	1,1	1	444	460	1	21	0,5	0,5	2,82
2.6	18	390,80	1,1	1	430	460	1	21	0,5	0,5	2,82
2.7	21	241,25	1,21	1	292	334	1	11	0,5	0,5	1,40
2.9	16	992,81	1,01	1	1003	1098	1	22	1,4	0,3	5,18
2.10	18	929,84	1,1	1	1023	1098	1	22	1,4	0,3	5,18
2.11	18	669,19	1,1	1	736	736	1	21	0,8	0,5	4,50
2.15	16	996,43	1,01	1	1006	1098	1	22	1,4	0,3	5,18
Orinio šildymo autoserviso, parduotuvės salės											
1.13	16	26718,25	1,1	1	29390	15800	3	Volcano VR1	0,8	0,8	1
1.2	18	121578,21	1,1	1	133736	22400	4	Volcano VR1	0,8	0,8	0,1

7 priedas. Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Ruožo nr.	Apkrova ΣP , W	Srauto masė G, kg/h	Ruožo ilgis l, m	Vamzdžio skersmuo d, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai R, Pa/m	Tėkmės greitis v, m/s	Dinaminis slėgis P_{din} , Pa	Vietinių kliūčių koef. suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties $R \cdot l$, kPa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, kPa	$\Delta p_{nuost.} = R \cdot l + Z$, kPa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Radiatorių hidraulinis skaičiavimas											
6--5	2166	101,71	5,60	15	15,0	0,11	6	13,84	0,084	0,083	0,167
5--4	4332	203,41	3,21	15	59,0	0,23	25,2	0,3	0,189	0,008	0,197
4--3	8141	382,27	3,80	20	53,0	0,26	32,8	1,3	0,201	0,043	0,244
3--2	13340	626,39	65,10	25	39,0	0,26	32,8	8,92	2,539	0,293	2,831
2--1	17370	815,63	1,47	25	65,0	0,33	53	0,3	0,096	0,016	0,111
1--0	27356	1284,53	7,30	32	44,0	0,33	53	12,57	0,321	0,666	0,987
											4,538
6'--5'	2166	101,71	5,60	15	15,0	0,11	6	15,54	0,084	0,093	0,177
5'--4'	4332	203,41	3,21	15	59,0	0,23	25,2	0,6	0,189	0,015	0,205
4'--3'	8141	382,27	3,80	20	53,0	0,26	32,8	3	0,201	0,098	0,300
3'--2'	13340	626,39	65,10	25	39,0	0,26	32,8	10,62	2,539	0,348	2,887
2'--1'	17370	815,63	1,47	25	65,0	0,33	53	0,6	0,096	0,032	0,127
1'--0'	27356	1284,53	7,30	32	44,0	0,33	53	14,27	0,321	0,756	1,078
											4,774
Orinio šildymo hidraulinis skaičiavimas											
5--4	15800	741,90	3,80	25	54	0,30	44	3,04	0,205	0,134	0,339
4--3	38200	1793,72	4,14	32	76	0,43	90	0,3	0,315	0,027	0,342
3--2	69800	3277,53	0,90	50	92	0,37	66,6	1,3	0,083	0,087	0,169
2--1	92200	4329,34	6,52	50	92	0,49	116,4	0,3	0,600	0,035	0,635
1--0	137000	6432,97	9,95	50	92	0,72	252	17,65	0,915	4,448	5,363
											6,848
5'--4'	15800	741,90	3,80	25	54	0,3	44	4,04	0,205	0,178	0,383
4'--3'	38200	1793,72	4,14	32	76	0,43	90	0,9	0,315	0,081	0,396

7 priedo pabaiga. Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Ruožo nr.	Apkrova ΣP , W	Srauto masė G, kg/h	Ruožo ilgis l, m	Vamzdžio skersmuo d, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai R, Pa/m	Tėkmės greitis v, m/s	Dinaminis slėgis $P_{din.}$, Pa	Vietinių kliūčių koef. suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties $R \cdot l$, kPa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, kPa	$\Delta p_{nuost.} = R \cdot l + Z$, kPa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Orinio šildymo hidraulinis skaičiavimas											
3'--2'	69800	3277,53	0,90	50	92	0,37	66,6	3	0,083	0,200	0,283
2'--1'	92200	4329,34	6,52	50	92	0,49	116,4	0,9	0,600	0,105	0,705
1'--0'	137000	6432,97	9,95	50	92	0,72	252	19,35	0,915	4,876	5,792
											1,766
Vėdinimo įrenginių hidraulinis skaičiavimas											
3--2	16587,34	778,88	4,2	25	60	0,32	50	12,26	0,252	0,613	0,865
2--1	22614,52	1061,89	14,57	32	27	0,26	35,6	5,82	0,393	0,207	0,601
1--0	27323,86	1283,02	7,78	32	39	0,31	47	8,56	0,303	0,402	0,706
											2,171
3'--2'	16587,34	778,88	4,2	25	60	0,32	50	12,54	0,252	0,627	0,879
2'--1'	22614,52	1061,89	14,57	32	27	0,26	35,6	7,52	0,393	0,268	0,661
1'--0'	27323,86	1283,02	7,78	32	39	0,31	47	10,26	0,303	0,482	0,786
											2,326

8 priedas. Projektinių oro kiekių patalpoms vėdinti suvestinė

Patalpos nr	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²	Tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Šalinamo oro kiekis, m ³ /h
1	2	4	5	6
I aukštas				
1.1	Vestibiulis	131,8	1056,960	948,96
1.2	Prekybos salė	1023,5	7369,200	7369,20
1.3	Invalidų WC	3,2	-	108,00
1.4	Apsaugos patalpa	7,2	25,92	25,92
1.5	Foto prekės	10,4	74,88	74,88
1.6	Prekyba gėlėmis	8	57,60	57,60
1.11	Ekspozicijų salė	66,8	467,6	467,60
1.12	Autoserviso kontora	46,6	167,76	167,76
1.13	Autoserviso dirbtuvės	345,4	2417,8	2417,80
1.14	Archyvas	3,8	4,94	4,94
1.15	Vedėjos kabinetas	8,3	29,88	29,88
1.16	Buhalterija	9	32,4	32,40
1.17	Prekių žinovai	11	39,6	39,60
1.18	Valytojos patalpa	3,6	-	51,84
1.19	Plovykla	2,7	-	48,60
1.20	Iškrovimo, pakrovimo rampa	62,1	447,12	447,12
1.21	Koridorius	46,5	184,14	83,7
1.22	Vandentiekio įvadas	14,3	30,03	30,03
1.23	Alkoholio ir tabako sandėlis	16,2	21,06	21,06
1.24	Šiluminis mazgas	14,3	30,03	30,03
1.25	Elektros skydinė	5,5	11,55	11,55
1.26	Rūbinė	6,6	154,8	118,80
1.27	Dušas	2,3	-	72,00
1.28	Rūbinė	5	126	90,00
1.29	Fasavimo patalpa	7,1	12,78	12,78
1.30	Šaldytuvas	10,9	-	-
1.31	Šaldytuvas	8,8	-	-
1.32	Šaldytuvas	6,9	-	-
1.33	Šaldytuvas	6,6	-	-
1.34	Šaldytuvas	6,6	-	-
1.35	Mėsos paruošimo cechas	23,6	106,2	106,20
1.36	Šaldytuvas	3,5	-	-
1.37	Šaldytuvas	4	-	-
1.38	Šaldytuvas	3,5	-	-
1.39	Šaldytuvas	8,7	-	-
1.40	Šaldytuvas	4,5	-	-
1.41	Šaldytuvas	9,3	-	-
II aukštas				
2.4	Autoservizo būtinės patalpos	95,5	1224	687,6
2.5	Prausykla	5,8	-	104,4
2.6	WC	8,2	-	288
2.7	Dušai	4,6	-	144
2.8	Archyvas	8,5	11,05	11,05
2.9	Koridorius	17,2	102,96	30,96

8 priedo tęsinys. Projektinių oro kiekių patalpoms vėdinti suvestinė

Patalpos nr	Patalpos pavadinimas	Plotas, m2	Tiekiamo oro kiekis, m3/h	Šalinamo oro kiekis, m3/h
1	2	4	5	6
II aukštas				
2.10	Virtuvė ir valgomasis	29,2	1051,2	1051,2
2.11	Buitinės patalpos	21	522	378
2.12	Dušai	3,3	-	144
2.13	WC	3,5	-	72
2.14	Kompresorinė	34,2	112,86	112,86
2.15	Ventkamera	27,8	91,74	91,74

9 priedas. Vėdinimo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Ruožo nr	Debitas L, m3/h	Ilgis l, m	Skersmuo mm	Greitis v, m/s	Trinties nuostoliai R/m' Pa	Trinties nuostoliai Rl=R*I Pa	Dinaminis slėgis pdin, Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma	Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių	RI+Z, Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I1											
6--5	172	3,20	125	3,8	1,8	5,76	8,664	20	173,28	179,04	dif,alk,iš
5--4	344	3,20	160	4,6	2	6,4	12,696	6,6	83,79	90,19	tri,iš
4--3	516	2,80	200	5,1	1,9	5,32	15,606	4,5	70,23	75,55	tri
3--2	688	13,80	200	6,2	2,8	38,64	23,064	41,2	950,24	988,88	tri,alk,alk
2--1	714	0,80	200	6,3	2,9	2,32	23,814	21,8	519,15	521,47	tri
1--0	1349	3,00	200	7,6	3	9	34,656	28,3	980,76	989,76	tri
T1											
6--5	306	3,30	160	4,5	2	6,6	12,15	29,3	356,00	362,60	dif,alk,su
5--4	612	3,30	200	5,3	2	6,6	16,854	5,6	94,38	100,98	tri,su
4--3	918	2,90	250	5,7	1,8	5,22	19,494	2,4	46,79	52,01	tri
3--2	1224	8,60	250	7	2,5	21,5	29,4	44	1293,60	1315,10	tri,alk,alk
2--1	1250	0,48	250	7,1	2,6	1,248	30,246	21,5	650,29	651,54	tri
1--0	1885	3,00	250	10	5	15	60	49	2940,00	2955,00	tri
I2											
7--6	469	4,50	160	6	3,5	15,75	21,6	33,5	723,60	739,35	gr,iš
6--5	939	4,50	200	8,5	5	22,5	43,35	43	1864,05	1886,55	gr,iš
5--4	1408	4,50	250	8	3,2	14,4	38,4	42	1612,80	1627,20	gr,iš
4--3	1878	4,50	315	6,5	1,8	8,1	25,35	30,4	770,64	778,74	gr
3--2	2347	2,00	315	7	2,5	5	29,4	39	1146,60	1151,60	gr,iš
2--1	4225	14,80	400	9,2	2,5	37	50,784	77,1	3915,45	3952,45	tri,iš
1--0	8451	24,34	500	11	2,3	55,982	72,6	333	24175,80	24231,78	ket,alk,alk,alk
T2											
7--6	475	4,00	160	6	3,5	14	21,6	38,7	835,92	849,92	gr,su
6--5	951	4,50	200	8,5	5	22,5	43,35	48,2	2089,47	2111,97	gr,su
5--4	1426	4,50	250	8	3,2	14,4	38,4	43,5	1670,40	1684,80	gr,su
4--3	1902	4,50	315	7	2	9	29,4	33,2	976,08	985,08	gr

9 priedo tęsinys. Vėdinimo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Ruožo nr	Debitas L, m3/h	Ilgis l, m	Skersmuo mm	Greitis v, m/s	Trinties nuostoliai R/m' Pa	Trinties nuostoliai ruožui RI=R*I Pa	Dinaminis slėgis pdin, Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma	Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių	RI+Z, Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T2											
3--2	2377	1,78	315	7,2	2,3	4,094	31,104	40,5	1259,71	1263,81	gr,su
2--1	4279	14,80	400	9,8	2,8	41,44	57,624	79,5	4581,11	4622,55	tri,su
1--0	8559	12,77	500	11,5	3,2	40,864	79,35	308	24439,80	24480,66	ket,alk,alk,alk
I3											
15--14	5	3,02	100	0,5	0,1	0,302	0,15	4	0,60	0,90	dif, alk
14--13	35	3,36	100	1,2	0,25	0,84	0,864	6,3	5,44	6,28	tri, alk
13--12	67	1,76	100	2,7	1,4	2,464	4,374	2,3	10,06	12,52	tri,iš
12--11	514	0,64	160	7	4,5	2,88	29,4	11,9	349,86	352,74	tri,iš
11--10	554	1,64	200	5	1,8	2,952	15	6	90,00	92,95	tri
10--9	584	2,38	200	5,2	2	4,76	16,224	6,1	98,97	103,73	tri
9--8	684	0,68	200	6	2,6	1,768	21,6	5	108,00	109,77	tri
8--7	705	1,02	200	6,3	2,8	2,856	23,814	5,3	126,21	129,07	tri
7--6	789	5,02	200	7,6	4	20,08	34,656	11,5	398,54	418,62	tri,iš
6--5	1146	4,56	250	7	3,1	14,136	29,4	44	1293,60	1307,74	tri,alk
5--4	1157	2,10	250	7,1	3,2	6,72	30,246	10,2	308,51	315,23	tri,iš
4--3	2208	2,28	315	8	2,3	5,244	38,4	7,8	299,52	304,76	tri
3--2	2239	3,41	315	8,2	2,5	8,525	40,344	7,6	306,61	315,14	tri
2--1	2617	3,96	315	9	3	11,88	48,6	11,5	558,90	570,78	tri
1--0	2822	3,02	315	10	3,8	11,476	60	49,7	2982,00	2993,48	tri, alk
T3											
14--13	5	2,48	100	0,5	0,1	0,248	0,15	6	0,90	1,15	dif, alk
13--12	35	2,22	100	1,2	0,25	0,555	0,864	1	0,86	1,42	tri,su

9 priedo tęsinys. Vėdinimo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Ruožo nr	Debitas L, m3/h	Ilgis l, m	Skersmuo mm	Greitis v, m/s	Trinties nuostoliai R/m' Pa	Trinties nuostoliai ruožui RI=R*I Pa	Dinaminis slėgis pdin, Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma	Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių	RI+Z, Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T3											
12--11	482	2,35	160	6,9	4,5	10,575	28,566	46,7	1334,03	1344,61	tri,su
11--10	514	1,94	200	4,7	1,8	3,492	13,254	1,8	23,86	27,35	tri
10--9	544	1,14	200	4,9	2	2,28	14,406	2,1	30,25	32,53	tri
9--8	584	2,12	200	5,2	2,2	4,664	16,224	2,4	38,94	43,60	tri
8--7	605	1,92	200	5,3	2,3	4,416	16,854	2,6	43,82	48,24	tri
7--6	789	4,66	200	7,5	3,8	17,708	33,75	10,9	367,88	385,58	tri,su
6--5	1218	5,80	250	7,2	2,8	16,24	31,104	105	3265,92	3282,16	tri,alk
5--4	2269	1,18	250	8	3,5	4,13	38,4	19,1	733,44	737,57	tri,su
4--3	2280	4,72	315	8	2,3	10,856	38,4	4,1	157,44	168,30	tri
3--2	2802	1,86	315	9	3	5,58	48,6	8,8	427,68	433,26	tri
2--1	2905	3,06	315	10,5	4	12,24	66,15	9,3	615,20	627,44	tri
1--0	3110	3,32	315	11	4,2	13,944	72,6	145	10527,00	10540,94	tri, alk
I4											
6--5	405	9,00	160	5,4	2,8	25,2	17,496	23,5	411,16	436,36	gr,alk,iš
5--4	810	4,00	200	7	3,3	13,2	29,4	45,2	1328,88	1342,08	gr,iš
4--3	1215	4,00	250	7	2,6	10,4	29,4	7,1	208,74	219,14	tri
3--2	1620	4,00	250	9	4	16	48,6	56,5	2745,90	2761,90	gr,iš
2--1	2025	4,00	315	7	2	8	29,4	7,5	220,50	228,50	tr
1--0	2430	6,90	315	9	4	27,6	48,6	51	2478,60	2506,20	gr
I5											
4--3	72	1,20	125	1,7	0,4	0,48	1,734	51,6	89,47	89,95	dif,alk
3--2	144	2,40	125	3,1	1,4	3,36	5,766	8,3	47,86	51,22	tri,alk

9 priedo tęsinys. Vėdinimo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Ruožo nr	Debitas L, m3/h	Ilgis l, m	Skersmuo mm	Greitis v, m/s	Trinties nuostoliai R/m' Pa	Trinties nuostoliai ruožui RI=R*I Pa	Dinaminis slėgis pdin, Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma	Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių	RI+Z, Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I5											
2--1	216	1,48	125	5	3	4,44	15	15,6	234,00	238,44	tri,iš
1--0	536,4	1,80	160	7,1	4,9	8,82	30,246	36,1	1091,88	1100,70	tri
I6											
3--2	72	1,06	125	1,8	0,4	0,424	1,944	51,7	100,50	100,93	dif, alk
2--1	144	1,08	125	3,1	1,5	1,62	5,766	6,8	39,21	40,83	tri
1--0	216	2,40	125	4,8	3	7,2	13,824	18,4	254,36	261,56	tri
T4											
6--5	405	4,08	160	5,4	2,8	11,424	17,496	40,8	713,84	725,26	gr,su
5--4	810	4,08	200	7	3,3	13,464	29,4	46	1352,40	1365,86	gr,su
4--3	1215	4,08	250	7	2,6	10,608	29,4	40	1176,00	1186,61	gr
3--2	1620	4,08	250	9	4	16,32	48,6	58	2818,80	2835,12	gr,su
2--1	2025	4,08	315	7	2	8,16	29,4	41	1205,40	1213,56	gr
1--0	2430	11,76	315	9	4	47,04	48,6	79	3839,40	3886,44	gr,alk