

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**Rimantas Stanys**

**MAISTO VĖSINIMO SISTEMŲ DARBO METU  
IŠSISKIRIANČIOS ŠILUMOS PANAUDOJIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Lekt. Gertrūda Andriukaitienė

**KAUNAS, 2016**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS  
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA**

**TVIRTINU**  
Katedros vedėjas  
Doc. dr. Andrius Jurelionis

**MAISTO VĖSINIMO SISTEMŲ DARBO METU  
IŠSISKIRIANČIOS ŠILUMOS PANAUDOJIMAS**

Baigiamasis magistro projektas  
Pastatų inžinerinės sistemos (kodas 621H24001)

**Vadovas**  
Lekt. Gertrūda Andriukaitienė

**Recenzentas**

**Projektą atliko**  
Rimantas Stanys

**KAUNAS, 2016**

Darbą atliko SPM4 gr.  
studentas:

Rimantas Stanys

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Darbo vadovas:

Gertrūda Andriukaitienė

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Katedros vedėjas:

Andrius Jurelionis

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Konsultantai:

Architektūrinė dalis:

Gitana Šukaitytė

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Inžinerinių sistemų  
dalis:

Gertrūda Andriukaitienė

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Ekonominė dalis:

Odeta Viliūnienė

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Grafinė dalis:

Jolanta Šadauskienė

*vardas, pavardė*

*parašas, data*



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS**

Pastatų energinių sistemų katedra \_\_\_\_\_

**TVIRTINU:**

Katedros vedėjas doc. Andrius Jurelionis

\_\_\_\_\_  
Data, parašas

SPM4 grupės studentui(ei)

**Rimantui Staniui**

*vardas, pavardė*

**Baigiamojo darbo tema:**

**„Maisto vėsinimo sistemų darbo metu išsiskiriančios šilumos panaudojimas“**

**Pradiniai duomenys darbui:** \_\_\_\_\_

**Baigiamojo darbo turinys:**

**Aiškinamasis raštas**

**Atlikti**

Statinio charakteristika, statybos vietos, statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos

Architektūrinė dalis

Ekonominė dalis

Statinio inžinerinių sistemų dalis

Darbo sauga ir aplinkosauga

**Brėžiniai**

**Brėžinių skaičius**

Pastato planai, fasadas, pjūviai

Statinio inžinerinės sistemos

Kiti brėžiniai:

**Vadovas:**

\_\_\_\_\_  
*parašas*

\_\_\_\_\_  
*pareigos, vardas, pavardė*

**Užduotį gavau:**

\_\_\_\_\_  
*parašas*

\_\_\_\_\_  
*vardas, pavardė, data*

## PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

**Patvirtinu**, kad parengtas magistro baigiamasis darbas

„Maisto vėsinimo sistemų darbo metu išsiskiriančios šilumos  
panaudojimas“

(įrašyti pavadinimą)

- 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

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

MAISTO VĖSINIMO SISTEMŲ DARBO METU IŠSISKIRIANČIOS ŠILUMOS  
PANAUDOJIMAS

Rimantas Stanys

Magistro baigiamajame darbe prekybos centrui, esančiam Kauno mieste, projektuojamos šildymo ir vėdinimo sistemos. Darbo tikslas – suprojektuoti ir įrengti tokias mikroklimato bei oro kokybės parametrus palaikančias ir reguliuojančias šildymo ir vėdinimo sistemas, kad tinkamai eksploatuojant patalpas, normaliomis lauko sąlygomis, visose pastato patalpų veiklos zonose, optimaliai naudojant energiją, būtų galima palaikyti norminius mikroklimato bei oro kokybės parametrus[2].

Šilumnešis patalpų šildymo ir vėdinimo sistemoms bus tiekiamas centralizuotai - iš miesto šilumos tinklų. Prekybos centro šilumos punktas suprojektuotas su trimis šilumokaičiais: vėdinimui, šildymui ir karštam vandeniui ruošti. Siekiant didinti pastato energetinį efektyvumą, numatoma įrengti šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių sistemą ir taip padėti dalį šildymui ir karštam vandeniui ruošti sunaudojamos energijos sąnaudų.

Pagal apskaičiuotus patalpų šilumos nuostolius, šilumos pritekėjimus, patalpų aukščius, patalpose vykiančią veiklą, atsižvelgiant į energijos taupymo aspektą, parinkta atitinkama įranga ir suprojektuotos šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemos.

Prekybos salei suprojektuota dūmų šalinimo sistema.

Atlikti ekonominiai skaičiavimai ir sudaryta T2/I2 vėdinimo sistemos sąmata.

Reikšminiai žodžiai (iki 8 žodžių)

Šildymas, vėdinimas, šilumos atgavimas ir panaudojimas, vėsinimas.

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

**MASTER THESIS**

**HEAT RECOVERY AND REUSAGE IN REFRIGERATION SYSTEMS**

Rimantas Stanys

The aim of master thesis is to design heating, cooling and ventilation systems to ensure sufficient/normative microclimate parameters and minimal energy consumptions for a shopping center in Kaunas.

Required thermal energy for heating and ventilation systems will be obtained from the city thermal network. A part of energy will be recovered from refrigeration cycle and reused on heating purposes. In order to prepare thermal carrier for a ventilation/heating systems and a hot water there was designed independent connection heating point with three heat exchangers.

A calculation of heat losses and inflows was made. By the results of these calculations and other parameters (height of rooms, efficiency) there were selected a suitable equipment of heating, cooling and ventilation systems.

A smoke exhaustion system was designed for a trading mall.

There was made pricing calculations to find out an estimate value of ventilation system T2/I2. Other calculations were made to estimate if it is suitable to design and install heat recovery and reusage in refrigeration systems.

Keywords (up to 8 words):

Heating, cooling, ventilation, heat recovery in refrigeration.

## TURINYS

ĮVADAS.....	10
1. MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO TIRIAMOJI DALIS.....	12
1.1. Įvadas .....	12
1.2. Maisto vėsinimo sistemos veikimo principas .....	13
1.3. Šilumos atgavimo sistema .....	14
1.3.1. Šilumos atgavimo sistemos veikimo principas .....	14
1.3.2. Šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių pavyzdinės schemos .....	15
1.3.3. Pirmoji schema. Perteklinės šilumos atgavimas ir panaudojimas karštam vandeniui ruošti arba vėdinimo įrenginio pirminės šildymo sekcijos šilumnešiui ruošti.....	14
1.3.4. Antroji schema. Perteklinės šilumos panaudojimas karštam vandeniui ruošti.....	17
1.4. Tyrimo metodai.....	18
1.4.1. Tyrimams atlikti naudojamos kompiuterinės programos .....	18
1.5. Tyrimo rezultatai.....	18
1.5.1. Kompiuterinio modeliavimo rezultatai .....	18
1.5.2. Šilumos kiekio, reikalingo pakelti vandens temperatūrą nuo 5 °C iki 35 °C ir jo temperatūrai palaikyti, skaičiavimas.....	23
1.5.3. Šilumos (energijos) kiekio, kurį galima atgauti nuo maisto vėsinimo įrenginių, skaičiavimas .....	24
1.5.4. Šilumos, kurią galima atgauti nuo maisto vėsinimo įrenginių ir panaudoti pirminės oro ruošimo įrenginio sekcijos šilumnešiui ruošti, energiniai skaičiavimai .....	25
1.5.5. Šilumos atgavimo sistemos ekonominių parametru skaičiavimas .....	29
1.6. Apibendrinimas.....	30
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS.....	32
2.1. Bendrieji statinio techniniai rodikliai.....	32
2.2. Sklypo plano sprendiniai .....	32
2.3. Pastato sprendiniai .....	33
3. OBJEKTO STATYBOS TEISINIO REGLAMENTAVIMO DALIS .....	35
3.1. Šildymo sistemos projektavimas.....	37
3.2. Reikalavimai šilumos punkto patalpai .....	38
3.3. Vėdinimo sistemos projektavimas .....	39
3.4. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas .....	39
4. PASTATO INŽINERINIŲ SISTEMŲ IR ĮRANGOS DALIS .....	41
4.1. Šildymo sistema .....	41
4.1.1. Šilumos nuostolių skaičiavimas .....	42
4.1.2. Šildymo sistemos galios skaičiavimas .....	45
4.1.3. Šildymo prietaisų parinkimas .....	46
4.1.4. Vamzdynų hidraulinis skaičiavimas.....	47
4.2. Vėdinimo sistemos.....	48
4.2.1. Projektinės sąlygos.....	48
4.2.2. Bendrieji reikalavimai vėdinimo sistemoms .....	51
4.2.3. Projektiniai sprendimai.....	51
4.2.4. 102, 103 patalpų šilumos balansų žiemos ir vasaros sezonams sudarymas ir T3/I3 sistemos skaičiavimas. ....	54
4.2.5.1. 102, 103, 105 ir 106 patalpų vėdinimo sistemos įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai(sistema T1/I1) .....	60
4.2.5.2. Pagalbinių patalpų zonos vėdinimo įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai (sistema T2/I2) .....	63



4.2.5.3. Vaistinės patalpų zonos vėdinimo įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai (sistema T3/I3).....	66
4.2.6. Dūmų ir šilumos valdymo sistemos projektavimas. ....	69
5. EKONOMINĖ DALIS .....	71
5.1 Vėdinimo sistemos įrengimo kainos pagrindiniai apskaičiavimo principai.....	71
5.2 Pagrindiniai ekonominiai rodikliai .....	72
6. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS .....	73
6.1. Aplinkosaugos dalis .....	73
6.2. Darbų sauga .....	74
IŠVADOS.....	76
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	80
PRIEDAI .....	81

## ĮVADAS

Magistro studijų baigiamajame darbe suprojektuotos šildymo ir vėdinimo sistemospastatui Kauno mieste. Užduotyje nurodytame pastate įsikurs prekybos centras ir vaistinė. Numatomas prekybos salės plotas bus  $603,57\text{m}^2$ , vaistinės –  $65,66\text{m}^2$ , pagalbinių patalpų plotas –  $349,01\text{m}^2$ .

Šilumnešis bus tiekiamas iš centralizuotų miesto šilumos tinklų. Suprojektuotas šilumos punkto modulis su trimis šilumokaičiais, skirtais pastato šildymo ir vėdinimo sistemoms bei karštam vandeniui ruošti. Siekiant didinti pastato energetinį efektyvumą, numatoma įrengti šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių sistemą ir taip padengti dalį šildymui ir karštam vandeniui ruošti sunaudojamos energijos sąnaudų.

Šildymo sistemos. Pagalbinių patalpų zonai (visos patalpos tarp A-H ir 8-10 ašių ir 101, 104, 105, 106, 201 patalpos), pagal apskaičiuotą šilumos poreikį ir atsižvelgiant į tai, kad daugumos jų aukštis yra 3,20m, suprojektuota dvivamzdė, šakotinė, šildymo sistema. Prekybos salės zonai (102, 103 patalpos) šilumos nuostoliams padengti derinami du šildymo būdai: orinis šildymas (naudojant pagrindinę vėdinimo kamerą sist. nr. T2/I2) ir radiatorinis šildymas. Kaip rezervinis šildymo būdas numatomas šildymas kasetiniais oro ruošimo įrenginiais. Vaistinės patalpų zonai (107 – 111 patalpos) numatoma įrengti radiatorinę šildymo sistemą. Virš pagrindinio pastato įėjimo numatoma oro užuolaida, kuri padengs dėl išorinių durų varstymo susidarantį šilumos nuostolius. Patalpoje nr. 113 (prekių iškrovimo patalpa) prie vartų bus įrengta oro užuolaida, kuri neleis šaltam orui patekti į patalpą.

Vėdinimo sistemos. Pastatui suprojektuoti trys oro ruošimo įrenginiai, vėdinsiantys: prekybos salės zoną (T1/I1), pagalbinių patalpų zoną (T2/I2) ir vaistinės zoną (T3/I3). Siekiant panaudoti šaldytuvų darbo metu išsiskiriančią šilumą T1/I1 ir T2/I2 sistemų oro ruošimo įrenginiai numatomi su pirminio šildymo sekcijomis, kurių šilumnešis bus ruošiamas naudojant atgautą šilumą. T1/I1 ir T3/I3 sistemų oro ruošimo įrenginiai komplektuojami su vėsinimo sekcijomis. Prekybos salėje likusiems šilumos pritekėjimams asimiliuoti numatomas papildomas vėsinimas lubiniais- kasetiniais oro ruošimo įrenginiais. T2/I2 sistemos oro ruošimo įrenginyje oro vėsinimo sekcija neprojektuojama, nes oras bus tiekiamas ir į persirengimo kambarius. T1/I1 sistema vėdinamoms patalpoms, kuriose bus nemaži šilumos išsiskyrimai, numatoma įrengti SPLIT tipo oro vėsinimo įrenginius (sistemos V1, V2, V3). Oro vėsinimo sistemų V1 ir V2 išoriniai įrenginių blokai numatomi tinkami darbui ir šaltuoju metų laikotarpiu. Oro šalinimas iš san. mazgų ir dušų numatomas lubiniais ventiliatoriais, kurie įsijungia nuo šviesos jungiklio, o išjungimas atidedamas 20min. (sistemos

I5, I6, I7, I8, I9, I10). Oro šalinimui iš psichotropinių vaistų sandėlio numatoma atskira sistema (I11) su lubiniu oro šalinimo ventiliatoriumi, kuris įsijungia atidarius sandėlio duris. Prekybos salės zonaisuprojektuota dūmų šalinimo sistema.

Vėdinimo sistemai T2/I2 sudarytas medžiagų kiekių žiniaraštis ir sąmata. Apskaičiuota, kad T2/I2 vėdinimo sistemos sąmatinė kaina -10,15 tūst. Eur (be PVM).

## 1.MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO TIRIAMOJI DALIS

### 1.1.Įvadas

Jau nuo senų senovės žmonija naudojo natūralų ledą/sniegą maistui vėsinti, tik vėliau buvo išmokta šaldymo procesą generuoti dirbtinai, tai yra atskirti jį nuo gamtos. Augant ekonomikoms, gerėjant žmonių gyvenimo kokybei, maisto vartojimo kultūra plečiasi, daugėja didelių parduotuvių su itin gausiu maisto pasirinkimu. Įvairūs vaisiai, daržovės, pieno ir mėsos produktai atkeliauja iš tolimiausių kampelių. Siekiant šiuos produktus išlaikyti šviežius, geros išvaizdos ir fizinių savybių, dažniausiai yra naudojama ištisa jų vėsavimo grandinė. Vėsavimo grandinė prasideda gamyklose/plantacijose, tęsiama transportavimo priemonėse ir prekybos bei sandėliavimo vietose. Šio darbo įvadui plačiau nagrinėsiu paskutinę maisto vėsavimo grandinės stotelę – maisto prekių parduotuvėse esančius vėsavimo įrenginius. Maisto prekių parduotuvėse produktams vėsinti naudojami šaldytuvai, šaldikliai, pastovios temperatūros patalpos, kiti įrenginiai. Nors globalioji bendruomenė jau seniai išreiškė susirūpinimą dėl šių įrenginių įtakos pasaulinio atšilimo efektui, tačiau jų paplitimas nuolatos didėja ir sparčiai didės ateityje. Spartų didėjimą Tarptautinio Šaldymo Instituto („International Institute of Refrigeration“) atlikto tyrimo, kurio rezultatus matote lentelėje nr.1.1.1., duomenimis lems maisto šaldymo technologijų plitimas besivystančiose šalyse, kuriose šiuo metu dėl šaldymo įrangos stokos prarandama apie 28% viso maisto.

**1.1. lentelė.** Reikalavimai maisto produktų vėsavimui ir jų praradimai dėl vėsavimo stokos (International Institute of Refrigeration (IIR), 2009)

	Pasaulinė populiacija	Išsivysčiusios šalys	Besivystančios šalys
Populiacija 2009m. (milijardais gyventojų)	6.83	1.23	5.60
Šaldymo įrangos kiekis (m <sup>3</sup> /1000 gyventojų)	52	200	19
Buitinių šaldytuvų skaičius (1000 gyventojų)	172	627	70
Maisto praradimas (visi produktai) (%)	25	10	28
Maisto praradimas (vaisiai ir daržovės) (%)	35	15	40
Maisto praradimas (greitai gendantys produktai) (%)	20	9	23

Apie 40% viso pasaulyje parduodamo maisto parduotuvėse turi būti laikomi žemesnėje negu aplinkos temperatūroje [29]. Produktų vėsavimas apima apie 50% visų prekybos centro elektros energijos sąnaudų [32]. Kaip jau minėjau anksčiau, globalioji visuomenė išties susirūpinus maisto vėsavimo sistemų daroma įtaka klimato atšilimui. Nors

pagrindinį susirūpinimą maisto produktų vėsinimo sistemose kelia jose naudojami šaltnešiai, tačiau šių sistemų sunaudojamas elektros energijos kiekis yra nei kiek ne mažesnė problema. Įvairiuose šaltiniuose teigiama, kad vėsinimui sunaudojama apie 15% visos pasaulyje pagaminamos elektros energijos [29].

Maisto prekių parduotuvėse maisto vėsinimo sistemos veikia ištisus metus. Ruošiant šaltnešį, naudojamą vėsinimo įrenginiuose, išsiskiria daug šilumos energijos, kuri yra gana žemos temperatūros, todėl dažnai vadinama nešvaria/pertekline šiluma, kurią tiesiogiai panaudoti kitame technologiniame procese yra gana sudėtinga. Išsiskiriančios šilumos temperatūra gali būti pakeliama, didinant kondensavimo slėgį šaldymo sistemoje, tačiau tyrimai parodė, kad toks būdas suteikti šiai šilumai „vertę“ iššvaisto daugiau elektros energijos negu jos sutaupo [33].

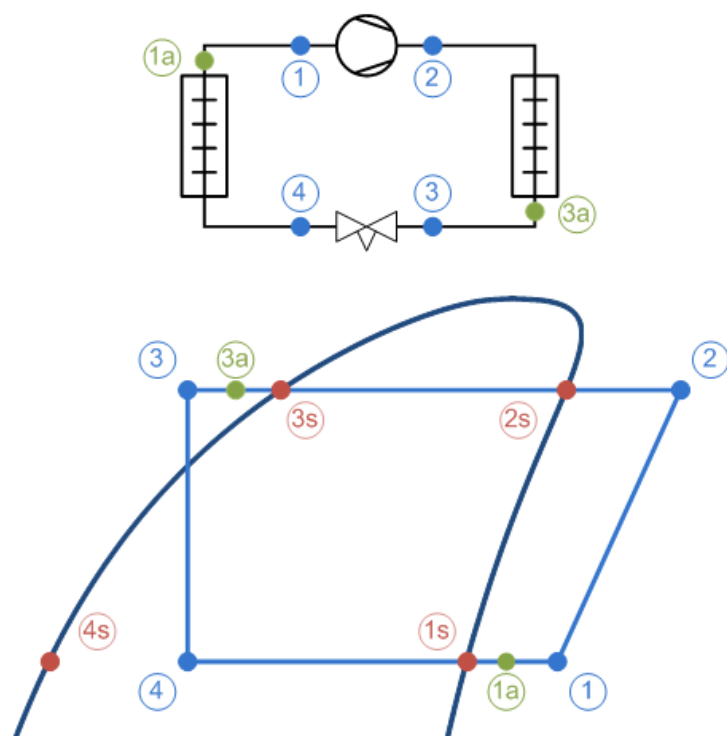
Šiame darbe bus nagrinėjami du maisto vėsinimo sistemų šaltnešių ruošimo metu išsiskiriančios šilumos panaudojimo būdai. Pirmasis būdas – šilumos naudojimas karštam vandeniuisušildyti prieš pagrindinį karšto vandens šilumokaitį. Antrasis būdas – vėdinimo įrenginio pirminės šildymo sekcijos šilumnešiu ruošti. Šių tipų sistemos veikia daugelyje pasaulio šalių, tarp jų ir Lietuvoje. Šios sistemos Lietuvoje dar nėra paplitusios, tačiau didieji prekybos tinklai jas pradeda diegti savo parduotuvėse. Nagrinėdamas energinį/ekonominį perteklinės šilumos panaudojimo efektą naudosisiu duomenis, gautus atlikus šaldymo procesų simuliacijas „Danfoss Coolselector2“ ir „Emerson Select 7.10“ kompiuterinėmis programomis. Darbo tikslas - išnagrinėti maisto vėsinimo sistemų kompresorių darbo metu išsiskiriančios šilumos panaudojimo schemų energinį/ekonominį efektą ir susistemintus duomenis, pateikti nuorodas projektuotojams, kada yra naudinga tokias sistemas projektuoti.

## **1.2. Maisto vėsinimo sistemos veikimo principas**

Schemoje nr. 1 matote maisto vėsinimo sistemos veikimo principą. Atkarpoje 1-2 vaizduojamas kompresoriaus darbas, čia didėja garų slėgis ir entalpija, kurios padidėjimas atspindi kompresoriaus įdedamą darbą. Atkarpa 2-3 vaizduoja kondensatoriaus veikimą, čia garai iš dujinės agregatinės būsenos pereina į skysčio (atkarpa 2-2s vaizduoja perkaitintų garų vėsinimą iki prisotintų garų temperatūros); 2s-3s atkarpoje toliau vyksta kondensavimo procesas; atkarpoje 3s-3a-3 vaizduojamas papildomas vėsinimo procesas). Atkarpa 3-4 vaizduoja išsiplėtimo vožtuvo veikimą, kuriame šaltnešis plečiasi, krenta jo slėgis, o entalpija išlieka pastovi. Atkarpa 4-1 vaizduoja garintuvo veikimą, kuriame skysčio agregatinės

būsenos šaltnešis pereina į dujinę būseną. Atkarpoje 4-1 iš aplinkos sugerama šiluma (atkarpoje 4-1s žemo slėgio šaltnešis garintuve apsorbuoja šilumą iš aplinkos ir virsta garu; atkarpoje 1s-1 šaltnešis, dujų agregatinėje būsenoje, toliau absorbuoja šilumą kol patenka į kompresorių).

**Schema nr. 1.1.** Maisto vėsinimo sistemos veikimo schemair veikimo kreivė (veikimo kreivės horizontaliojoje ašyje vaizduojama entalpija (kJ/kg), o vertikaliojoje slėgis (bar)). „Danfoss Coolselector 2“



### 1.3. Šilumos atgavimo sistema

#### 1.3.1. Šilumos atgavimosistemos veikimo principas

Perteklinė šiluma susidaro schemoje nr. 1.1. (žr. 11 p.) pavaizduoto 1-2 garo suspaudimo proceso metu. Šią perteklinę šilumą atgauti galima 2-3 (2-2s) proceso metu, kaip kondensatorių panaudojant akumuliacinę talpą su joje įrengtu šilumokaičiu, kitu atveju ši šiluma, tiesiog, bus šalinama į aplinką. Perteklinės šilumos kokybė, t.y. temperatūra, priklauso nuo šaldymo sistemos veikimo charakteristikų. Iš kompresoriaus išeinančių garų temperatūra (taškas 2, schemoje nr. 1.1.) lemia perteklinės šilumos kokybę, o šių garų temperatūra priklauso nuo į kompresorių įeinančių garų temperatūros (taškas 1, schemoje nr. 1.1.). Iš kompresoriaus išeinančių garų temperatūra taip pat priklauso ir nuo sočiųjų garų kondensacijos temperatūros, t.y. kondensacijos temperatūrai didėjant, didėja ir išeinančių garų temperatūra. Taigi, panaudojant perteklinę šilumą išsiskiriančią 1-2 proceso metu mes ne tik

sumažinsime karšto vandens ruošimo ir/ar šildymo kaštus, tačiau ir efektyviau naudosisime energiją, taip darydami mažesnę žalą gamtai.

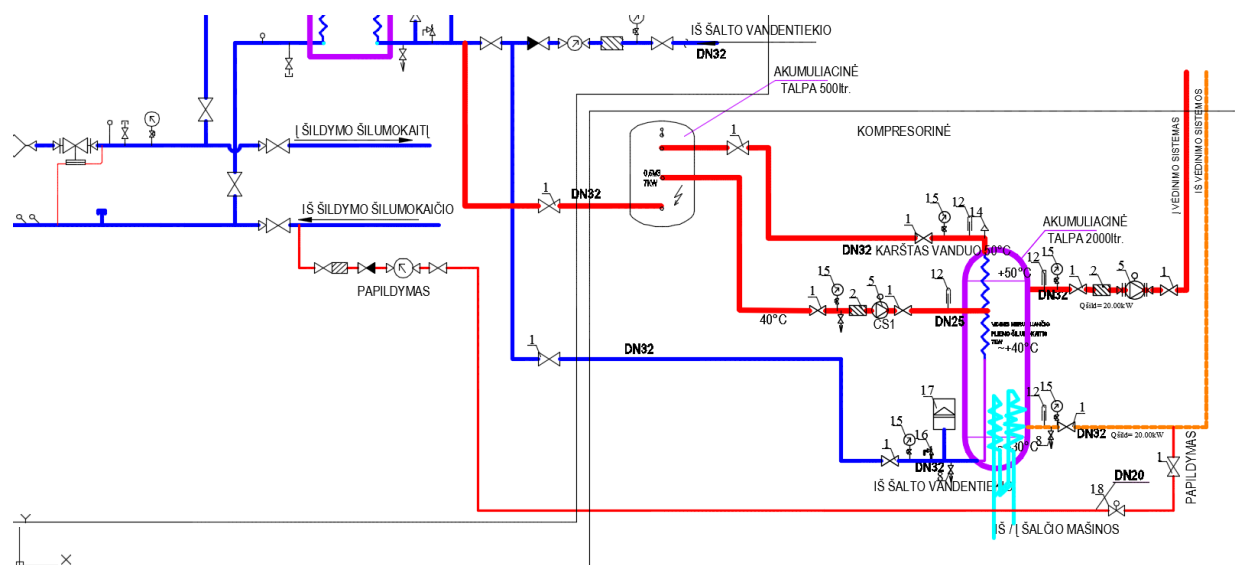
### **1.3.2. Šilumos atgavimo nuošaldytuvų kompresorių pavyzdinės schemos**

Šiame darbe nagrinėjamos dvi šilumos atgavimo schemos. Abiejose schemose kompresorių darbo metu susidaranti šiluma atgaunama 2-2s proceso metu. Pirmoji yra sumontuota ir veikia prekybos centre Kauno mieste, o antrąją schemą numatoma montuoti prekybos centre, kuris duris atvers ketvirtajame 2015 metų ketvirtyje Jonavoje. Pirmajame prekybos centre atgauta šiluma naudojama buitiniam karštam vandeniui ruošti ir oro ruošimo įrenginio pirminės šildymo sekcijos šilumnešiu ruošti. Antrajame prekybos centre atgauta šiluma naudojama buitiniam karštam vandeniui ruošti. Pirmojo prekybos centro šildymui ir karšto vandens ruošimo poreikiams tenkinti naudojamas šilumnešis tiekiamas iš centralizuotų miesto šilumos tinklų, antrajame prekybos centre šilumnešis yra ruošiamas dujinio kuro katiluose. Nagrinėjami prekybos centrai yra panašaus dydžio. Pirmasis prekybos centras 2559m<sup>2</sup> ploto, antrasis – 3402m<sup>2</sup>. Pirmajame prekybos centre sumontuota 80kW galios (šaldymo galia) maisto produktų vėsinimo sistema, antrajame – 82kW sistema. Abiejuose prekybos centruose įrengtose šaldymo sistemose naudojamas/bus naudojamas R404A („freonas“) šaltnešis (kondensacijos temperatūra 308K (35<sup>0</sup>C). Nagrinėdamas pirmąją schemą laikysiu, kad šaldymo sistemos dalis iki šilumos atgavimo schemos pradžios yra tokia pati, kaip pateikta schemoje nr. 1.3. , žr. 136p., sudubliuota dalis: procesai 1-2, 3-4, 4-1, vykstantys atitinkamai kompresoriuje, išsiplėtimo vožtuve ir garintuve (schema nr. 1.1., žr. 11 p.).

### **1.3.3. Pirmoji schema. Perteklinės šilumos atgavimas ir panaudojimas karštam vandeniui ruošti arba vėdinimo įrenginio pirminės šildymo sekcijos šilumnešiu ruošti**

Pirmoji schema įrengta 2559m<sup>2</sup> prekybos centre Kaune, kuriame sumontuota 80kW galios maisto produktų vėsinimo sistema. Šilumnešis naudojamas šildymui ir karštam vandeniui ruošti, tiekiamas iš centralizuotų miesto šilumos tinklų. Schemos ištrauką matome žemiau (schema nr. 1.2.), o visa schemą galite rasti prieduose (žr. 135 p.).

**Schema nr. 1.2.** Perteklinės šilumos atgavimas ir panaudojimas karšto vandens šildymui arba vėdinimo įrenginio pirminės šildymo sekcijos šilumnešiui ruošti



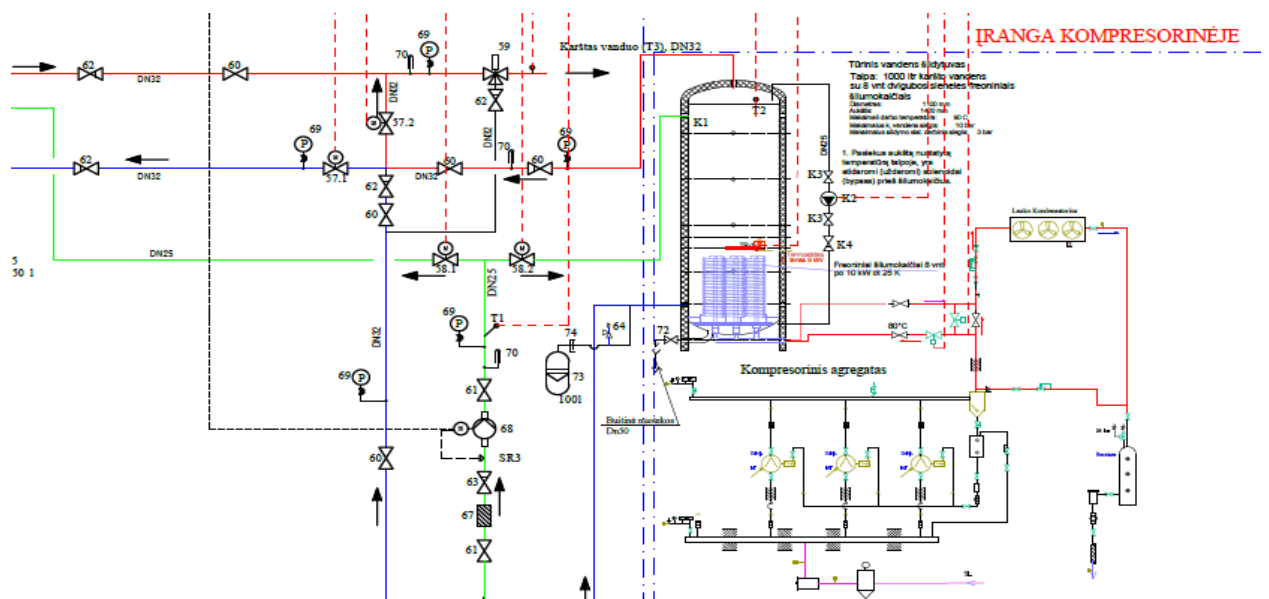
Šioje schemoje nuo vėsinimo sistemos 2-2s procese (žr. 1.1. schemą, 11p.) nuvestas šaltnešis cirkuliuoja per šilumokaičius, esančius 2000l tūrio akumuliacinėje talpoje (didžioji talpa). Šioje talpoje ir vyksta 2-2s procesas – kondensacija. Atidavęs šilumą ir sukondensuotas šaltnešis grąžinamas atgal į šaldymo sistemą, kurioje vyksta tolimesni procesai. Schemoje pavaizduotos dvi akumuliacinės talpos. Didžiojoje talpoje yra tarpinis šilumnešis (vanduo), kuris yra naudojamas pernešti šilumą į vėdinimo įrenginio pirminio šildymo sekcijos šilumnešio parametrų reguliavimo mazgą (toliau į pirminio šildymo sekciją) ir tas pats tarpinis šilumnešis naudojamas 500l talpoje (mažoji talpa) esančiam geriamajam vandeniui sušildyti. Mažajoje talpoje akumuliuojamas vanduo, sušildytas šilumokaityje, esančiame didžiojoje talpoje (pirminis vandens sušildymas prieš pagrindinį 88kW galios karšto vandens šilumokaitį). 500l tūrio talpoje esantis vanduo gali pasiekti iki 35°C temperatūrą, ši temperatūra yra per žema, kad žūtų legionelės bakterijos, todėl šių bakterijų profilaktikai atlikti įrengtas 7kW galios elektrinis šilumokaitis, kuris nustatytu intervalu pakelia temperatūrą talpoje iki 70°C. Šilumos atgavimo sistema dirba dviem režimais. Pirmasis (atliekamas tik pirminis karšto vandens sušildymas) skirtas šiltajam metų laikui, kai šildymo poreikiai yra nedideli arba jų visai nėra. Antrasis (nuo šaldymo sistemos atgauta šiluma naudojama vėdinimo įrenginio pirminio šildymo sekcijos šilumnešiui ruošti) naudojamas šaltuoju metų laiku. Sistemos perjungiamos rankiniu būdu. Pirmojo tipo sistema išjungiamą ir antrojo tipo įjungiamą prasidėjus šildymo sezonui ir atvirkščiai.



### 1.3.4. Antroji schema. Perteklinės šilumos panaudojimas karšto vandens ruošimui

Antroji schema bus įrengta 3402 m<sup>2</sup> prekybos centre Jonavoje, kuriame sumontuota 85kW galios šaldymo sistema. Šilumnešis bus naudojamas karšto vandens pirminiam sušildymui. Schemos ištrauką matome 15p. (schema nr. 1.3.), o visą schema galite rasti prieduose, (žr. 136 p.). Šioje schemeje karštam vandeniui ruošti bus naudojamas šilumnešis, ruošiamas dujinio kuro katile. Kaip ir pirmojoje schemeje nuo šaldymo sistemos 2-2s procese (schema nr.1.1., žr. 11p.) nuvestas šaltnešis cirkuliuos per šilumokaičius, esančius akumuliacinėje talpoje (tūris – 1000l), taip atiduodamas šilumą ne tarpiniam šilumnešiui, o geriamajam vandeniui, kuris ir bus kaupiamas šioje talpoje. Siekiant apsaugoti geriamąjį vandenį nuo šaltnešio patekimo, talpoje bus sumontuoti šilumokaičiai, kurie yra dvigubos sienelės konstrukcijos. Talpoje taip pat bus įrengtas elektrinis šilumokaitis legionelių bakterijų profilaktikai atlikti. Šioje schemeje po pirminio sušildymo geriamasis vanduo „keliaus“ tiesiai į karšto vandens šilumokaitį, kuriame jo temperatūra bus pakeliama iki nustatytos (55<sup>0</sup>C). Cirkuliacinio vandentiekio linijoje bus įrengtos dvi sklendės su el. pavaromis. Jos bus valdomos automatiškai pagal cirkuliacinio vandens temperatūrą, jeigu ji bus aukštesnė už akumuliacinio vandens temperatūrą (vandeniu akumuliacinėje talpoje), tuomet cirkuliacinis vanduo bus grąžinamas tiesiai į karšto vandens ruošimo šilumokaitį, jeigu temperatūra bus žemesnė už akumuliacinio vandens temperatūrą, tuomet, užsidarius vienai elektrifikuotai sklendei, cirkuliacinis vanduo bus tiekiamas į akumuliacinę talpą, kurioje bus sušildomas prieš šilumokaitį.

**Schema nr. 1.3.** Antroji schema. perteklinės šilumos atgavimas ir panaudojimas karštam vandeniui ruošti prekybos paskirties pastatui Jonavos mieste



## **1.4. Tyrimo metodai**

### **1.4.1. Tyrimams atlikti naudojamos kompiuterinės programos**

Tyrimams atlikti naudojamos „Danfoss Coolselector2“ ir „Emerson Select 7.10“ kompiuterinės šaldymo procesų modeliavimo programos. Šias programas kaip patikimą ir nemokamą šaldymo įrangos projektavimo ir įrangos parinkimo pagalbininką naudoja daugelis Lietuvos ir pasaulio šaldymo procesų projektavimo įmonių. Dvi programas siekiant išvengti duomenų netikslumo, atsižvelgiant į tai, kad programos yra nemokamos ir teikiamos dviejų skirtingų, gerai žinomų šaldymo įrangos gamintojų.

## **1.5. Tyrimo rezultatai**

### **1.5.1. Kompiuterinio modeliavimo rezultatai**

Siekiant, kad tyrimo duomenys būtų kuo tikslesni, kompresorių darbo metu susidarantis šilumos kiekis įvertinamas keturių tipų šaltneši naudojančioms sistemoms ir esant keturioms skirtingoms šaltnešio kondensacijos temperatūroms. Skirtingus šilumnešius naudojančios ir skirtingas šaltnešio kondensacijos temperatūras turinčios sistemos nagrinėjamos nes norima nustatyti kaip nuo jų priklauso šaldymo sistemų veikimo parametrai, išsiskiriančios šilumos kiekiai bei siekiant išrinkti efektyviausiai veikiančią sistemą. Efektyvumą vertinsiu pagal keturis kriterijus. Pirmasis kriterijus yra maisto vėsavimo sistemos naudingumo koeficientas COP, antrasis – kondensacijos temperatūra (kuo ji yra aukštesnė tuo aukštesnės temperatūros perteklinę šilumą galime atgauti, schema nr.1.1., žr. 11p.), trečiasis - šilumos kiekis susidarantis perkaitintų garų vėsavimo iki prisotintų garų temperatūros 2-2s proceso metu (schema nr.1.1.), ketvirtasis – šilumos kiekis susidarantis visos kondensacijos metu 2-3 procesas (schema nr.1.1.). Tyrimo duomenis pateiksiu trims skirtingiems šaldymo sistemų galingumams. 80kW galios šaldymo sistemos nagrinėjamos, siekiant nustatyti dviejų nagrinėjamų schemų veikimo parametrus ir nustatyti ar nagrinėjamų schemų projektiniai parametrai (šaltnešio tipas ir kondensacijos temperatūra) yra tinkamai parinkti, siekiant maksimizuoti nagrinėjamų sistemų efektyvumą. 40kW galios šaldymo sistema nagrinėjama siekiant išsiaiškinti kokių parametru šaldymo sistemą būtų tikslingiausia įrengti magistro baigiamajame darbe projektuojamoje maisto prekių parduotuvėje. Trečiasis duomenų, išskirtų pagal maisto produktų vėsavimo sistemos galią, tipas parodo kiek galima išgauti šilumos iš 1kW vėsavimo sistemos galios. Duomenys pateikiami lentelių ir diagramų pavidalu, o duomenų modeliavimo pavyzdžius „Danfoss Coolselector2“ ir „Emerson Select

7.10“programomis galite matyti prieduose (žr. 123,124p.). Naudodamasis „Emerson Select 7.10“ programos metinių veikimo duomenų funkcija (annual running cost/details, žr. prieduose, 125 p.) nustaciau, kad maisto produktų vėsinimo sistemos kompresorius prekybos centruose (Lietuvoje) vidutiniškai veikia po 20,47h per parą.

**1.2. lentelė.** Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametrai, kai šaltnešių kondensacijos temperatūra yra 303K (30°C), o projektinės maisto vėsinimo sistemų galios – 80kW ir 40kW (projektinė maisto vėsinimo sistemos galia „Danfoss Coolselector2“ programoje – cooling capacity, o „Emerson Select 7.10“ programoje – requirement, žr. priedai, psl. 26,27)

Šaltnešio tipas	R404A	R407A	R407F	R744	R404A	R407A	R407F	R744
1	2	3	4	5	2	3	4	5
Šaldymo galia, kW	80,20	80,10	80,20	62,30	40,10	40,10	40,00	40,10
El. energijos galia, kW	25,00	24,50	24,70	26,20	11,15	14,80	11,30	17,10
Naudingumo koeficientas (COP)	3,21	3,26	3,25	2,38	3,59	2,71	3,54	2,34
Šaltnešio srautas, kg/h	2235,60	1738,80	1558,80	1346,40	1116,00	871,20	777,60	867,60
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procese (visa kondensacija), kW	102,00	102,00	102,50	78,90	49,70	53,40	50,10	51,00
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	24,74	13,96	14,78	36,06	10,08	6,60	6,56	25,20

**1.3. lentelė.** Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametrai, kai šaltnešių kondensacijos temperatūra yra 308K (35°C), o projektinės maisto vėsinimo sistemų galios – 80kW ir 40kW

Šaltnešio tipas	R404A	R407A	R407F	R404A	R407A	R407F
1	2	3	4	2	3	4
Šaldymo galia, kW	80,30	80,10	80,00	40,10	40,20	40,10
El. energijos galia, kW	27,60	27,10	26,20	13,75	12,80	13,55
Naudingumo koeficientas (COP)	2,90	2,96	3,05	2,91	3,14	2,96
Šaltnešio srautas, kg/s	2379,60	1803,60	1609,20	1188,00	914,40	817,20
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procese (visa kondensacija), kW	104,50	104,50	103,50	52,10	51,60	52,30
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	18,12	10,78	10,73	9,24	5,76	5,72

**1.4. lentelė.** Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametrai, kai šaltnešių kondensacijos temperatūra yra 313K (40<sup>0</sup>C), o projektinės maisto vėsinimo sistemų galios – 80kW ir 40kW

Šaltnešio tipas	R404A	R407A	R407F	R404A	R407A	R407F
1	2	3	4	2	3	4
Šaldymo galia, kW	80,10	80,10	80,40	40,00	40,00	40,00
El. energijos galia, kW	32,10	31,90	30,50	17,35	19,55	15,10
Naudingumo koeficientas (COP)	2,50	2,52	2,64	2,31	2,05	2,65
Šaltnešio srautas, kg/s	2545,20	1900,80	1695,60	1270,80	950,40	853,20
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procese (visa kondensacija), kW	108,00	108,50	108,00	55,40	57,90	53,60
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	13,44	11,96	7,92	8,20	4,76	4,76

**1.5. lentelė.** Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametrai, kai šaltnešių kondensacijos temperatūra yra 318K (45<sup>0</sup>C), o projektinės maisto vėsinimo sistemų galios – 80kW ir 40kW

Šaltnešio tipas	R404A	R407A	R407F	R404A	R407A	R407F
1	2	3	4	2	3	4
Šaldymo galia, kW	80,90	80,80	80,30	40,00	40,00	40,20
El. energijos galia, kW	38,20	36,10	36,30	18,50	18,90	17,45
Naudingumo koeficientas (COP)	2,12	2,24	2,21	2,20	2,12	2,30
Šaltnešio srautas, kg/s	2775,60	2026,80	1778,40	1371,60	1015,20	900,00
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procese (visa kondensacija), kW	114,50	113,50	113,00	55,90	57,10	56,00
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	10,18	9,86	5,69	6,84	3,44	3,48

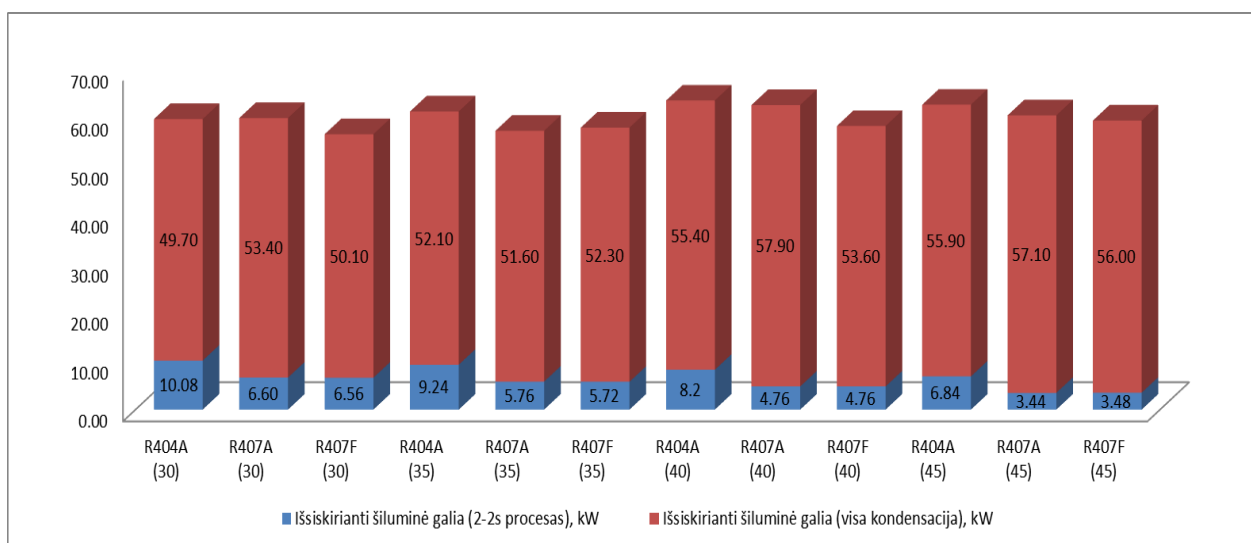
**1.6. lentelė.** Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametrai, kai projektinės maisto vėsinimo sistemų galios – 1kW

Šaltnešio tipas	R404A	R407A	R407F	R744
1	2	3	4	5
Kondensacijos temperatūra 30 <sup>0</sup> C				
Šaldymo galia, kW	1,00	1,00	1,00	1,00
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procesas, kW	1,335	1,237	1,208	1,125
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	0,252	0,165	0,164	0,630

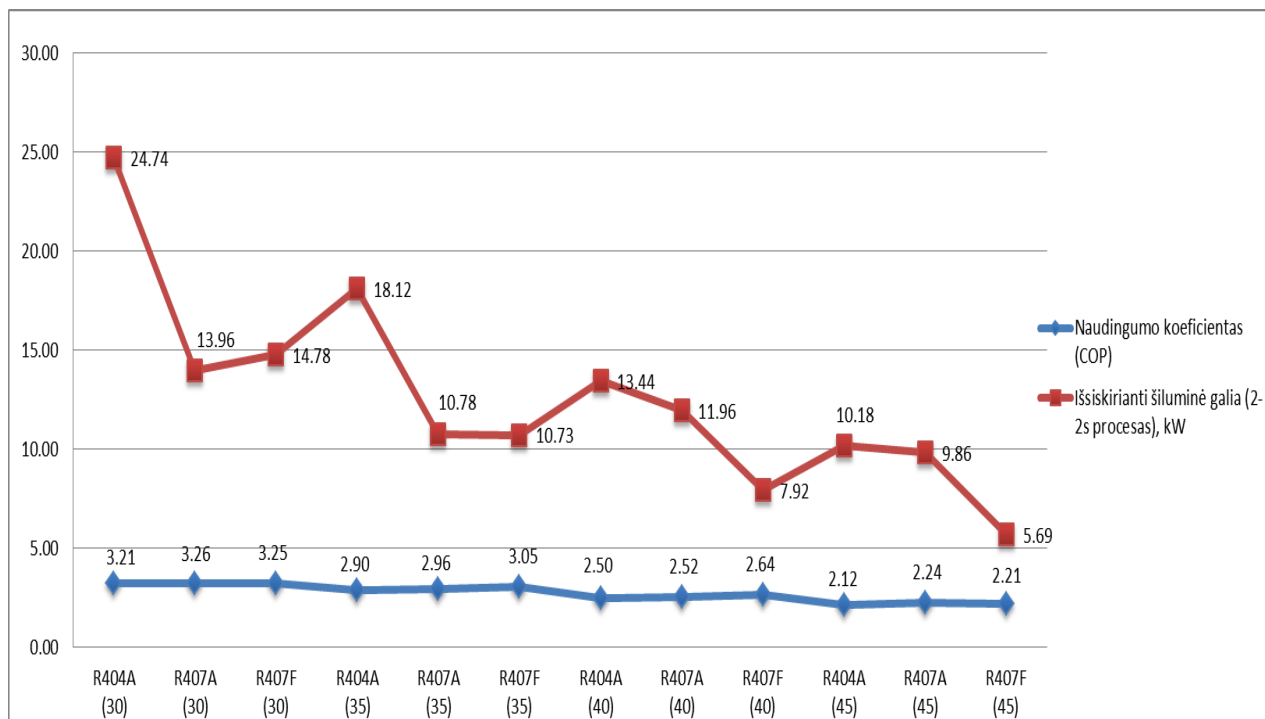
**1.6. lentelės tęsinys.** Maisto vėsinimo sistemų veikimo metu išsiskiriančios šilumos kiekis, kai projektinės maisto vėsinimų sistemų galios – 1kW

Šaltnešio tipas	R404A	R407A	R407F	R744
1	2	3	4	5
Kondensacijos temperatūra 35 <sup>0</sup> C				
Šaldymo galia, kW	1,00	1,00	1,00	
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procesas, kW	1,331	1,228	1,195	
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	0,231	0,144	0,143	
Kondensacijos temperatūra 40 <sup>0</sup> C				
Šaldymo galia, kW	1,00	1,00	1,00	
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procesas, kW	1,322	1,213	1,177	
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	0,205	0,119	0,119	
Kondensacijos temperatūra 45 <sup>0</sup> C				
Šaldymo galia, kW	1,00	1,00	1,00	
Susidaranti šiluminė galia 2-3 procesas, kW	1,304	1,192	1,151	
Susidaranti šiluminė galia (2-2s), kW	0,171	0,086	0,087	

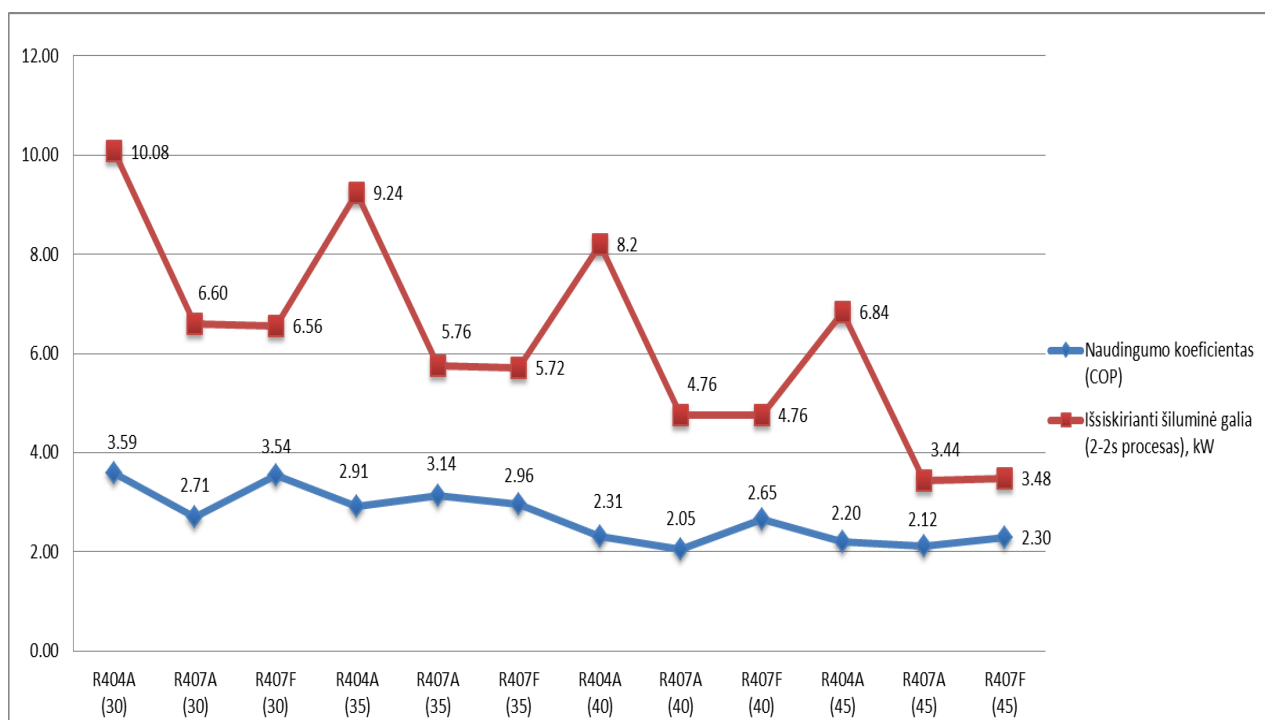
**1.1. diagrama.** Išsiskiriančių šiluminių galių 2-3 (pilna kondensacija) ir 2-2s kondensacijos procesų metu palyginimas



**1.2. diagrama.** Naudingumo koeficiento (COP) ir išsiskiriančios šilumos galios palyginimas, kai šaldymo sistemos galia lygi 80kW



**1.3. diagrama.** Naudingumo koeficiento (COP) ir išsiskiriančios šilumos galios palyginimas, kai šaldymo sistemos galia lygi 40kW



### 1.5.2. Šilumos kiekio, reikalingo pakelti vandens temperatūrą nuo 5<sup>0</sup>C iki 35<sup>0</sup>C ir jo temperatūrai palaikyti, skaičiavimas

Naudodamasis antrojo prekybos centro techniniu projektu priimu, kad dviejuose nagrinėjamuose prekybos centruose vidutiniškai bus suvartojama po 10m<sup>3</sup> karšto vandens per parą, o MBD projektuojamame prekybos centre - 6m<sup>3</sup>. Šaltam vandeniui sušildyti nuo 5<sup>0</sup>C iki 35<sup>0</sup>C reikalingas šilumos kiekis Q apskaičiuojamas apskaičiuojamas taip:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t, \text{ kJ} \quad (1.1)$$

c – savitoji vandens šiluma lygi 4,2 kJ/(kg·<sup>0</sup>C);

m – vandens masė, kg (priimu, kad 1 l vandens masė yra 1 kg);

Δt – temperatūrų skirtumas tarp į šilumokaitį patenkančio šalto vandens temp. (5<sup>0</sup>C) ir pirminiame karšto vandens ruošimo šilumokaityje sušildyto vandens temperatūros (35<sup>0</sup>C), <sup>0</sup>C.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4,20 \cdot 10000,00 \cdot 30,00 = 1260\text{MJ}=350,00\text{kWh}$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4,20 \cdot 6000,00 \cdot 30,00 = 765\text{MJ}=210,00\text{kWh}$$

Šilumos kiekis reikalingas šilumos nuostoliams per akumuliacinės talpos sienelės padengti, E (iš akumuliacinės talpos specifikacijos) 1m<sup>3</sup> – E=1kWh, 0,5m<sup>3</sup> – E=0,5kWh šiluminės energijos per parą.

Šilumos nuostoliai skirstomajame vamzdyne Q<sup>ht</sup> apskaičiuojami naudojantis Zitos Paulauskienės mokomojoje knygoje „Pastatų vandentiekio ir nuotekų tinklų skaičiavimas“ [38] pateikta metodika:

$$Q^{ht} = k \cdot \pi \cdot d_{i\bar{s}} \cdot l_r \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - t_{i\bar{s}} \right) (1 - \eta) \cdot 10^{-3}, \text{ kW} \quad (1.2)$$

k – neizoliuoto vamzdžio (plieninio cinkuoto) šilumos perdavimo koeficientas (k=11,6W/m<sup>2</sup> · <sup>0</sup>C);

d<sub>i<sup>̄</sup>s</sub> – išorinis vamzdžio skersmuo (priimame vidutinį – 0,025m), m;

t<sub>1</sub> ir t<sub>2</sub> – karšto vandens temperatūra atitinkamo ruožo pradžioje ir pabaigoje;

t<sub>i<sup>̄</sup>s</sub> – aplinkos temperatūra, <sup>0</sup>C;

η – šilumos izoliacijos naudingumo koeficientas (priimame, kad η=0,7);

$l_r$  – ruožo ilgis, m.

Pirmosios schemos ruožo ilgis  $l_r$  lygus 100m, antrosios – 20m (pirmojoje schemoje apskaičiuojami– nuostoliai per šilumnešio tiekimo į pirminę oro ruošimo įrenginio sekciją vamzdynus ir nuostolius šilumos atgavimo sistemos aprišimo vamzdyne, antrojoje – tik nuostolius šilumos atgavimo sistemos aprišimo vamzdyne), tuomet pagal formulę nr. 1.2, pirmosios schemos šilumos nuostoliai lygūs:

$$Q^{ht} = 11,6 \cdot 3,14 \cdot 0,025 \cdot 100 \left( \frac{35 + 33}{2} - 18 \right) (1 - 0,7) \cdot 10^{-3} = 0,929 \text{ kW}$$

Antrosios schemos šilumos nuostoliai lygūs:

$$Q^{ht} = 11,6 \cdot 3,14 \cdot 0,025 \cdot 20 \left( \frac{35 + 33}{2} - 18 \right) (1 - 0,7) \cdot 10^{-3} = 0,186 \text{ kW}$$

Visas energijos kiekis sunaudojamas karšto vandens ruošimui ir jo temperatūros palaikymui per parą apskaičiuojamas taip:

$$E_{vs} = Q + (Q^{ht} \cdot 24) + E, \text{ kWh} \quad (1.3)$$

Pagal formulę nr. 3 apskaičiuoti suvartotos energijos kiekiai per parą yra lygūs:

$$\text{Schema nr. 1 } E_{vs1} = 351,43 \text{ kWh}$$

$$\text{Schema nr. 2 } E_{vs2} = 354,46 \text{ kWh}$$

$$\text{MBD } E_{vs3} = 210,69 \text{ kWh}$$

### **1.5.3. Energijos kiekio, kurį galima atgauti nuo maisto vėsinimo įrenginių, skaičiavimas**

Kaip jau buvo minėta, abiejose sistemose naudojamas/bus naudojamas šaltnešis R404A, kurio projektinė kondensacijos temperatūra 35<sup>0</sup>C. Naudojant „Emerson Select 7.10“ programinę įrangą, nustatytas maisto produktų vėsinimo sistemų darbo laikas vidutiniškai yra t=20,47h per parą. Pagal šiuos duomenis apskaičiuojama kokį energijos kiekį E per parą gali generuoti šilumos atgavimo sistema (1.4). Energijos kiekio skaičiavimai atliekami 2-2s ir 2-3 procesams (schema nr.1.1., žr. 11 p.).



$$E = Q_x \cdot t, \text{ kWh} \quad (1.4)$$

$Q_x$  – susidarančios šilumos kiekis, kW (žr. lentelės nr. 1.2. – 1.6., psl. 17 - 19)

Kai šaldymo sistemos galia – 80kW.

$$E_{2-2s} = 18,12 \cdot 20,47 = 370,92, \text{ kWh}$$

$$E_{2-3} = 104,50 \cdot 20,47 = 2139,12, \text{ kWh}$$

Pagal formulę nr. 1.4 apskaičiuojamas ir šilumos energijos kiekis, kurį bus galima atgauti maisto produktų vėsinimo sistemos, numatomos projektuoti magistro baigiamajame darbe. Efektyviausia šaldymo procesų atžvilgiu būtų sistema, kurios šaltnešis – R404A, o šaltnešio kondensacijos temperatūra – 303K (30°C), tačiau siekiant, kad atgaunama šiluma būtų aukštesnės kokybės, t.y. aukštesnės temperatūros, magistro baigiamajame darbe numatoma naudoti maisto produktų vėsinimo sistemą, kurios kondensacijos temperatūra – 308K(35°C). Nors šios sistemos naudingumo koeficientas COP yra mažesnis, tačiau atgaunama šiluma yra/bus aukštesnės temperatūros.

Kai šaldymo sistemos galia – 40kW.

$$E_{2-2s} = 9,24 \cdot 20,47 = 189,15, \text{ kWh}$$

$$E_{2-3} = 52,10 \cdot 20,47 = 1066,49, \text{ kWh}$$

#### **1.5.4. Nuo maisto vėsinimo įrenginių atgautos šilumos panaudojimo pirminės oro ruošimo įrenginio sekcijos šilumnešiui ruošti energiniai skaičiavimai**

Nuo maisto vėsinimo įrenginių atgautos šilumos panaudojimo pirminės vėdinimo įrenginio sekcijos šilumnešiui ruošti galimybės bus vertinamos pagal 1.5.3 punkte suskaičiuotus galimus atgauti šilumos energijos kiekius. Pirmajame prekybos centre, kuriame įrengta nagrinėjama schema nr.1, suprojektuota vėdinimo sistema, tiekianti projekcinį, 23000m<sup>3</sup>/h, oro kiekį, tiekiamo oro temperatūra yra 23°C, oro ruošimo įrenginyje įrengtas plokštelinis rekuperatorius, kurio naudingumo koeficientas lygus 0,80 (nagrinėjamame objekte šilumos nuostoliai dengiami orinio šildymo ir radiatorinio šildymo sistemomis). Magistro baigiamajame darbe projektuojama vėdinimo sistema, kuri ties 9000m<sup>3</sup>/h oro kiekį, projekcinė tiekiamo oro temperatūra bus 23°C, rotacinio rekuperatoriaus naudingumo

koeficientas – 0,80. Pagal formulę nr. 5 apskaičiuojame kokios galios P oro ruošimo šilumokaičio reikės norint sušildyti 23000 m<sup>3</sup>/h oro kiekį pirmuoju atveju (P<sub>1</sub>) ir 9000m<sup>3</sup>/h oro kiekį antruoju atveju (P<sub>2</sub>) nuo -22<sup>0</sup>C (projektinė lauko oro temp.) iki 23<sup>0</sup>C.

$$P = 0,34 \cdot L \cdot (\Delta t) \cdot (1 - \eta) \quad (1.5)$$

L – oro kiekis, m<sup>3</sup>/h;

Δt – temperatūrų skirtumas (tiekiamo oro ir išorės oro temperatūrų), <sup>0</sup>C;

η – rekuperatoriaus naudingumo koeficientas.

$$P_1 = 0,34 \cdot 23000 \cdot (23 - (-22)) \cdot (1 - 0,80) = 70,38 \text{ kW}$$

$$P_2 = 0,34 \cdot 9000 \cdot (23 - (-22)) \cdot (1 - 0,80) = 27,54 \text{ kW}$$

Per valandą suvartojamas energijos kiekis apskaičiuojamas pagal formulę nr.1.4 (žr. 23 p.) ir yra lygus:

$$E_1 = 70,38 \cdot 1,00 = 70,38 \text{ kWh}$$

$$E_2 = 27,54 \cdot 1,00 = 27,54 \text{ kWh}$$

Tuomet atgaunant šilumą visame kondensacijos procese 2-3 (schema nr. 1.1., žr. 11 p.) galima padengti :

$$E_{ef} = E_{nuvedamos\ 2-3} - E, \text{ kWh} \quad (1.6)$$

E<sub>atgautos 2-3</sub> – 2-3 proceso metu atgautos šilumos energijos kiekis per 1 val., kWh

E – per valandą pirminiam oro šildymui suvartojamas energijos kiekis, kWh

Duomenys, apskaičiuoti kokią pirminės oro ruošimo įrenginio šildymo sekcijos suvartojamos energijos dalį galima padengti atgaunant šilumą visame kondensacijos procese (2-3 procesas), pateikiami lentelėje nr. 1.7..

**1.7. lentelė.** Duomenys, apskaičiuoti kokią pirminės oro ruošimo įrenginio šildymo sekcijos suvartojamos energijos dalį galima padengti atgaunant šilumą visame kondensacijos procese (2-3 procesas)

2-3 procesas				
1	2	3	4	5
Objekto pavadinimas	2-3 proceso metu per 1 val. išsiskiriantis šil. energ. kiekis, kWh	Pirm. šild. sekc. Per 1 val. sunaudojamas energ. kiekis, kWh	$E_{ef}$ , kWh	Padengiamos energijos kiekis, %
Prekybos centras nr.1	114,50	70,38	44,12	100
MBD projektuojamas prek. Centras	51,60	27,54	27,54	100

Atgaunant šilumą proceso 2-2s metu (schema nr. 1.1., žr. 11 p.) galima padengti :

$$E_{ef} = E_{nuvedamos\ 2-2s} - E_1, \text{ kWh} \quad (1.7)$$

$E_{atgaunamos\ 2-3 - 2-2s}$  proceso metu atgaunamos šilumos energijos kiekis per 1 val., kWh

Duomenys, suskaičiuoti kokią pirminės oro ruošimo įrenginio šildymo sekcijos suvartojamos energijos dalį galima padengti atgaunant šilumą proceso 2-2s metu, pateikiami lentelėje nr. 1.8. (žr. 26 p.).

**1.8. lentelė.** Duomenys, suskaičiuoti kokią pirminės oro ruošimo įrenginio šildymo sekcijos suvartojamos energijos dalį galima padengti atgaunant šilumą 2-2s proceso metu

2-2s procesas				
1	2	3	4	5
Objekto pavadinimas	2-2s proceso metu per 1 val. išsiskiriantis šil. energ. kiekis, kWh	Pirm. šild. sekc. Per 1 val. sunaudojamas energ. kiekis, kWh	$E_{ef}$ , kWh	Padengiamos energijos kiekis, %
Prekybos centras nr.1	18,12	70,38	-60,20	25,75
MBD projektuojamas prek. centras	9,24	27,54	-18,13	33,55

Formule nr.8 apskaičiuoju kiek galima pakelti iš lauko imamo oro temperatūrą, naudojant nuo kompresorių atgaunamą šilumą 2-2s procese (formulė išvesta iš formulės nr.1.5, žr. 24p.), skaičiavimų rezultatai pateikti lentelėje nr.1.9:

$$\Delta t = \frac{P}{0,34 \cdot L \cdot (1 - \eta)}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.8)$$

**1.9. lentelė.** Duomenys, apskaičiuoti kiek nuo kompresorių atgaunama šil. galia galima pakelti iš lauko imamo oro temperatūrą

1	2	3
Objekto pavadinimas	2-2s proceso metu per 1 val. išsiskiriantis šil. galia , kW	$\Delta t$ , °C
Prekybos centras nr.1	18,12	11,59
MBD projektuojamas prek. Centras	9,24	15,09

Skaičiuodamas šilumos energijos sutaupymus priimu, kad vidutinė šildymo sezono trukmė Kauno mieste yra 219 dienų, o vėdinimo sistema prekybos centro darbo metu (nuo 8h ryto iki 23h valandos vakaro) dirba/dirbs nenaudodama recirkuliacinio režimo, t.y. pirminio šildymo sekcija veikia/veiks 15h per parą, 219 dienų per metus. Ne šildymo sezono metu (141 dieną per metus), atgauta šiluma bus naudojama karšto vandens sušildymui. Antrajame nagrinėjamame prekybos centre atgauta šiluma ištisus metus bus naudojama karšto vandens pirminiam sušildymui. MBD projektuojamame pastate numatoma įrengti schemą su atgautos šilumos panaudojimu karštam vandeniui ruošti ir oro ruošimo įrenginio pirminės šildymo sekcijos šilumnešiui ruošti. Suskaičiuoti atgautos šilumos energijos kiekį, naudojamą pirminiam tiekiamo oro sušildymui, naudosis formulę nr.1.4 (žr. 23p.). Pagal aprašytą metodiką suskaičiuoti šilumos energijos kiekio sutaupymai pateikti lentelėje nr.1.10..

**1.10. lentelė.** Skaičiuotiniai šilumos energijos kiekio sutaupymai

1	2	3	4
Objekto pavadinimas	2-2s proc metu išsiskiriančios ir pirm. šild. sekcijoje sunaudojamos šil. (219d. per metus) kiekis, MWh	Karštam vandeniui ruošti sunaudojamas šil. kiekis (141d. per metus), MWh	Bendras sutaupyta energijos kiekis, MWh
Nagrinėjamas prek. centras nr.1	59,24	49,55	108,79
Nagrinėjamas prek. centras nr.2	-	49,98	49,98
MBD projektuojamas prek. centras	30,36	29,70	60,06

### 1.5.5. Šilumos atgavimo sistemos ekonominių parametru skaičiavimas

Šilumos atgavimo sistemos įrengimo adekvatumas grindžiamas dvejomis charakteristikomis. Pirmoji charakteristika yra paprastasis atsipirkimo laikas (PAL), kuris apibrėžiamas kaip investicijų ir metinių sutaupymų santykis.

$$PAL = \frac{i}{s}, \text{ metai} \quad (1.9)$$

$i$  – investicijų dydis (sąmatų sudarymo programine įranga „SISTELA“ suskaičiuota šilumos atgavimo sistemos kaina, žr. priede nr. 14, 126 p.), EUR be PVM.

$s$  – metiniai sutaupymai, EUR

Antroji charakteristika yra sutaupytos energijos kaina (SEK). SEK atspindi investicijos patrauklumą. Pagal formulę nr. 1.6 apskaičiuota 1MWh kaina yra lyginama su Kauno miesto, kuriame yra projektuojamas pastatas, centralizuotai tiekiamos šilumos kaina ir su pagaminta dujinio kuro kondensaciniame katile. Jeigu sutaupytos energijos kaina yra mažesnė už pagaminamos, mūsų atveju, dujinio kuro katilė ar centralizuotų šilumos tinklų šilumnešio ruošimo katilinėje, tuomet investicija laikoma efektyvia. 1MWh šilumos energijos Kauno mieste 2015.05.01 duomenimis kainuoja 51,30 Eur (Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos tinklalapyje [www.regula.ltskelbiami](http://www.regula.ltskelbiami) duomenys). Kondensaciniame dujiniame katilė, kurio naudingo veikimo koeficientas siekia 108%, 1MWh pagaminamos šilumos kaina (įvertinant katilinės nusidėvėjimą) apytiksliai lygi 55,03 Eur. „Sistela“ sąmatų skaičiavimo programine įranga, suskaičiuota pirmosios schemos įrengimo kaina yra 10378,12 Eur be PVM, antrosios – 2848,03 Eur be PVM (sąmatų skaičiavimo medžiaga pateikta priede nr. 14, žr. 126 p.).

$$SEK = \frac{i}{Q_S} \cdot \frac{d}{1-(1+d)^{-n}}, \text{ Eur/MWh} \quad (1.10)$$

$d$  – diskonto norma, kuria įvertinamas pinigų nuvertėjimas (priimu 4%);

$i$  – investicijų dydis, EUR;

$Q_S$  – sutaupytos energijos kiekis, MWh.

$n$  – priemonės gyvavimo laikas (priimu 10 metų);

Ekonominių rodiklių skaičiavimo rezultatai pateikti lentelėje nr.1.11.

**Lentelė nr. 1.11.** Skaičiuotiniai ekonominiai rodikliai

1	2	3
Objekto pavadinimas	PAL, metai	SEK, Eur/MWh
Nagrinėjamas prek. Centras nr.1 (šilumnešis tiekiamas iš centralizuotų šilumos tinklų)	1,78	6,71
Nagrinėjamas prek. Centras nr. 2 (šilumnešis ruošiamas dujinio kuro katilinėje)	0,98	11,24
MBD projektuojamas prek. Centras (šilumnešis tiekiamas iš centralizuotų šilumos tinklų)	3,22	20,37

## 1.6. Apibendrinimas

Apibendrinant programomis „Danfoss Coolselector2“ ir „Emerson Select 7.10“ gautus tyrimo duomenis, galima teigti, kad didžiausi šilumos kiekiai nuo vėsinimo įrangos išsiskiria tada, kai joje naudojamas R404A šaltnešis ir esant 303K (30<sup>0</sup>C) kondensacijos temperatūrai. R744 šaltnešį (CO<sub>2</sub>) naudojančiose vėsinimo sistemose su 303K (30<sup>0</sup>C) kondensacijos temperatūra, 2-2s kondensacijos procese (žr. schemą nr.1.1., 11 p.) išsiskiria daugiausia šilumos, o visame kondensacijos procese (2-3 procesas, schemą nr.1.1., 11 p.) – mažiausiai. R744 šaltnešį naudojančios vėsinimo sistemos COP yra žemiausias, nors turėtų būti priešingai. Taip yra todėl, kad 30<sup>0</sup>C kondensacijos temperatūros reikšmė yra beveik aukščiausia tokio tipo sistemoms (palyginimui žr. lenteles 1.2. – 1.5., 17 p.), visų šaltnešių COP reikšmės mažėja didėjant kondensacijos temperatūrai). Didžiausias vidutinis naudingo darbo koeficientas COP yra maisto vėsinimo sistemose, naudojančiose R407A šaltnešį. Siekiant išvengti duomenų netikslumo, tyrimo duomenys buvo modeliuojami dviem šaldymo procesų modeliavimo kompiuteriniais paketais. Tai buvo atliekama dėl to, kad programos yra nemokamos ir teikiamos dviejų skirtingų, gerai žinomų šaldymo įrangos gamintojų. Vertinant duomenis lentelėje nr. 1.6, žr. 18 p., galima teigti, kad jos duomenų nesutapimas, lyginant su lentelėmis nr. 1.2. – 1.5. neviršija 5%.

Nagrinėjamame prekybos centre nr.1 naudojant šilumos atgavimo sistemą, per metus, sutaupoma sutaupoma 133,53 MWh energijos, kurios piniginė išraiška lygi 6850 Eur. o prekybos centre nr.2 – 40,41MWh – 2224 Eur. Magistro baigiamajame darbe projektuojamame prekybos centre galėtų būti sutaupoma 68,09MWh – 3494Eur. Vertinant visų trijų nagrinėtų šilumos atgavimo sistemų paprastąjį atsipirkimo laiką (PAL), vidutiniškai

jo vertė siekia 1,85 metų. SEK (sutaupyta energijos kaina) koeficiento reikšmės yra gerokai mažesnės nei dabartinė energijos kaina Kauno mieste. Atsižvelgiant į šiuos du rodiklius galima teigti, kad investicija į šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių sistemas yra ekonomiškai pagrįsta.

# AIŠKINAMASIS RAŠTAS

## 2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

### 2.1. Bendrieji statinio techniniai rodikliai

Bendruosius techninius rodiklius projekte sudaro sklypo, pastato bei inžinerinių tinklų duomenys. Lentelėje nr. 2.1 pateikiami bendrieji sklypo ir statinio rodikliai.

2.1 lentelė. Bendrieji sklypo ir statinio techniniai rodikliai.

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
<b>I. SKLYPAS</b>		
1.1. Sklypo plotas	ha	0,48
1.2. Statinio užimtas žemės plotas	m <sup>2</sup>	1056,00
1.3. Veja apželdintas plotas	m <sup>2</sup>	1148,00
1.4. Trinkelių danga	m <sup>2</sup>	197,00
1.5. Asfalto danga	m <sup>2</sup>	2320,00
1.6. Automobilių stovėjimo vietų skaičius	vnt.	49,00
1.7. Sklypo užstatymo tankumas	%	22,40
1.8. Sklypo užstatymo intensyvumas	%	21,10
<b>II. PASTATAI</b>		
2.1. Negyvenamieji pastatai:	vnt.	1,00
2.1.1. Paskirties rodikliai (darbo vietos)	vnt.	10,00
2.1.2. Bendrasis plotas:	m <sup>2</sup>	998,24
2.1.2.1. Pagrindinis	m <sup>2</sup>	763,17
2.1.2.2. Pagalbinis	m <sup>2</sup>	235,07
2.1.3. Pastato tūris	m <sup>3</sup>	4631,8
2.1.4. Aukštų skaičius	vnt.	2,00
2.1.5. Pastato aukštis	m	8,80

### 2.2. Sklypo plano sprendiniai

Projektuojamo gamybinės paskirties pastato sklypas yra Lygiosios ir Bitininkų gatvių sankirtoje Kauno mieste. Sklypo reljefas lygus. Sklypo užstatymo, inžinerinės infrastruktūros, gerbūvio bei apželdinimo elementai nurodomi situacijos plane. Sklypo teritorijoje esantys keliai bei automobilių stovėjimo aikštelės dengti asfalto danga. Apie pastatą numatoma įrengti 2,00m pločio šaligatvį. Numatyti du įvažiavimai į sklypą (po vieną iš Lygiosios ir Bitininkų gatvių), pagal STR 2.06.04:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“, numatoma įrengti 49 vietų (pagal STR reikalavimus 19) automobilių



stovėjimo aikštelę, kurioje dvi vietos pritaikytos neįgaliesiems (STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“).

### 2.3. Pastato sprendiniai

Pastatas numatomas dviejų aukštų. Projektuojama nulinė altitudė yra 0,300m aukštyje virš žemės paviršiaus (41,600 m), o žemės paviršiaus altitudė lygi 41,300 m virš jūros lygio. Pagrindinis įėjimas į pastatą yra vakarinėje pusėje. Šalia yra žmonėms su fizine negalia pritaikytos automobilių stovėjimo vietos. Projektuojamoje pastate numatoma įrengti maisto prekių parduotuvę ir vaistinę.

**Pamatai.** Pastato pamatai numatomi monolitiniai armuoti, sudaryti iš pamato pado ir pamato. Pamatai bus pakloti ant 0,10m paruošiamojo sluoksnio, bus įrengiama hidroizoliacija, cokolis ir pamatas apšiltinami 0,10m storio putų polistireno plokštėmis.

**Sienos ir pertvaros.** Išorinių pastato sienų apdailai priklausomai nuo vietos naudojama medžio imitacijos trespo plokštė, apdailinės klinkerio plytos, medinių konstrukcijų pilkos spalvos ažūras, pilkos spalvos skarda arba cetrinio pilkos spalvos plokštė. Cokolinė pastato dalis tinkuojamas pilkos spalvos tinku. Vidinės sienos numatoma įrengti iš gipso kartono konstrukcijų, kurios bus tinkuojamos ir dažomos. Išorinės sienos projektinė šilumos perdavimo koeficiento vertė  $U_{sienos} = 0,21$  (W/(m<sup>2</sup> K)), atitvarka atitinka B-C energinio naudingumo klasės reikalavimus, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 3 lentelės „Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų  $U_{(C,B)}$  (W/(m<sup>2</sup>·K)) vertės C ir B energinio naudingumo klasės pastatų (jų dalių) atitvarų norminių savitųjų šilumos nuostolių skaičiavimui“ duomenis.

**Perdengimas.** Pastato perdengimas bus gelžbetoninis surenkamas, montuojamas remiant ant laikančiųjų sienų.

**Grindys.** Grindų konstrukciją sudarys sutankintas žvyro/smėlio/skaldos sluoksnis, C16/20 markės betono pasluoksnis, hidroizoliacijos sluoksnis ir vakumuoto betono sluoksnis. Numatoma grindų danga – akmens masės plytelės. Grindų projektinė šilumos perdavimo koeficiento vertė  $U_{grindų} = 0,23$  (W/(m<sup>2</sup> K)), atitvarka atitinka B-C energinio naudingumo klasės reikalavimus, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ duomenis.

**Laiptai.** Laiptai – metalo konstrukcijų.

**Stogas.** Numatomas dviejų tipų stogas: sutapdintas ir plokščiasis. Sutapdinto stogo danga numatoma ruloninė, šlaitinis stogas bus dengiamas pilkos spalvos skarda. Stogo projektinė šilumos perdavimo koeficiento vertė priimama viena tiek sutapdintajam, tiek šlaitiniam stogui.  $U_{\text{stogo}} = 0,19$  (W/(m<sup>2</sup> K)), atitvara atitinka B-C energinio naudingumo klasės reikalavimus, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ duomenis.

**Langai ir durys.** Prekybos paskirties pastate bus sumontuoti 2 kamerų plastiko profilio langai su stiklo paketu, standartinio dydžio arba pagaminti užsakius individualiai pagal projekte nurodytus angų gabaritus, iš išorinės pusės langų spalva tamsiai ruda, vidinės - balta. Lauko durys 3 kamerų aliuminio profilio su specialiu plastikiniu intarpu. Pagrindinio įėjimo į pastatą durys – automatinės. Durys pastato viduje – medinės, dušų ir sanitarinių mazgų patalpose durys su grotelėmis laisvam oro judėjimui patalpose. Garaže įrengti pakeliamieji vartai. Langų ir durų projektinė šilumos perdavimo koeficiento vertės  $U_{\text{langų}} = 1,10$  (W/(m<sup>2</sup> K)),  $U_{\text{durų}} = 1,30$  (W/(m<sup>2</sup> K)), atitvara atitinka B-C energinio naudingumo klasės reikalavimus, pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ duomenis.

### 3. OBJEKTO STATYBOS TEISINIO REGLAMENTAVIMO DALIS

Projektuojant, statant, rekonstruojant ar ruošiantis bet kokios kitos rūšies statyboms vadovaujamosi Lietuvos Respublikos statybos įstatymu, techniniais reglamentais ir kitais galiojančiais teisiniais dokumentais. Esant parengiamajam statybos etapui bei statybos metu atliekami darbai ir dalyvių veiksmai turi būti vykdomi vertinant šių dokumentų reikalavimus.

Atliekant specialiųjų darbų t.y. pastatų vidaus ir lauko inžinierių sistemų projektavimo darbus, statinyje sumontuotos inžinerinės sistemos turi atitikti šiuos Lietuvos Respublikos statybos įstatyme nurodytus esminius statinio reikalavimus:

1. mechaninio atsparumo ir pastovumo, t. y. kad apkrovos, galinčios statinį veikti statybos ir naudojimo metu, nesukeltų statinio ar jo dalies griūties, deformacijų, žalos kitoms statinio dalims, įrenginiams ar sumontuotai įrangai;
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 išeiti iš jo ar būtų galima juos išgelbėti kitomis priemonėmis; veiktų žmonių išpėjimo 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 kenksmingų dujų išsiskyrimo, pavojingų kietųjų dalelių ar dujų atsiradimo ore, pavojingos spinduliuotės, vandens ar dirvožemio taršos, nuotėkų, 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 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 [1].

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 aukščiau išvardintus esminius statinio reikalavimus [2].

Svarbiausi teisiniai dokumentai ir reglamentai, kurių reikalavimai įvertinti projektuojant šildymo ir vėdinimo sistemas, yra šie:

STR 1.05.06:2010	Statinio projektavimas
STR 1.01.06:2013	Ypatingi statiniai
STR 2.01.01(2):1999	Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga
STR 2.01.01(3):1999	Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga
STR 2.01.01(5):2008	Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo
STR 2.01.01(6):2008	Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas
STR 2.05.01:2013	Pastatų energinio naudingumo projektavimas
STR 2.09.02:2005	Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas
STR 2.09.04:2008	Pastato šildymo sistemos galia. Energijos sąnaudos šildymui
RSN 156-94	Statybinė klimatologija
HN 23-2011	Kenksmingų cheminių medžiagų ribinės vertės darbo aplinkos ore. Bendrieji reikalavimai
HN 33:2011	Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje ir darbo aplinkoje
HN 69-2003	Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose

### 3.1. Šildymo sistemos projektavimas

Šildymo sistemą rekomenduojama projektuoti, atsižvelgiant į statinio paskirtį ir jame vykšančio technologinio proceso specifiką. Taip pat turi būti atsižvelgta į užsakovo šiluminio komforto pageidavimus. Šiuo atveju statinio šiluminės energijos tiekimo šaltinį pasirenka pats užsakovas, nes tokia teisė jam numatoma pagal teritorijų planavimo dokumentus. [2].

Norint nustatyti šildymui naudosiančios energijos kiekį, apskaičiuojami pastato šilumos nuostoliai pagal statybos techninį reglamentą STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“. Nustatant šildymo sistemos galią svarbu įvertinti:

- pastato padėtį (orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu, ar apsaugotas nuo vėjų ir t. t.);
- pastato šiluminės, orinio sandarumo, architektūrinės ir konstrukcinės ypatybės;
- 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.

Nustačius šildymo sistemos galią, parenkami šildymo prietaisai. Visais atvejais visi parinkti šildymo sistemos elementai turi atitikti gaisrinės saugos ir higienos normų reikalavimus. Be to šildymo prietaisų tipas, eksploatacinės savybės, išorinis vaizdas, šildymo paviršiaus temperatūra turi atitikti patalpos paskirties ir joje vykšančio technologijos proceso reikalavimus. Šildymo prietaisų atiduodamas į patalpą šilumos kiekis turi būti pakankamas patalpų projektinei temperatūrai palaikyti, kuri nustatoma pagal higienos normą HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas“. Šildymo prietaisai turi būti prieinami valyti, prižiūrėti ir remontuoti. Patalpose šildymo prietaisai išdėstomi po langais, o jų galia turi padengti šilumos nuostolius per atitvaras iki 4 metrų aukščio.

Projektuojant įvertinami reikalavimai skirstomiesiems vamzdynams. Atskiri šilumos tiekimo vamzdynai turi būti numatyti nuo pastate esančio šilumos punkto skirstomojo kolektoriaus iki vietinių šildymo prietaisų, nuolatos ir protarpiais veikiančių koncentruotų šilumos imtuvų. Šildymo sistemos atšakose ir stovuose numatyta tiek uždaromosios, hidraulinio balansavimo ir reguliuojamosios armatūros, kiek jos reikia sistemai suderinti, paleisti, reguliuoti, patogiai ir taupiai eksploatuoti [2].

### 3.2. Reikalavimai šilumos punkto patalpai

Šilumos punktas tai patalpa, kurioje montuojamas įrenginys, prijungtas prie šilumos tinklo, kuris su šilumnešiu gaunamą šilumą skirsto pastato šildymo, vėdinimo ir kitoms šilumą vartojančioms sistemoms.

Šioje patalpoje montuojami įrenginiai, armatūra, valdymo, kontrolės ir automatikos priemonės, kuriomis:

- vieno šilumnešio šiluma perduodama kitam;
- keičiami šilumnešio parametrai;
- atliekama šilumnešio parametrų kontrolė ir apsauga, neleidžianti viršyti nustatytų parametrų avarinių situacijų metu;
- reguliuojami ir matuojami šilumnešių debitai, šilumos punkte įrengtais apskaitos prietaisais išmatuojamas visas objekte sunaudojamos šilumos energijos kiekis;
- šilumnešis paskirstomas vartotojo sistemoms.

Termometrai ir manometrai turi būti:

- termofikacinio vandens tiekimo ir grąžinimo vamzdynuose manometrai prieš įvadines sklendes, o termometrai po jų;
- šildymo ir kitų šilumą naudojančių sistemų tiekimo ir grąžinimo vamzdynuose prieš jų atjungimo nuo šilumos punkto sklendes;
- karšto vandens tiekimo ir cirkuliacinio vandens sistemų vamzdynuose prieš karšto vandens sistemos atjungimo nuo šilumokaičio sklendes;
- šalto vandens vamzdyne prieš karšto vandens šildytuvą (tik manometras);
- po slėgio reguliavimo įrenginių (tik manometrai).

Slėgių skirtumas tarp tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio šilumos punkte viršija 0,4MPa, todėl įrengiamas slėgio skirtumo reguliatorius [17].

Įrengiamas šilumos skaitiklis, sunaudotam energijos kiekiui apskaičiuoti, taip pat šioje patalpoje įrengiami šalto ir karšto vandens skaitikliai.

Šilumos punkto patalpoje oro temperatūra turi būti ne mažesnė kaip 10°C ir ne didesnė, kaip nurodyta techniniame statybos reglamente STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas, oro kondicionavimas“, o oro apykaita turi būti ne mažesnė kaip 0,5 h<sup>-1</sup> (santykinė drėgmė neviršytų 75%) [17].

### 3.3. Vėdinimo sistemos projektavimas

Pagal pastato paskirtį ir naudojimo ypatumus pasirinktas vėdinimo ir šildymo oru būdas toks, kad garantuotų norminį patalpų mikroklimatą ir oro švarumą normaliomis jų naudojimo sąlygomis.

Nustatant tiekiamo ir šalinamo oro kiekių projekcinės reikšmės buvo priimtos pagal nurodytas STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ pirmajame priede. Pastate ir vėdinimo sistemose oro slėgis pasiskirstys taip, kad normaliomis pastato naudojimo sąlygomis oras tekėtų iš švaresnių vietų į labiau užterštas.

Vėdinimo įrangos patalpoje bus užtikrinama mechaninė vienkartinė oro kaita per valandą.

Lauko oro ėmimo angų vieta turi būti pasirinkta taip, kad tiekiamas oras būtų kuo švaresnis. Mažiausias atstumas nuo oro imamosios angos apačios iki žemės arba jos dangos paviršiaus – 2 m, ant vejos leistina 1 m. Šalinamas oras išmetamas į lauką taip, kad nekeltų pavojaus žmonių sveikatai, gamtai ir statiniams.

### 3.4. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas

Šilumos perdavimo koeficientu laikomas šilumos srauto tankis per atitvarą, esant oro 1 K temperatūrų skirtumui abiejose atitvaros pusėse. Šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimo metodika pateikta statybos techniniame reglamente STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas.“.

Atitvaros šilumos perdavimo koeficientas  $U$ ,  $W/(m^2K)$ , apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U = \frac{1}{R_t}, W/(m^2K) \quad (3.1)$$

$$R_f = \sum \frac{d_n}{\lambda_n}, (m^2K)/W \quad (3.2)$$

$R_f$  – atitvaros visuminė šiluminė varža,  $(m^2K)/W$

$d_n$  – sluoksnio storis, m

$\lambda_n$  - projektinis šilumos laidumo koeficientas,  $W/(m \cdot K)$

**Išorinės pastato sienos, stogo ir grindų** šiluminių varžų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas pateiktas priede nr. 11, žr. 118 p. (priede nr. 11 rasite konstrukcijų detales ir skaičiavimo metodiką).

**Langai.** Langų šilumos perdavimo koeficientas priimamas pagal „UAB Sumeda“ gaminamus 3 kamerų langus.

**Durys.** Durų šilumos perdavimo koeficientas priimamas pagal tos pačios įmonės parduodamų durų deklaruojamą reikšmę.

Lentelėje 2.5 pateikiamos projektuojamo pastato projektinės šilumos perdavimo koeficientų vertės ir norminės vertės iš STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 3 lentelės „Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų  $U_{(C,B)}$  (W/(m<sup>2</sup>·K)) vertės C ir B energinio naudingumo klasės pastatų (jų dalių) atitvarų norminių savitųjų šilumos nuostolių skaičiavimui“.

**3.1. lentelė.** Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų projektinės ir norminės vertės

Atitvara	Projektinis šilumos perdavimo koeficientas $U$ , W/(m <sup>2</sup> ·K)	Norminis šilumos perdavimo koeficientas $U_N$ , W/(m <sup>2</sup> ·K)
Stogas	0,19	$U_N=0,20$
Grindys	0,23	$U_N=0,30$
Durys	1,30	$U_N=1,6$
Langai	1,10	$U_N=1,6$
Sienos	0,21	$U_N=0,25$

Pagal 3.1. lentelėje pateiktas vertes galima teigti, kad pastato atitvarų projektiniai šilumos perdavimo koeficientai neviršija norminių verčių, todėl pastatas atitinka reglamento STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ C-B energinio naudingumo klasės reikalavimus.



#### 4. PASTATO INŽINERINIŲ SISTEMŲ IR ĮRANGOS DALIS

Šildymo, vėdinimo sistemų projektavimo dalis buvo ruošama atsižvelgiant į pastato paskirtį ir architektūrinį projektą, bei laikantis šiuo metu Lietuvos Respublikoje galiojančių dokumentų reikalavimų.

Pagal statybinės klimatologijos duomenis, šildomų ir vėdinamų patalpų šilumos poreikiams nustatyti, buvo priimti B grupės lauko oro parametrai Kauno mieste:

- lauko oro temperatūra šaltuoju metų laikotarpiu –  $-22^{\circ}\text{C}$ ;
- lauko oro temperatūra šiltuoju metų laikotarpiu –  $+24,2^{\circ}\text{C}$ .

Prekybos paskirties pastato projektuojamų patalpų temperatūra parinkta pagal higienos normą HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalų mikroklimatas“. Ši higienos norma nustato pakankamos šiluminės aplinkos ir šiluminio komforto parametrus bei jų vertes gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų patalpose.

##### 4.1. Šildymo sistema

Projektuojamam pastatui šildymo sistema suprojektuota pagal projekto architektūrinę dalį ir šiame pastate vyksiančią veiklą. Pastato projektinė šildymo sistemos galia, nevertinant šilumos pritekėjimų yra  $61,39\text{ kW}$ .

Šilumnešis bus tiekiamas iš miesto šilumos tinklų. Šilumos punkte numatyti trys šilumokaičiai, kurie tieks reikiamos temperatūros šilumnešį į radiatorinio šildymo prietaisus ir kasetinius oro ruošimo įrenginius, vėdinimo sistemų oro šildytuvų šilumos reguliavimo mazgus ir karšto vandens sistemą. Šilumnešio temperatūra radiatoriniam, šildymui ir vėdinimui bus  $+80^{\circ}\text{C}$  (esant skaič. temp. Kauno mieste  $-22^{\circ}\text{C}$ ).

Šilumos punktovamzdynai bus montuojamas iš plieninių vamzdžių kartu su reikiama reguliavimo, matavimo ir uždarymo armatūra. Sistemų tūriniam plėtimuisi numatyti membraniniai išsiplėtimo indai. Šių sistemų apsaugai nuo teršalų, įrengiami purvo gaudytuvai, kurie montuojami ant sistemų grįžtamų vamzdynų. Cirkuliacijai sistemose palaikyti, įrengiami cirkuliaciniai siurbiai. Aukščiausiose vietose montuojami automatinio nuorinimo vožtuvai. Vandens išleidimui žemiausiose šilumos punkto vamzdynų vietose, numatyti vandens išleidimo ventiliai. Visi vamzdžiai šilumos punkte izoliuojami šilumos izoliacija.

Pagalbinių patalpų, vaistinės patalpų ir prekybos salės šilumos poreikiams tenkinti suprojektuota dvivamzdė šakotinė šildymo sistema. Tokia šildymo sistema buvo pasirinkta

siekiant sumažinti išlaidas šildymo sistemų vamzdynams. Parinkti šildymo prietaisai buskabamieji plokščių radiatoriai (apatinio prijungimo per H tipo jungtį arba šoninio prijungimo) su įmontuotais termostatiniais ventiliais. Magistralinius vamzdynus numatoma įrengti plieninius (šiltinami akmens vatos kevalais, dengtais aliuminio folija), ir montuoti virš kabamųjų lubų. Stovuose, kurie numatomi taip pat plieniniai, įrengiami uždaromieji ir balansiniai ventiliai. Dalis atšakų iki radiatorių bus klojama grindų konstrukcijoje, daugiasluoksniais vamzdžiais, izoliuojamais putų polietileno izoliacija. Vamzdžiams kertant statybines konstrukcijas, kirtimo vietose numatomos metalinės įvorės. Žemiausiuose sistemos taškuose numatytas vandens išleidimas, aukščiausiuose – oro išleidimas.

Sistemų T1/I1 ir T2/I2 oro ruošimo įrenginių antrinio šildymo sekcijoms ir įvažiuojamosios rampos orinio šildymo prietaisams, šilumnešis iš šilumos punkto bus tiekiamas plieniniais vamzdžiais, sumontuotais virš kabamųjų lubų su nuolydžiu  $i=0,002$ . Pirminio šildymo sekcijoms šilumnešis tiekiamas iš kompresorinės patalpos, taip pat plieniniais vamzdžiais. Vėdinimo kameros patalpoje kiekvienai šildymo sekcijai numatyti šilumnešio reguliavimo mazgai (žr. brėž. nr. 2016-MBD-PES-ŠV, 3 lapą). Vamzdynai izoliuojami kevaline šilumine izoliacijaiš mineralinės vatos, padengtos aliuminio folija, kurios skersmuo priklauso nuo vamzdžio skersmens ir šilumnešio bei patalpos, kurią kerta vamzdynas, temperatūrų.

T1/I1 sistemos profilaktinių remontų ar gedimo atvejais, prekybos salės zonos šilumos nuostoliai galės būti dengiami kasetiniais oro ruošimo įrenginiais, kuriems šilumnešis bus tiekiamas iš šilumos punkto, plieniniais vamzdžiais, izoliuotais akmens vatos kevalais ir iš išorės dengtais aliuminio folija, montuojamais virš kabamųjų lubų su nuolydžiu  $i=0,002$ .

Vamzdynai, tiekiantys šilumnešį į oro užuolaidas, bus plieniniai, tiesiami virš kabamųjų lubų, greta vamzdžių į kasetinius oro ruošimo įtaisus. Virš kabamųjų lubų vamzdynai bus įrengiami su nuolydžiu  $i=0,002$  ir izoliuojami akmens vatos kevalais, kurie iš išorės padengti aliuminio folija. Prie užuolaidos įrengiamas šilumnešio temperatūros reguliavimo mazgas.

Sumontavus šildymo sistemą, turi būti atliktas sistemos hidraulinis išbandymas bei balansavimas.

#### **4.1.1. Šilumos nuostolių skaičiavimas**

Pastato šildymo sistemos galia skaičiuojama pagal Statybos techniniame reglamente STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui” pateiktą skaičiavimo metodiką.

Pastato projektinė šildymo sistemos galia priklauso nuo:

- 1) Šilumos nuostolių per atitvaras (žr. 1.1. lentelę, 83 p.) ir šiluminius ilginius tiltelius (žr. 3.1. lentelę, 88p.);
- 2) Šilumos nuostolių dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos (žr. 2.1. lentelę, 87 p.).

Pastato savitieji šilumos nuostoliai nustatomi susumavus visų patalpų arba šildomų erdvių, kurias šildo projektuojama šildymo sistema, šilumos nuostolius. Projektiniai šilumos nuostoliai gaunami savituosius šilumos nuostolius padauginus iš projektinių patalpos ir lauko oro temperatūrų skirtumo.

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

$$H = H_{en} + H_v \quad (4.1)$$

$H_{en}$  – patalpos projektiniai atitvarų savitieji šilumos nuostoliai. Nustatomi pagal formulę;

$H_v$  – projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai.

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

$$H_{en} = \Sigma H_{el} + \Sigma H\Psi \quad (4.2)$$

$\Sigma H_{el}$  – atitvarų savitųjų šilumos nuostolių suma;

$\Sigma H\Psi$  – projektiniai savitieji ilginių šiluminių tiltelių šilumos nuostoliai.

Patalpos atitvarų, projektiniai savitieji šilumos nuostoliai  $H_{el}$ , W/K, skaičiuojami:

$$H_{el} = U \cdot A \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_o + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (4.3)$$

$U$  – atitinkamos atitvaros arba atitvaros dalies projektinis šilumos perdavimo koeficientas, W/(m<sup>2</sup>·K).

$A$  – atitinkamos atitvaros arba atitvaros dalies su viena šilumos perdavimo koeficiento verte plotas, m<sup>2</sup>.

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

$$k_a = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e} \quad (4.4)$$

$\theta_i$  – patalpos projektinė temperatūra, °C;

$\theta_a$  – gretimos patalpos temperatūra, °C;

$\theta_e$  – išorės projektinė temperatūra, °C;

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

Projektiniai savitieji šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius, nustatomi naudojant formulę:

$$H\Psi = \Psi \cdot l \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_o + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (4.5)$$

$\Psi$  – ilginio šilumos tiltelio šilumos perdavimo koeficientas, W/m·K. Jo vertė nustatoma iš [STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“].

$l$  – ilginio šilumos tiltelio ilgis, m. Nustatomas pagal Reglamento 1 priedo reikalavimus;

Patalpos projektiniai vėdinimo šilumos nuostoliai nustatomi pagal tokią formulę:

$$H_v = \Sigma H_{ev} + \Sigma H_{in} + \Sigma H_{nv} + \Sigma H_{de} \quad (4.6)$$

$H_{ev}$  – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl priverstinės vėdinimo sistemos veikimo;

$H_{in}$  – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos;

$H_{nv}$  – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl natūralaus vėdinimo sistemos veikimo;

$H_{de}$  – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių durų varstymo.

Projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos nustatomi taip :

$$H_{in} = c \cdot \rho_i \cdot L_{in}; \quad (4.7)$$

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

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

$Lin$  – infiltruojamo oro debitas, ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

Šilumos nuostolių skaičiavimo per atitvaras skaičiavimo suvestinė pateikta priede nr.1(žr. 83 p.).

Šilumos nuostolių dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos skaičiavimo suvestinė pateikta priede nr.2 (žr. 88p.).

Šilumos nuostolių per ilginčius šilumos tiltelius skaičiavimo suvestinė pateikta priede nr.3(žr. 87p.).

#### 4.1.2. Šildymo sistemos galios skaičiavimas

Šildymo sistemos skaičiuojamąjį šiluminį galingumą sudaro šilumos nuostoliai per atitvaras, ilginčius šilumos tiltelius, dėl vėdinimo, nevertinant šilumos pritekėjimų.

Šildymo sistemos galia skaičiuojama esant žemiausiai (skaičiuotinai) lauko temperatūrai. Tokiu būdu bus užtikrinamos reikiamos sąlygos patalpoje ir tuomet, kai lauke oro temperatūra bus aukštesnė.

Parinkti patalpos šildymo prietaisai turi kompensuoti šilumos kiekį, kuris netenkamas per atitvaras, šiluminius tiltelius ir dėl natūralaus vėdinimo bei oro infiltracijos. Pastato projektinė šildymo sistemos galia, nevertinant šilumos pritekėjimų, apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = (1,1 \cdot \Sigma P_n) / (\eta_2 \cdot \eta_3), \text{ W} \quad (4.8)$$

1,1 – atsargos koeficientas

$\eta_2$  – šilumos šaltinio naudingumo koeficientas, čia  $\eta_2=1$ , nes šilumos šaltinis yra centriniai miesto šilumos tinklai, automatinis reguliavimas.

$\eta_3$  – šildymo sistemos vamzdynų termoizoliacijos naudingumo koeficientas, čia  $\eta_3=0,97$  kai vamzdynų izoliacija atitinka jų rengimo reikalavimus.

$$P = \frac{1,1 \cdot 48000}{1 \cdot 0,97} = 54433 \text{ ,W}$$

Lyginamoji šiluminė charakteristika:

$$\phi_{lyg} = \frac{\sum P_h}{\sum A} = \frac{54433,00}{998,24} = 53,95, \text{W/m}^2 \quad (4.9)$$

$\sum P_h$  – šildymo sistemos galia, W;

$A$  – šildomų patalpų plotas, m<sup>2</sup>.

#### 4.1.3. Šildymo prietaisų parinkimas

Šildymo prietaisų paskirtis – perduoti šilumą iš šilumnešio šildomai patalpai. Šildymo prietaisai turi atitikti tokius reikalavimus:

- jų tipas, eksploatacijos charakteristikos, išorė, šildymo paviršių temperatūra turi atitikti higienos normų, priešgaisrinės saugos, patalpos paskirties ir kt. reikalavimus;
- šildymo prietaiso atiduodamas į patalpą šilumos kiekis turi būti pakankamas patalpų skaičiuojamajai temperatūrai palaikyti;
- kiekvieno šildymo prietaiso ar jų grupių šilumos atidavimas turi būti reguliuojamas pagal kintamus šilumos išskyrimus šildomoje patalpoje, arba – patalpos naudotojų poreikius;
- šildymo prietaisai turi būti prieinami valyti, prižiūrėti, montuoti; patalpose šildymo prietaisai paprastai išdėstomi po langais ir turi užimti kiek galima didesnę palangės ilgį;
- šildymo prietaisams keliami ir ekonomiškumo reikalavimai - jie turi būti kiek galima pigesni bei jiems gaminti turi būti sunaudojamas kiek įmanoma mažesnis medžiagos kiekis [2].

Pastato šildymui parenkami plieniniai apatinio prijungimo plokščių radiatoriai. Pagal šildymo prietaisų gamintojų nurodymus radiatorius turi būti įrengiamas ne žemiau kaip 10 cm atstumu nuo grindų paviršiaus bei ne mažesniu kaip 10 cm atstumu nuo palangės. Kompresorinės ir serverinės patalpose numatoma įrengti elektrinius radiatorius.

Pagal patalpų šilumos nuostolius kiekvienai šildomai patalpai parenkami šildymo prietaisai apskaičiuojant jų galią pagal formulę:

$$P_{pr} = P \cdot \beta \cdot f, \text{W} \quad (4.10)$$

$P$  – apskaičiuota patalpai reikalinga šildymo galia.

$\beta$  – koeficientas nurodantis prietaiso įrengimą patalpoje ( $\beta = 1$ , kai prietaisas įrengtas ne po palange;  $\beta = 1,05$ , kai po palange;  $\beta = 1,12-1,15$ , kai paslėptas po palange).

$f$  – perskaičiavimo koeficientas, pateikiamas gamintojo.

Šildymo prietaisų parinkimo suvestinė pateikta priedenr.4(žr. 90p.).

Virš pastato pagrindinio įėjimo numatyta montuoti oro užuolaidą, kuri padengtų susidarančius šilumos nuostolius dėl išorinių durų varstymo. Oro užuolaida parenkama pagal šilumnešio ir patalpos temperatūrą, durų plotą ir aukštį.

Prekių priėmimo ir taros sandėlio patalpose numatytas orinis šildymas vandeniniais orinio šildymo šildytuvais. Šis šildymo būdas pasirinktas, nes patalpose nevykstant krovimo darbams žmonių nebus. Atvykus sunkvežimiu, oriniai šildytuvai greitai įšildo orą ir greitai sukuria palankias sąlygas darbui. Patalpose numatoma palaikyti  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperatūrą. Orinio šildymo prietaisai bus valdomi termostatinio ventilio pagalba.

#### 4.1.4. Vamzdynų hidraulinis skaičiavimas

Nustatant vamzdyno hidraulinius nuostolius, buvo pasirinkti skaičiuojamieji žiedai nuo šilumos šaltinio iki labiausiai nutolusių prietaisų. Pirmoji skaičiuotė atlikta radiatorinio šildymo sistemos nepatogiausiai atkarpai, antroji skaičiuotė- pagrindinio įėjimo oro užuolaidai, trečioji – recirkuliacinių oro ruošimo įrenginių nepatogiausiai atkarpai.

Skaičiuojant sistemos pasipriešinimą reikia žinoti sistemos apkrovą  $\Sigma P_r$  (W) ir srauto masę, kuri apskaičiuojama pagal:

$$G = (0,86 \cdot P_r) / (t_r - t_g) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot 3600, \text{ l/s} \quad (4.11)$$

$P_r$  – apkrova, W.

$t_r - t_g$  – tiekiamo ir grįžtančio termofikacinio vandens temperatūrų skirtumas.

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

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

Vamzdžio skersmuo, trinties nuostoliai, tėkmės greitis parenkami iš tipinės plieninių vamzdžių parametrų parinkimo lentelės. Hidraulinių nuostolių radiatorinės šildymo sistemos vamzdyne ir pagrindinio įėjimo oro užuolaidos vamzdyne skaičiavimo suvestinės pateiktos priede nr.5(žr.91p.). Skaičiuojamosios aksonometrinės schemos pateiktos priede nr.14 (žr.137 p.).

Įvertinus slėgio nuostolius dėl vamzdžių šiurkštumo ir dėl vietinių kliūčių, buvo apskaičiuotas bendras radiatorinės šildymo sistemos sistemos pasipriešinimas, kuris lygus 46,25kPa. Cirkuliacinis siurblys renkamas pagal nepatogiausios atkarpos pasipriešinimą ir šilumnešio debitą tame vamzdyje ant kuriameyra montuojamas (1623,76kg/h).

Kita nepatogiausia atkarpa oro užuolaidų, šios atkarpos pasipriešinimas lygus 49,10kPa ir jis yra didesnis lyginant su pagrindinio įėjimo oro užuolaidos atkarpos pasipriešinimu. Per šilumokaitį Š31 pratekančio šilumnešio debitas lygus 5185,00kg/h.

Išsiplėtimo indai parenkami pagal šilumnešio (vandens) tūrį sistemoje, pagal maksimalų leistiną slėgį šildymo sistemoje ir pradinį bei minimalų slėgį išsiplėtimo inde.

Priimame, kad radiatorinio šildymo sistemos šilumnešio tūris yra lygus  $V=393,30l$  (10l vienam kW šildymo sistemos galios, kai galia lygi 39,33 kW).

Tuomet išsiplėtimo indo tūris  $V_{indo}$  yra lygus:

$$V_{indo} = 0,045 \cdot V = 0,045 \cdot 393,30 = 18l \quad (4.12)$$

Priimame, kad vėdinimo sistemų šilumnešio tūris yra lygus  $V=839,70l$  (10l vienam kW šildymo sistemos galios, kai galia lygi 83,97 kW).

Tuomet išsiplėtimo indo tūris  $V_{indo}$  yra lygus:

$$V_{indo} = 0,045 \cdot V = 0,045 \cdot 839,70 = 38l$$

## **4.2. Vėdinimo sistemos**

### **4.2.1. Projektinės sąlygos**

Įvertinant STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“ [3] reikalavimus 4.1. lentelėje pateikiama patalpų paskirtis, jų plotai, tūriai ir mikroklimato parametrai.



Oro kiekiai pagalbinių patalpų vėdinimui parenkami pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ 1 priedą. Oro kiekio projektinės reikšmės. Parinkti oro kiekiai pateikiami 4.1. lentelėje.

**4.1. lentelė.** Projektiniai 104-133 ir 201 oro kiekiai patalpų vėdinimui.

Eil. Nr.	Patalpos pavadinimas (paskirtis)	Plotas, m <sup>2</sup>	Tūris, m <sup>3</sup>	Žmonių sk./darbo vietų sk./kabinų sk.	Norminiai oro kiekiai, m <sup>3</sup> /h		Projektiniai oro kiekiai, m <sup>3</sup> /h	
					Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4		5	6	7	8
102, 103	Koridorius (užkasinė zona), prekybos salė	608,57	3377,56	8	4381,70	4381,70	4490,00	4402,00
104	Bendras WC (pritaikytas ŽN)	5,11	16,35		-	108,00	-	108,00
105, 106	Apsaugos patalpa/patalpa bankomatui	9,15	29,28	1	36,00	16,00	36,00	16,00
113	Prekių priėmimo patalpa	30,02	134,34		39,02	-	39,00	39,00
114	Taros sandėlis	15,74	51,95		20,46	-	21,00	21,00
116	Šilumos punktas	6,25	20,00		20,00	20,00	20,00	20,00
117	Serverinė	5,67	18,15		20,42	81,65	21,00	82,00
118	Kasa, inkasacija	5,60	17,92	1	36,00	16,00	36,00	16,00
119	Vadybininkų patalpa	12,23	39,14	2	72,00	32,00	72,00	32,00
120	Poilsio patalpa	12,23	39,14		176,11	-	177,00	-
121	Persirengimo patalpa (vyrams)	5,12	16,38		92,16	72,00	93,00	72,00
122	Dušo patalpa	1,40	4,48		-	72,00	-	72,00
123	WC	1,61	5,15		-	72,00	-	72,00
124	Dušo patalpa	1,40	4,48		-	72,00	-	72,00
125	WC	1,70	5,44		-	72,00	-	72,00
126	Persirengimo patalpa (moterims)	5,83	18,66		104,94	115,20	105,00	116,00
127	Koridorius	82,22	390,54		149,26	-	150,00	-
131	Prekių išfasavimo patalpa	5,55	17,76	2	72,00	32,00	72,00	32,00
132	Valytojos patalpa	5,55	17,76		-	79,92	-	80,00
133	Prekių priėmėjų kabinetas	5,99	19,17	1	36,00	16,00	36,00	16,00
201	Vėdinimo kameros patalpa	65,10	218,10		218,10	218,10	219,00	219,00
Projektiniai oro kiekiai 104 – 133 ir 201 patalpų vėdinimui:							5587,00	5559
Projektiniai oro kiekiai san. mazgų vėdinimo sistemose:								396

**4.2. lentelė.** Projektiniai 107 – 112oro kiekiai patalpų vėdinimui.

Eil. Nr.	Patalpos pavadinimas (paskirtis)	Plotas, m <sup>2</sup>	Tūris, m <sup>3</sup>	Žmonių sk./darbo vietų sk./kabinų sk.	Norminiai oro kiekiai, m <sup>3</sup> /h		Projektiniai oro kiekiai, m <sup>3</sup> /h	
					Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4		5	6	7	8
107	Vaistinės salė	47,33		2	340,77	340,77	341,00	341,00
108	Vaistinės atsargų patalpa	8,21			10,68	10,68	70,00	11,00
109	Vaistinės prichotropinių vaistų patalpa	0,52				16,00		16,00
110	Vaistinės buitinė patalpa	6,05		1	36,00	16,00	72,00	16,00
111	Vaistinės valytojos patalpa	2,09				30,09		31,00
112	Vaistinės WC	1,46				72,00		72,00
Projektiniai oro kiekiai 107 – 112 patalpų vėdinimui:							483,00	487,00
Projektiniai oro kiekiai san. mazgų vėdinimo sistemose:								72,00

Oro judėjimo greitis darbo zonoje pateiktas 3.9 lentelėje (pagal HN 42:2009. Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas. 1 lentelę).

**4.3. lentelė.** Oro judėjimo greitis patalpose.

Eil. Nr.	Mikroklimato parametras	Ribinės vertės	
		Šaltuoju metų laikotarpiu	Šiltuoju metų laikotarpiu
1	2	3	4
1	Oro judėjimo greitis darbo zonoje, m/s	0,05-0,15	0,15-0,25

Leistinas temperatūrų skirtumas tarp įtekančios į darbo zoną srovės temperatūros ir tos zonos temperatūros priimtas pagal STR 2.09.02:2005 6 priedo reikalavimus (4.4. lentelėje).

**4.4. lentelė.** Leistinas temperatūrų skirtumas tarp įtekančios į darbo zoną srovės temperatūros ir tos zonos temperatūros

Mikroklimato sąlygos	Patalpos	Temperatūrų skirtumas, °C			
		kai dengiami šilumos nuostoliai		kai sugeriamas šilumos perteklius	
		žmonės srovėje	žmonės už srovės ribų	žmonės srovėje	žmonės už srovės ribų
Leistinos	Visos, išskyrus gamybos ir pramonės paskirties	3	3,5	-1,5	-2

#### 4.2.2. Bendrieji reikalavimai vėdinimo sistemoms

Oro tiekimas numatytas cinkuotos skardos ortakiais. Ortakiai turi būti pakankamai standūs ir gerai pritvirtinti, kad liktų sandarūs ir nejudami bet kokiomis sistemos darbo sąlygomis. Kiekviename ortakyje, skirtame aptarnauti gaisrui pavojingas patalpas, suprojektuoti ugnies vožtuvai. Ortakių ir sienų, perdangų, pertvarų susikirtimo vietas būtina užpildyti statybos produktais, nesumažinant kertamos konstrukcijos normuojamo atsparumo ugniai [2]. Ortakiuose numatoma įrengti pravalymo angas.

Triukšmo mažinimui sistemose parinkti triukšmo slopintuvai, vibracijų mažinimui numatyti antivibraciniai padai po vėdinimo įrenginiais, ortakiai prie ventiliatorių, vamzdynai prie šildymo/vėsinimo sekcijų, jungiami per lanksčias jungtis.

Ortakiai oro ėmimui nuo išorės sienos iki vėdinimų įrenginių izoliuojami šilumos izoliacija su aliuminio folijos padengimu.

Šalinamieji ortakiai nuo išorės sienos iki vėdinimo įrenginių izoliuojami šilumine atikondensacine izoliacija.

Tarp oro ėmimo ir šalinimo angų išlaikomas [6] reikalaujamas atstumas. Oro ėmimo ir šalinimo angos projektuojamos taip, kad būtų apsaugotos nuo atmosferinių kritulių ir paukščių patekimo į vidų.

#### 4.2.3. Projektiniai sprendimai

Projektuojamų sistemų sąrašas, techniniai duomenys pateikiami 4.5. lentelėje.

4.5. lentelė. Projektuojamų inžinerinių sistemų sąrašas.

Eil. Nr.	Sistemos numeris (oro kiekis, m <sup>3</sup> /h)	Paskirtis	Aptarnaujamos patalpos	Vėdinimo įrenginio vieta
1	2	3	4	5
1.	T1/I1 (9036/9016)	Vėdinimas	102, 103, 105 ir 106 patalpos	Vėdinimo kameros patalpa (201 patalpa)
2.	T2/I2 (1061/745)	Vėdinimas	Patalpos tarp 8-10 ir A-H ašių išskyrus 103 patalpą	Vėdinimo kameros patalpa (201 patalpa)
3.	T3/I3(484/415)	Vėdinimas	125-129 patalpos	Ant stogo
4.	I4 (1089/1089)	Šilumos šalinimas	116 patalpa	Virš kabamųjų lubų
5.	I5(72)	Oro šalinimas	123 patalpa	Virš kabamųjų lubų

6.	I6(72)	Oro šalinimas	122 patalpa	Virš kabamųjų lubų
7.	I7(72)	Oro šalinimas	124 patalpa	Virš kabamųjų lubų
8.	I8(72)	Oro šalinimas	125 patalpa	Virš kabamųjų lubų
9.	I9(72)	Oro šalinimas	112 patalpa	Virš kabamųjų lubų
10.	I10(108)	Oro šalinimas	104 patalpa	Virš kabamųjų lubų
11.	I11(16)	Oro šalinimas	109 patalpa	Virš kabamųjų lubų
12.	V1	Vėsinimas	105,106 patalpos	Ant sienos
13.	V2	Vėsinimas	117 patalpa	Ant sienos
14.	V3	Vėsinimas	119 patalpa	Ant sienos
15.	I12	Dūmų šalinimas	102, 103 patalpos	-

Projektuojamam pastatui suprojektuotos 4 oro tiekimo ir 12 oro šalinimo sistemų. Vėdinimo sistemos numatomos automatizuotos, palaikys projektinius mikroklimato parametrus patalpose. Visos vėdinimo sistemos gaisro metu išjungiamos, prekybos salėje automatiškai atidaromi dūmų šalinimo stoglangiai ir kompensuojamo oro angos. Vėdinimo sistemos T1/I1 ir T3/I3 šiltuoju laikotarpiu tieks atvėsintą orą. Sistemų T1/I1 ir T2/I2 pirminio šildymo sekcijos prijungtos prie šilumos atgavimonuo šaldytuvų kompresorių sistemos. Šilumos pritekėjimų skaičiavimas pateiktas 4.2.4. poskyryje (žr. 53p.).

**102, 103, 105 ir 106 patalpų (prekybos salės zona)vėdinimui** suprojektuotas vėdinimo įrenginys T1/I1 (9036/9016m<sup>3</sup>/h)

Vėdinimo įrenginį sudaro: G5 klasės filtras tiekiamo oro valymui, G4 klasės filtras šalinamo oro valymui, pirminio (sujungtas su šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių sistema) ir antrinio šildymo vandeniniai šildytuvai, vėsinimo sekcija, rotacinis rekuperatorius, recirkuliacijos sekcija ir išcentrinio tipo tiekiamojo ir šalinamojo oro ventiliatoriai.

Vėdinimo įrenginys suprojektuotas antrame aukšte 201 patalpoje . Oro ėmimas numatytas per išorines 1300x1300mm groteles (žr. brėž. nr. 2016-MBD-PES-ŠV, 6 lapą).

Oras į patalpas bus tiekiamas ir šalinamas magistraliniais ortakiais. Iš magistralinių ortakių atsišakoja skirstomieji ortakiai. Oras į atskiras patalpas bus paskirstomas ir šalinamas lubiniais oro tiekimo ir šalinimo skirstytuvais. Ortakiai izoliuojami šilumine izoliacija.

T1/I1 sistemos oro ruošimo įrenginyje numatyta recirkuliacijos sekcija, kuri reguliuoja šviežio ir recirkuliacinio oro mišinio sudarymo procesą pagal CO<sub>2</sub> kiekį šalinamame ore.

Šiltuoju metų laikotarpiu, T1/I1 sistemos oro ruošimo įrenginio vėsinimo sekcija negali padengti visų šilumos pritekėjimų, todėl prekybos salės erdvė bus vėsinama lubiniais, kasetiniais oro ruošimo įrenginiais. Šaltnešio temperatūros reguliavimo mazgas bus įrengiamas 201 patalpoje.

Apibendrinant, T1/I1 sistemoje galima išskirti net keturias energijos taupymo sistemas: oro recirkuliacijos, oro rekuperavimo, šildymo- vėsinimo sistema lubiniais kasetiniais oro ruošimo įrenginiais ir šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių sistema.

**Patalpų, esančių tarp 8-10 ir A-H ašių, išskyrus 103 patalpą (pagalbinių patalpų zona)** vėdinimui suprojektuotas vėdinimo įrenginys T2/I2 (1061/745m<sup>3</sup>/h)

Vėdinimo įrenginį sudaro: G5 klasės filtras tiekiamo oro valymui, G4 klasės filtras šalinamo oro valymui, pirminio (sujungtas su šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių sistema) ir antrinio šildymo vandeniniai šildytuvai, rotacinis rekuperatorius, ir išcentrinio tipo tiekiamojo ir šalinamojo oro ventiliatoriai.

Vėdinimo įrenginys suprojektuotas antrame aukšte 201 patalpoje. Oras imamas per išorines 600x600mm groteles (žr. brėž. nr. 2016-MBD-PES-ŠV, 6 lapą).

Oras į patalpas bus tiekiamas ir šalinamas magistraliniais ortakiais. Iš magistralinių ortakių atsišakoja skirstomieji ortakiai. Oras į atskiras patalpas bus paskirstomas ir šalinamas lubiniais oro tiekimo ir šalinimo skirstytuvais.

Oro ėmimo ir šalinimo ortakiai izoliuojami nuo vėdinimo įrenginio iki išorinės sienos.

Šiltuoju metų laikotarpiu reikiamo mikroklimato palaikymui patalpose, kuriose šiltuoju metų laikotarpiu gali nuolatos susidaryti perteklinė šiluma, numatytas papildomas patalpų vėsinimas „Split“ tipo oro vėsinimo įrenginiais, kurių išoriniai blokai sumontuoti ant pastato stogo ir variniais vamzdeliais sujungti su vidiniais aušintuvais. Šaldymo agentas: freonas R410A. Vėsinimo sistemų V1 ir V2 išoriniai blokai turi būti tinkami darbui šaltuoju metų laiku.

Oro šalinimui iš WC ir dušunumatomi kanaliniai ventiliatoriai. I5 - I11 oro šalinimo sistemos valdomos nuo šviesos jungiklio su 20 min išjungimo atidėjimu. Sistemoms neveikiant, kad šaltas oras nepatektų į patalpas, suprojektuoti atbuliniai vožtuvai oro srautui iš lauko uždaryti. Virš kambarių lubų montuojamiems įrenginiams lubose turi būti numatytas aptarnavimo liukas.

**107- 112 patalpų (vaistinės zona)** vėdinimui suprojektuotas vėdinimo įrenginys T3/I3 (484/415m<sup>3</sup>/h)

Vėdinimo įrenginį sudaro: G5 klasės filtras tiekiamo oro valymui, G4 klasės filtras šalinamo oro valymui, elektrinis šildytuvas, freoninis aušintuvas, plokštelinis rekuperatorius, ir išcentrinio tipo tiekiamojo ir šalinamojo oro ventiliatoriai.

Vėdinimo įrenginys suprojektuotas ant pastato stogo (atitinkamo išpildymo). Oras imamas per 315mm skersmens groteles (žr. brėž. nr. 2016-MBD-PES-ŠV, 5 lapą).

Oras į patalpas bus tiekiamas ir šalinamas magistraliniais ortakiais. Iš magistralinių ortakių atsišakoja skirstomieji ortakiai. Oras į atskiras patalpas bus paskirstomas ir šalinamas lubiniais oro tiekimo ir šalinimo skirstytuvais. Ortakiai apšiltinami šilumine izoliacija, o lauke ir apskardinami.

Šiltuoju metų laikotarpiu, reikiamos temperatūros patalpose palaikymui T3/I3 vėdinimo įrenginyje, numatyta vėsinimo sekcija su atskiru išoriniu bloku. Šaldymo agentas: freonas R410A.

Oro šalinimui iš WC (126 patalpa) suprojektuotas prie lubų montuojamas oro šalinimo ventiliatorius su oro išmetimu virš stogo. Ventiliatorius įjungiamas nuo apšvietimo jungiklio, išjungimas atidedamas 20min. Sistemai neveikiant suprojektuotas atbulinis vožtuvas oro srautui iš lauko uždaryti.

**116 patalpos (kompresorinės) vėdinimui** suprojektuota oro šalinimo sistema su kanaliniu ventiliatoriumi. Esant šilumos pertekliui, t.y. viršijus 30<sup>0</sup>C temperatūrą, įsijungs I4 sistemos oro šalinimo ventiliatorius ir bus automatiškai atidaromas, išorinėje sienoje esantis, vožtuvas oro tiekimui. Grotelių angos sienoje uždarymui, suprojektuotas apšiltintas vožtuvas su elektros pavara, blokuojama su kanalinio ventiliatoriaus veikimu

#### **4.2.4. 102, 103 patalpų šilumos balansų žiemos ir vasaros sezonams sudarymas ir T3/I3 sistemos skaičiavimas.**

Šilumos ir drėgmės balansai sudaromi pagal E. Isevičiaus knygoje „Oro kondicionavimas“ [6] pateiktą skaičiavimo metodiką.

102, 103 patalpų šilumos balansas šiltuoju laikotarpiu (vasarą):

Šilumos balansą vasarai sudaro šios dedamosios:

$$Q_v = Q_{apšv.} + Q_{žm.} + Q_l^r + Q_{st.}^r + Q_a + Q_{p.v.}, \text{ kJ/h}; \quad (4.13)$$

Šilumos srautas nuo dirbtinio apšvietimo:

$$Q_{apšv.} = 3600 \cdot N_{šv.} \cdot A \cdot k, \text{ kJ/h}; \quad (4.14)$$

$N_{\text{šv.}}$  – lyginamoji instaliuotų šviestuvų galia,  $kW/m^2$ ;

$A$  – patalpos grindų plotas,  $m^2$ ;

$k$  – šilumos srauto į darbo zoną koeficientas, priklausantis nuo šviestuvo tipo.

Kabamiesiems šviestuvams  $k = 1,0$ , kitiems –  $k = 0,4 - 0,6$ .

Koeficientu **0,75** įvertiname tai, kad šviesa šiltuoju laikotarpiu įjungiamo rečiau negu šaltuoju. -

$$Q_{\text{apšv.}} = 3600 \cdot 0,009 \cdot 603,57 \cdot 1 \cdot 0,75 = 14666,75 \text{ ,kJ/h;}$$

Šilumos išsiskyrimai nuo patalpoje esančių žmonių:

$$Q_{\text{žm.}} = 3,6 \cdot q \cdot n, \text{ kJ/h;} \quad (4.15)$$

$q$  – vieno žmogaus išskiriamas šilumos srautas ;  $n$  – žmonių skaičius.

$$Q_{\text{žm.}} = 3,6 \cdot 154 \cdot 110 = 52140,00 \text{ kJ/h}$$

Šilumos srautas į patalpą per langus dėl saulės spinduliuotės:

$$Q_l^y = 3,6 \sum (A \cdot q_l \cdot a), \text{ kJ/h;} \quad (4.16)$$

$A$  – į vieną pusę nukreiptų langų plotas,  $m^2$ ;

$q_l$  – saulės radiacijos intensyvumas, priklausomai nuo langų orientacijos,  $W/m^2$ , šis dydis parenkamas iš STR 2.09.04:2008 "Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui" 7 priedo 7.3 lentelės;

$a$  – koeficientas įvertinantis lango konstrukciją: dvigubo įstiklinimo langams  $a = 1,15$ , viengubo –  $a = 0,8$ , užtemdomų –  $a = 0,6$ .

$$Q_l^y = 3,6(32,11 \cdot 97,8 \cdot 1,15) = 13001,10 \text{ kJ/h}$$

Šilumos srautas į patalpą per stogą dėl saulės spinduliuotės:

$$Q_{st.}^r = 3,6 \cdot A_{st.} \cdot q_{st.} \cdot k_{st.}, \text{ kJ/h}; \quad (4.17)$$

$A_{st.}$  – stogo plotas,  $m^2$ ;

$q_{st.}$  – saulės radiacijos intensyvumas,  $W/m^2h$ , šis dydis parenkamas iš STR 2.09.04:2008 "Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui" 7 priedo 7.3 lentelės;

$k_{st.}$  – koeficientas savo skaitine reikšme lygus stogo šilumos perdavimo koeficientui  $U_{sb}$   $W/m^2K$ ;

$$Q_{st.}^y = 3,6 \cdot 941,31 \cdot 220 \cdot 0,19 = 93648,33 \text{ kJ/h}$$

Šiluma, patenkanti į patalpas per išorines atitvaras:

$$Q_a = 3,6 \cdot \sum k \cdot A(t_{i\check{s}} - t_p), \text{ kJ/h}; \quad (4.18)$$

$k$  – atitinkamos atitvaros šilumos perdavimo koeficientas(žr. lent. 3.1, 28p.),  $W/(m^2 \cdot K)$ ;

$A$  – atitinkamos atitvaros plotas,  $m^2$ ;

$t_{i\check{s}}$ ,  $t_p$  – atitinkamai oro temperatūra išorėje ir skaičiuojamojoje patalpoje,  $^{\circ}C$ ;

$$Q_a = 3,6 \cdot 0,21 \cdot 926,72 \cdot (24,2 - 18) = 4343,72 \text{ kJ/h}$$

Šilumos išsiskyrimas nuo technologinių įrenginių(šaldytuvų):

Nuo uždarojo tipo šaldymo vitrinų išsiskiria 1404 kJ/h šilumos vienam šaldymo vitrinų metrui.

Nuo atvirojo tipo šaldymo vitrinų išsiskiria -414 kJ/h šilumos vienam šaldymo vitrinų metrui.

**Šilumos balansas vasarai:**

$$Q_v = 173891,90 \text{ kJ/h}$$



102, 103 patalpų šilumos balansas šaltuoju metų laikotarpiu:

Šilumos balansą žiemai sudaro šios dedamosios:

$$Q_z = Q_{apšv.} + Q_{zm.} + Q_{b.š.} + Q_{p.v.} - Q_n, \text{ kJ/h} \quad (4.19)$$

Šilumos srautas nuo dirbtinio apšvietimo:

$$Q_i^y = 3,6(32,11 \cdot 97,8 \cdot 1,15) = 13001,10 \text{ kJ/h}$$

Šilumos išsiskyrimai nuo patalpoje esančių žmonių:

$$Q_{zm.} = 3,6 \cdot 154 \cdot 110 = 52140,00 \text{ kJ/h}$$

Šilumos nuostoliai per atitvaras:

(Duomenys iš šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinės.)

$$Q_n = 170485,20 \text{ kJ/h}$$

Šilumos išsiskyrimas nuo technologinių įrenginių(šaldytuvų):

Nuo uždarojo tipo šaldymo vitrinų išsiskiria 1404 kJ/h šilumos vienam šaldymo vitrinų metrui.

Nuo atvirojo tipo šaldymo vitrinų išsiskiria -414 kJ/h šilumos vienam šaldymo vitrinų metrui.

$$Q_{pv.} = 12 \cdot (-414) + 15 \cdot 1404 = 16092 \text{ kJ/h} \quad (4.20)$$

**Šilumos balansas žiemai:**

$$Q_z = -89251,10 \text{ kJ/h}$$

### Šviežio lauko oro kiekio, numatomo tiekti T1/I1 vėdinimo sistema skaičiavimas

Tiekiamo oro kiekis:

$$L_{T1/I1} = 7,2 \cdot 603,57 = 4381,70 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4.21)$$

7,2m<sup>3</sup>/h vienam m<sup>2</sup> grindų ploto, pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ ;

A- patalpų , kurias aptarnauja T1/I1 sistema plotas.

### Vėdinimo sistema T1/I1 tiekiamo oro temperatūros skaičiavimas šaltuoju metų laikotarpiu

Iš šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinės (žr.psl.72) priimame, kad 102 ir 103 patalpų šildymo galia lygi:

$Q_{\text{šild}} = 27,00 \text{ kW}$  ( 14,00kW padengiamame radiatoriniu šildymu).

$$\Delta t = \frac{Q_{\text{šild.}}}{0,34 \cdot L_{T1/I1}} = \frac{13000}{0,34 \cdot 9000} = 4,25 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.22)$$

$$t_{\text{tiek}} = t_{\text{pat.}} + \Delta t = 18 + 4,25 = 22,25 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.23)$$

$t_{\text{tiek}}$ - tokios temperatūros orą reikėtų tiekti į patalpą, norint padengti visus šilumos nuostolius;  $t_{\text{pat}}$ - projektinė patalpos temperatūra.

Įvertinę STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ 6 priedoreikalavimus ir numatomą oro skirstytuvo apačios altitudę priimame, kad:

$$t_{\text{tiek}} = 23^\circ\text{C}$$

Skaičiuojame, kiek šilumos nuostolių galime padegti su tokia tiekiamojo oro temperatūra, esant 9000m<sup>3</sup>/h oro kiekiui:

$$\Delta Q = 0,34 \cdot \frac{L_{T1}}{I1} \cdot (t_{\text{tiek}} - t_{\text{pat}}) = 0,34 \cdot 9000 \cdot (23 - 18) = 15,30 \text{ kW} \quad (4.24)$$

## Vėdinimo sistema T1/I1 tiekiamo oro temperatūros skaičiavimas šiltajam metų laikotarpiui

Iš šilumos ir drėgmės balansų skaičiavimo suvestinės( žr. 83p.) priimame, kad 102 ir 103 šilumos balansas šiltuoju laikotarpiu( šilumos kiekis, kurį turi padengti vėsinimo sistema) lygus:

$$Q_{vės} = 73,51 kW$$

$$\Delta t = \frac{Q_{vės}}{0,34 \cdot L_{T1/I1}} = \frac{47360}{0,34 \cdot 9000} = 15,44 \text{ } ^\circ C \quad (4.25)$$

$$t_{tiek} = t_{pat.} - \Delta t = 22 - 15,44 = 6,56 \text{ } ^\circ C \quad (4.26)$$

čia:  $t_{tiek}$ - tokios temperatūros orą reikėtų tiekti į patalpą, norint padengti visus šilumos pritekėjimus;  $t_{pat}$ - projektinė patalpos temperatūra.

Įvertinę STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ 6 priedo reikalavimus ir numatomą oro skirstytuvo apačios altitudę priimame, kad:

$$t_{tiek} = 17^\circ C$$

Skaičiuojame, kiek šilumos pritekėjimų galime padengti su tokia tiekiamojo oro temperatūra, esant  $9000 m^3/h$  oro kiekiui:

$$\Delta Q = 0,34 \cdot \frac{L_{T1}}{I1} \cdot (t_{tiek} - t_{pat}) = 0,34 \cdot 9000 \cdot (23 - 18) = 15,30 kW \quad (4.27)$$

Skaičiuojame, kiek šilumos nuostolių nepadengiame, tiekdami  $17^\circ C$  temperatūros orą

$$Q_{likutinis} = Q_{vės} - \Delta Q = 73,51 - 15,30 = 58,21 kW$$

Norint padengti visus šilumos pritekėjimus reikėtų smarkiai padidinti oro kiekius, siekiant išvengti didelių ortakių skersmenų ir neracionaliai didelio skirstytuvų skaičiaus, likutinius šilumos pritekėjimus ( $Q_{likutinis}$ ) numatoma padengti lubiniais kasetiniais oro aušintuvais.

## 116 patalpos šilumos šalinimo sistemos I4 skaičiavimas.

116 patalpoje numatoma įrengti šaldytuvų kompresorius. Jų bendra galia lygi 40kW. Nuo jų į aplinką išsiskirs 4kW šilumos. Patalpos temperatūra negali viršyti 30°C, kuri nurodyta įrenginių pasuose.

Iš 202 patalpos šalinamas oro kiekis skaičiuojamas taip:

$$L = \frac{P}{0,34 \cdot (t_{pat} - t_{lauko})} = \frac{4000}{0,34(35 - 24,2)} = 1089 m^3/h \quad (4.28)$$

P- į aplinką išsiskiriančios šilumos kiekis(W).

Pašalinto oro kompensavimas numatomas per groteles išorinėje sienoje. Oro tiekimo grotelių plotas skaičiuojamas taip :

$$F_{grot.} = \left( \frac{L}{v \cdot 3600} \right) \cdot 2 = \left( \frac{1089}{2 \cdot 3600} \right) \cdot 2 = 0,302 m^2 \quad (4.29)$$

v- oro greitis per groteles(m/s).

116 patalpos vėdinimo sistemai I4 numatome įrengti 600x500mm dydžio groteles išorinėje sienoje su apšiltintu vožtuvu iš vidinės (patalpos) pusės bei kanalinių ventiliatorių Komfovent RS315L.

### 4.2.5. Vėdinimo sistemų įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai

#### 4.2.5.1. 102, 103, 105 ir 106 patalpų vėdinimo sistemos įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai(sistema T1/I1)

Oro tiekimo ir šalinimo įtaisai.

Pagal apskaičiuotus oro kiekius parenkami oro tiekimo ir šalinimo įtaisai. Jie parenkami atsižvelgiant į 2 parametrus:

- 1)  $l_{0,2}$  – nurodo atstumą nuo skirstytuvo, kurio greitis ašyje nusilps iki 0,2 m/s;
- 2) triukšmo lygis dB administracinėse patalpose neturi būti didesnis nei 30 – 35 dB.

$l_{0,2}$  skaičiavimas 104-124, 201 patalpoms:

$$l_{0,2}=a+b \quad (4.30)$$

$$b=h-1,8-0,3$$

$$b=3,5-1,8-0,3=1,4m$$

$$l_{0,2}=2,6+1,4=4,0m.$$

Lentelėje 3.12 pateikta T1/I1 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisai. Jų parinkimo diagramos ir techniniai duomenys pateikti priede nr.6, (žr. 95 p.).

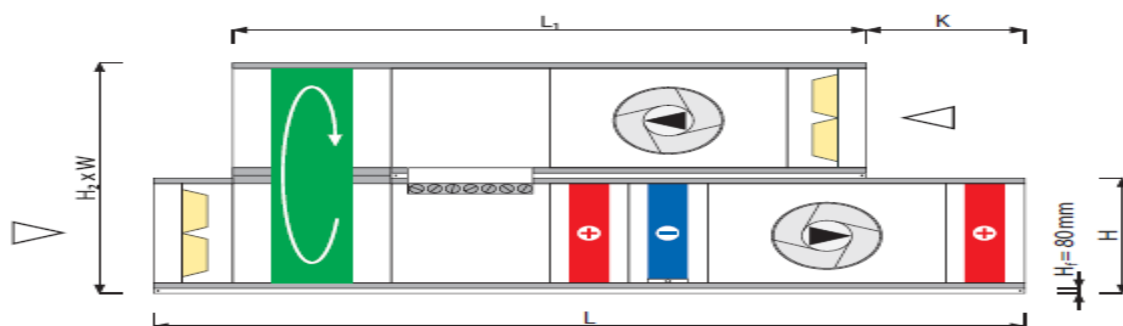
**4.6 lentelė.**T1/I1 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisai.

Oro tiekimo įtaisai			Oro šalinimo įtaisai		
Ptalpos Nr.	Įtaiso pavadinimas	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Ptalpos Nr.	Įtaiso pavadinimas	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5	6
102, 103	KONIKA315	563	102, 103	NOVA-F-2-1000-200	820
105, 106	TFF 80	36	105, 106	EFF 63	39

Aerodinaminio vėdinimo sistemos T1/I1 skaičiavimo suvestinė pateikta priede nr.8 (žr. 102p.).

### ***Oro ruošimo įrenginys(T1/I1)***

Pagal oro kiekį prekybos salės zonos patalpų vėdinimui, parenkamas oro ruošimo įrenginys VS 100 (su pirminio ir antrinio šildymo sekcijomis, vėsinimo sekcija, recirkuliacijos sekcija, rotaciniu rekuperatoriumi ir F5 kalsės filtrais) iš „VTS“ oro ruošimo įrenginių katalogo. Reikalingas oro kiekis minėtų patalpų vėdinimui 9036/9016m<sup>3</sup>/h. Parinktas įrenginys maksimaliai gali tiekti 10700m<sup>3</sup>/h oro kiekį. Įrenginio schema pateikiama 4.1. pav..



**4.1. pav.** VS 100

Įrenginio matmenys:

$L_1=3684\text{mm}$ ;  $L=4415\text{mm}$ ;  $H=1015\text{mm}$ ;  $H_2=1950\text{mm}$ ;  $W=1660\text{mm}$

Įrenginio dalių slėgio nuostoliai:

Užsklanda:  $\Delta p = 5Pa$ ;

Recirkuliacijos sekcija:  $\Delta p = 15Pa$ ;

Kišeninis filtras (filtravimo klasė F5):  $\Delta p = 250Pa$ ;

Lašų gaudytuvas:  $\Delta p = 20Pa$ ;

Pirminio šildymo sekcija:  $\Delta p = 35Pa$ ;

Antrinio šildymo sekcija:  $\Delta p = 35Pa$ ;

Vėsinimo sekcija:  $\Delta p = 200Pa$ ;

$\Delta p_{\text{ori}} = 5 + 5 + 250 + 20 + 70 + 200 + 15 = 565 Pa$  ;

**Pirminio šildymo sekcijos galia: 10,00 kW** (parenkama pagal atgaunamos šil. kiekį).

**Antrinio šildymo sekcijos galia: 28,00kW.**

Antrinio šildymo sekcijos galia apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = 0,34 \cdot L \cdot (\Delta t) \cdot (1 - \eta) \quad (4.31)$$

$$P = 0,34 \cdot 9036 \cdot (23 - (-22)) \cdot (1 - 0,80) = 9831W = 27650W = 27,65kW$$

Q – antrinio šildymo sekcijos galia, W;

L – oro srautas,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$\Delta t$  – (teikiamo oro ir lauko oro temp. skirtumas),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\eta$  – rekuperatoriaus naudingumo koeficientas.

**Vėsinimo sekcijos galia: 10 kW**

**Vėsinimo sekcijos galia** apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = 0,34 \cdot L \cdot (\Delta t) \cdot (1 - \eta) \quad (4.32)$$

$\Delta t$  – ( lauko oro temp. ir teikiamo oro temp. skirtumas),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$$P = 0,34 \cdot 9036 \cdot (33 - 17) \cdot (1 - 0,80) = 9831W = 9,83kW$$

**Filtrai** keičiami naujais, kai slėgio nuostoliai filtruose pasiekia maksimalią rekomenduojamą normą  $\Delta P_{t,max}$ , Pa:

$$\Delta P_{t,max} = \Delta P_{t,sk.} + \Delta P_n$$

$$\Delta P_{t,max} = 250 + 55 = 255 Pa$$

**čia:**  $\Delta P_{t,sk.}$  – skaičiuotinas aerodinaminis pasipriešinimas filtre, Pa; (nurodoma prie įrenginio (250Pa);

$\Delta P_n$  - norminis aerodinaminio pasipriešinimo prieaugis, Pa (žr. 90 p., VTS“ vėdinimo įrenginių kataloge[43]).

**Ventiliatoriai įrenginiui** parenkami pagal oro kiekį ir slėgio nuostolius:

$$\Delta p = \Delta p_{OTI} + \Delta p_{sist.} + \Delta p_{skirst} + 100 = 565 + 667 + 16 + 100 = 1348 Pa;$$

$\Delta p_{OTI}$  - slėgio nuostoliai vėdinimo įrenginyje, Pa;

$\Delta p_{sist.}$  - slėgio nuostoliai sistemoje, Pa;

$\Delta p_{skirst}$  - slėgio nuostoliai toliausiai nutolusiame oro skirstytuve, Pa.

100 – atsarga, Pa;

Tiekiamo/šalinamo oro kiekis –  $9036/9016 m^3/h$ ;

Parenkami ventiliatoriai VS 450 („VTS“). Parinkimo diagrama pateikiama priede nr.7 (žr. 100 p.).

VS 450 charakteristikos: ( $\Delta p=810 Pa$ ,  $\eta=65 \%$ , oro debitas apie  $9036 m^3/h$ ,  $n=1440 aps/min$ ,  $L_A=110 dB(A)$ ,  $N=3,2 kW$ );

#### **4.2.5.2. Pagalbinių patalpų zonos vėdinimo įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai (sistema T2/I2)**

Oro tiekimo ir šalinimo įtaisai.

Pagal apskaičiuotus oro kiekius parenkami oro tiekimo ir šalinimo įtaisai. Jie parenkami atsižvelgiant į 2 parametrus:

- 1)  $l_{0,2}$  – nurodo atstumą nuo skirstytuvo, kurio greitis ašyje nusilps iki 0,2 m/s;  
 2) triukšmo lygis dB administracinėse patalpose neturi būti didesnis nei 30 – 35 dB.

$l_{0,2}$  skaičiavimas:

$$l_{0,2} = a + b$$

$$b = h - 1,8 - 0,3$$

$$b = 3,2 - 1,8 - 0,3 = 1,1 \text{ m}$$

$$l_{0,2} = 2,3 + 1,1 = 3,4 \text{ m}$$

Lentelėje 3.13 pateikta T2/I2 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisai. Jų parinkimo diagramos ir techniniai duomenys pateikti priede nr.6, (žr. 95 p.).

**4.7 lentelė.** T2/I2 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisai.

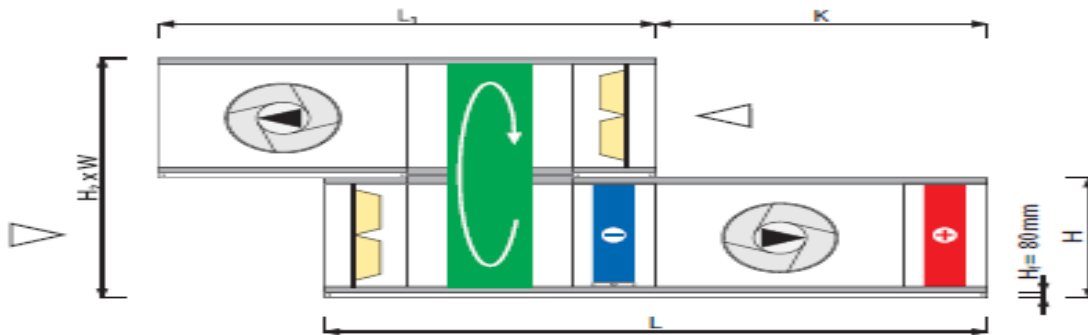
Oro tiekimo įtaisai			Oro šalinimo įtaisai		
Patalpos Nr.	Įtaiso pavadinimas	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Patalpos Nr.	Įtaiso pavadinimas	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5	6
113, 114, 115, 117, 118, 133	TFF 80	36	113, 114, 115, 118, 133	EFF63	39
119, 127, 131	TFF 100	75	119, 131	EFF 80	50
119, 127, 131	TFF 100	75	104, 117, 132	EFF 100	114
120, 121, 126, 201	TFF 125	110	201	EFF 200	220

Aerodinaminio vėdinimo sistemos T2/I2 skaičiavimo suvestinė pateikta prie nr.8(žr.102 p.).

### ***Oro ruošimo įrenginys(T2/I2)***

Pagal oro kiekį pagalbinių patalpų zonos vėdinimui, parenkamas oro ruošimo įrenginys VS 21 (su pirminio ir antrinio šildymo sekcijomis, rotaciniu rekuperatoriumi ir F5 kalsės filtrais) iš „VTS“ oro ruošimo įrenginių katalogo. Reikalingas oro kiekis minėtų patalpų vėdinimui 1061m<sup>3</sup>/h. Parinktas įrenginys maksimaliai gali tiekti 2200 m<sup>3</sup>/h oro kiekį. Įrenginio schema pateikiama 4.2. pav.





4.2. pav. VS 21

Įrenginio matmenys:

$L_1=1856\text{mm}$ ;  $L=2587\text{mm}$ ;  $H=528\text{mm}$ ;  $K=1097\text{mm}$ ;  $H_2=976\text{mm}$ ;  $W=961\text{mm}$ ;

Įrenginio dalių slėgio nuostoliai:

Užsklanda:  $\Delta p = 5\text{Pa}$ ;

Kišeninis filtras (filtravimo klasė F5):  $\Delta p = 150\text{Pa}$ ;

Pirminio šildymo sekcija:  $\Delta p = 35\text{Pa}$ ;

Antrinio šildymo sekcija:  $\Delta p = 35\text{Pa}$ ;

$$\Delta p_{\text{OTI}} = 5 + 5 + 150 + 20 + 70 + 135 = 385\text{Pa}; \quad (4.33)$$

**Pirminio ir antrinio šildymo sekcijų galia: po 4kW.**

Antrinio šildymo sekcijos galia apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = 0,34 \cdot L \cdot (\Delta t) \cdot (1 - \eta) \quad (4.34)$$

$$P = 0,34 \cdot 1061 \cdot (21 - (-22)) \cdot (1 - 0,80) = 3181\text{W} = 3,18\text{kW}$$

Pirminio šildymo sekcijos galia. Naudojant šilumos atgavimo sistemą nuo šaldymo įrangos galima atgauti iki 10,00 kW šilumos energijos galią, tačiau šiam vėdinimo įrenginiui tokia galia yra per didelė, todėl pirminio šildymo sekcija, kaip ir antrinio, numatoma 4kW galios.

**Filtrai** keičiami naujais, kai slėgio nuostoliai filtruose pasiekia maksimalią rekomenduojamą normą  $\Delta P_{t,max.}$ , Pa:

$$\Delta P_{t,max} = \Delta P_{t,sk.} + \Delta P_n \quad (4.35)$$

$$\Delta P_{t,max} = 150 + 55 = 205 Pa$$

**čia:**  $\Delta P_{t,sk.}$  – skaičiuotinas aerodinaminis pasipriešinimas filtre, Pa; (nurodoma prie įrenginio (150Pa);

$\Delta P_n$  – norminis aerodinaminio pasipriešinimo prieaugis, Pa (žr.90 psl vėdinimo įrenginių kataloge [43]).

**Ventiliatoriai įrenginiui** parenkami pagal oro kiekį ir slėgio nuostolius:

$$\Delta p = \Delta p_{OTI} + \Delta p_{sist.} + \Delta p_{skirst} + 100 = 385 + 342 + 2 + 100 = 829 Pa; \quad (4.36)$$

$\Delta p_{OTI}$  - slėgio nuostoliai vėdinimo įrenginyje, Pa;

$\Delta p_{sist.}$  - slėgio nuostoliai sistemoje, Pa;

$\Delta p_{skirst}$  - slėgio nuostoliai toliausiai nutolusiame oro skirstytuve, Pa.

100 – atsarga, Pa;

Tiekiamo oro kiekis -  $1061 m^3/h$ ;

Parenkami ventiliatoriai VS 225 („VTS“). Parinkimo diagrama pateikiama priede nr.7 (žr. 100 p.).

VS 225 charakteristikos: ( $\Delta p=700 Pa$ ,  $\eta=75 \%$ , oro debitas apie  $1061 m^3/h$ ,  $n=1440 aps/min$ ,  $L_A=110 dB(A)$ ,  $N=2,6 kW$ );

#### **4.2.5.3. Vaistinės patalpų zonos vėdinimo įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai (sistema T3/I3)**

Oro tiekimo ir šalinimo įtaisai.

Pagal apskaičiuotus oro kiekius parenkami oro tiekimo ir šalinimo įtaisai. Jie parenkami atsižvelgiant į 2 parametrus:

- 1)  $l_{0,2}$  – nurodo atstumą nuo skirstytuvo, kurio greitis ašyje nusilps iki 0,2 m/s;
- 2) triukšmo lygis dB administracinėse patalpose neturi būti didesnis nei 30 – 35 dB.

apskaičiuojamas  $l_{0,2}$  :

$$l_{0,2}=a+b$$

$$b=h-1,8-0,3$$

$$b=3,2-1,8-0,3=1,1m$$

$$l_{0,2}= 2,3+1,1=3,4m$$

Lentelėje 3.14 pateikta T3/I3 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisai. Jų parinkimo diagramos ir techniniai duomenys pateikti priede nr. 6, (žr. 95 p.).

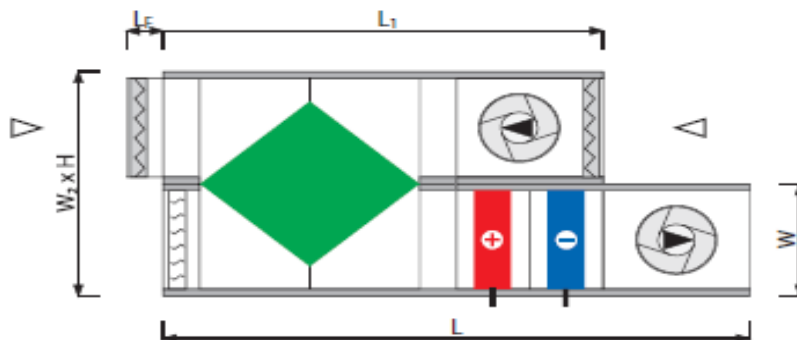
**4.8 lentelė.**T3/I3 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisai.

Oro tiekimo įtaisai			Oro šalinimo įtaisai		
Patalpos Nr.	Įtaiso pavadinimas	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Patalpos Nr.	Įtaiso pavadinimas	Tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h
1	2	3	4	5	6
107	TFF 125	114	107	EFF 100	114
108, 109, 110	TFF 100	75	108, 109, 110	EFF 63	39

Aerodinaminio vėdinimo sistemos T3/I3 skaičiavimo suvestinė pateikta priede nr. 8(žr. 102 p.).

### ***Oro ruošimo įrenginys(T3/I3)***

Pagal apskaičiuotą oro kiekį vaistinės patalpoms vėdinti parenkamas oro ruošimo įrenginys Ventus 10 (su elektriniu šilumokaičiu, vėsinimo sekcija, plokšteliu rekuperatoriumi ir G5 klasės filtrais), tinkamas montuoti lauke, iš „VTS“ vėdinimo įrenginių katalogo. Reikalingas oro kiekis 125-129 patalpų vėdinimui 484/415 m<sup>3</sup>/h. Parinktas įrenginys maksimaliai gali tiekti 1160 m<sup>3</sup>/h oro kiekį. Įrenginio schema pateikiama 4.3. pav.



**4.3. pav.** VS 10 schema.

Čia  $L_1=2248\text{mm}$ ;  $L=2248$ ;  $H_2=1360\text{mm}$ ;  $H=360\text{mm}$ ;  $W=660\text{mm}$

Įrenginio dalių slėgio nuostoliai:

Filtrai (filtravimo klasė G5):  $\Delta p = 150 Pa$ ;

Elektrinis oro šildytuvas:  $\Delta p = 10 Pa$ ;

Vėsinimo sekcija:  $\Delta p = 60 Pa$ ;

$\Delta p_{OTI} = 150 + 10 + 60 = 230 Pa$  ;

**Elektrinio oro šildytuvo galia: 2kW.**

Apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = 0,34 \cdot L \cdot (\Delta t) \cdot (1 - \eta) \quad (4.37)$$

$$P = 0,34 \cdot 484 \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 - 0,75) = 1769 W = 1,77 kW$$

**Oro aušintuvo galia: 0.50kW.**

Apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = 0,34 \cdot L \cdot (\Delta t) \cdot (1 - \eta) \quad (4.38)$$

$$P = 0,34 \cdot 484 \cdot (33 - 17) \cdot (1 - 0,75) = 658 W = 0,69 kW$$

**Filtrai** keičiami naujais, kai slėgio nuostoliai filtruose pasiekia maksimalią rekomenduojamą normą  $\Delta P_{t,max.}$ , Pa:

$$\Delta P_{t,max} = \Delta P_{t,sk.} + \Delta P_n$$

$$\Delta P_{t,max} = 150 + 55 = 205 Pa$$

**čia:**  $\Delta P_{t,sk.}$  – skaičiuotinas aerodinaminis pasipriešinimas filtre, Pa;

$\Delta P_n$  - norminis aerodinaminio pasipriešinimo prieaugis, Pa

**Ventiliatoriai vėdinimo įrenginiui** parenkami pagal oro kiekį ir slėgio nuostolius:

$$\Delta p = \Delta p_{OTI} + \Delta p_{sist.} + \Delta p_{skirst} + 100 = 230 + 41.5 + 12 + 100 \approx 383,5, Pa;$$

$\Delta p_{OTI}$  - slėgio nuostoliai vėdinimo įrenginyje, Pa;

$\Delta p_{sist.}$  - slėgio nuostoliai sistemoje, Pa;

$\Delta p_{skirst}$  - slėgio nuostoliai toliausiai nutolusiame oro skirstytuve, Pa.

100 – atsarga, Pa;

Tiekiamo oro kiekis -  $484m^3/h$ ;

Parinkami ventiliatoriai VS 225 („VTS“). Parinkimo diagrama pateikiama priede nr.7 (žr. 100 p.).

VS225 charakteristikos: ( $\Delta p=400 Pa$ ,  $\eta=62 \%$ , tiekiamas oro debitas apie  $484m^3/h$ ,  $n=2000 aps/min$ ,  $L_A= 77 dB(A)$ ,  $N=0,35 kW$ );

#### **4.2.6. Dūmų ir šilumos valdymo sistemos.**

Pagal „Dūmų ir šilumos valdymo sistemų projektavimo ir įrengimotaisyklių“ [20] 1 priedo lentelę „Pastatų, patalpų, inžinerinių statinių, kuriose privaloma įrengti DŠVS (dūmų ir šilumos valdymo sistemos), sąrašas“, projektuojamame pastate privaloma įrengti dūmų ir šilumos valdymo sistemą. Projektuojamos pastato dalies plotas ( $603,57m^2$ ) neviršija didžiausios leidžiamos dūmų zonos ploto (patalpos priskiriamos prekybos ir paslaugų funkcinę grupei „P2.3“). Didžiausia leidžiama dūmų zona, kai šiluma šalinama natūralios ištraukiamojo vėdinimo būdu –  $1600m^2$ , todėl numatomas natūralaus ištraukiamojo vėdinimo, dūmų ir šilumos šalinimo būdas.

Natūralaus ištraukiamojo vėdinimo projektavimas atliekamas pagal „Dūmų ir šilumos valdymo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklų“ 3 priedo reikalavimus.

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

1.1. gaisro plitimo trukmę  $t$  (min);

1.2. patalpos gaisro apkrovos tankį (MJ/kv. m);

1.3. patalpos aukštį  $h$  (m);

1.4. neuždūmijamą aukštį (m);

1.5. patalpos plotą arba dūmų zonosplotą (kv. m).

1.1. Gaisro plitimo trukmė lygi:

$$t = t_{aptikimo} + t_{reagavimo} \quad (4.39)$$

$t_{aptikimo}$  - laikas nuo gaisro kilimo iki jo nustatymo, kai jį nustato žmogus, gaisro aptikimo ir signalizavimo sistemos arba stacionariosios gaisrų gesinimo sistemos (min.)[20];

$t_{reagavimo}$  - laikas, reikalingas pranešimui priimti, priešgaisrinės gelbėjimo tarnybos pajėgoms išsiųsti, kelionei, išsidėstymui, iki momento, kai gaisras tampa kontroliuojamas (min.)[20].

$$t = 5 + 10 = 15 \text{ min}$$

1.2. Patalpos gaisro apkrovos kategorija yra antra, o apkrovos tankis lygus  $900 \text{ MJ/m}^2$

1.3. Patalpos aukštis  $h = 5,75 \text{ m}$

1.4. Neuždūmijamas aukštis yra lygus  $2,50 \text{ m}$

1.5. Patalpos plotas yra lygus  $603,57 \text{ m}^2$

Aerodinaminis laisvasis plotas  $A_a$ , pagal „DŠVS projektavimo ir įrengimo taisyklių“ 3 priedo, 3 lentelės duomenis yra lygus:

$$A_a = 0,30\%$$

Reikalingasis aerodinaminis laisvasis plotas  $A_a$ , nustatomas pagal „DŠVS projektavimo ir įrengimo taisyklių“ 3 priedo 6.2. punkto reikalavimus.

$$A_a = 2 \cdot 603,57 \cdot A_a = 3,62 \text{ m}^2 \quad (4.40)$$

Dūmų ir šilumos šalinimo angos  $\text{I}$ taiso geometrinis plotas  $A_g$  apskaičiuojamas pagal „DŠVS projektavimo ir įrengimo taisyklių“ 3 priedo 7 punkte pateiktą formulę :

$$A_g = A_a / C_g = 3,65 / 0,65 = 5,62 \text{ m}^2 \quad (4.41)$$

$C_g$  – srauto koeficientas nurodytas DŠVS projektavimo ir į rengimo taisyklių 3 priedo 4 lentelėje.

Pagal apskaičiuotą plotą numatome įrengti keturis stoglangius, kurių matmenys yra 1250x1250mm, su automatiniu ir rankiniu valdymu. (žr. brėž. nr. 2016-MBD-PES-ŠV, 6 lapą). Kaip kompensuojamo oro angos numatomos automatinės įėjimo durys ( $3,41m^2$ ) ir du langai ( $1,30m^2$  ir  $1,98m^2$  ploto). Orui pritekėti skirtų angų plotas turi būti ne mažesnis už aerodinaminį laisvąjį plotą  $A_a=5,62m^2$ ,  $3,41 + 1,30 + 1,98 = 6,69m^2 > 5,62m^2$ . Durų ir langų atidarymo mechanizmams turi būti užtikrintas 1 kategorijos elektros energijos tiekimas.

## 5. EKONOMINĖ DALIS

### 5.1 Vėdinimo sistemos įrengimo kainos pagrindiniai apskaičiavimo principai

Inžinerinės sistemos įrengimo resursų poreikio skaičiavimai reikalingi nustatant įrengimo darbų skaičiuojamąją kainą, sudarant lokalines statybos sąmatas, rengiant statybos rangovo parinkimo dokumentus. Atliekant skaičiavimus, sudaromi resursų poreikio žiniaraščiai. Vėdinimo sistemos medžiagų ir įrenginių kiekių žiniaraštis pateiktas 14 priede (žr. 95 p.).

Skaičiuojant inžinerinių sistemų statybos kainą, išlaidas būtina skaičiuoti pagal esamą rinkos kainų lygį duotuoju laikotarpiu pagrindžiant skaičiavimus normatyviniais arba konkrečiais numatomų išlaidų skaičiavimais, įvertinti projektavimo, statybos darbų atlikimo, montavimo, išbandymo, derinimo, statinio pripažinimo tinkamu naudoti bei kitas papildomas išlaidas.

Statybos objekto skaičiuojamoji kaina susideda iš tiesioginių ir netiesioginių išlaidų. Darbams atlikti reikalingų mechanizmų, medžiagų bei darbo jėgos užmokesčio kainos, statybvietės įrengimo, eksploatavimo išlaidos, socialinio draudimo mokesčiai sudaro tiesiogines išlaidas, jos apima būtinąsias statybos sąnaudas. Visos kitos statytojo (užsakovo) išlaidos, susijusios su statinio statyba, laikomos netiesioginėmis.

Projektavimo kaina gali būti nustatoma pagal tiesioginius sąnaudų skaičiavimus, užsakovo duomenis, jau egzistuojančią, sutartą tvarką, gali būti skaičiuojama procentais nuo statybos darbų, sklypo įsigijimo, kitų išlaidų ir panašiai.

Projektuojamai vėdinimo sistemai sąmata sudaroma naudojant kompiuterinę programą „Sistela“ su atnaujinta duomenų baze, atitinkančia rinkos kainas. Sąmata pateikta 10 priede (žr. 108p.).

Medžiagų poreikio, mechanizmų poreikio, darbo užmokesčio žiniaraščiai ir lokalinė sąmata pateikiami 10priede (žr.108p.).

Skaičiavimai bus atliekami T2/I2 vėdinimo sistemai.

Šiame darbe statybos kainos sąmatinį skaičiavimą sudaro šie dokumentai:

- Medžiagų ir įrenginių kiekių žiniaraštis (9 priedas, 106p.);
- Lokalinė sąmata (10priedas, žr. 108p.);
- Medžiagų poreikio žiniaraštis (10 priedas, žr. 111p.);
- Mechanizmų poreikių žiniaraštis (10 priedas, žr. 113p.);
- Darbo sąnaudų poreikis (10 priedas, žr. 114p.).

## **5.2 Pagrindiniai ekonominiai rodikliai**

Tiesioginės išlaidos: *9258,97 Eur.*

Papildomos išlaidos medžiagoms (3% nuo medžiagų vertės): *195,64 Eur.*

Papildomos išlaidos mechanizmams (3% nuo mechanizmų eksploatacijos vertės): *0,58 Eur.*

Papildomas darbo užmokestis (8% nuo apskaičiuotos darbininkų darbo užmokesčio sumos): *99,39 Eur.*

Socialinio draudimo išlaidos (31% nuo apskaičiuoto darbo užmokesčio): *415,94 Eur.*

Statybvietės išlaidos (9% nuo statinio statybos išlaidų): *764,50 Eur.*

Pridėtinės išlaidos (30% nuo darbininkų darbo užmokesčio): *402,53 Eur.*

Pelnas (5% nuo tiesioginių ir pridėtinių išlaidų): *483,08 Eur.*

Netiesioginės išlaidos: *885,61 Eur.*

Bendra vertė be pridėtinės vertės mokesčio: *10144,58 Eur.*

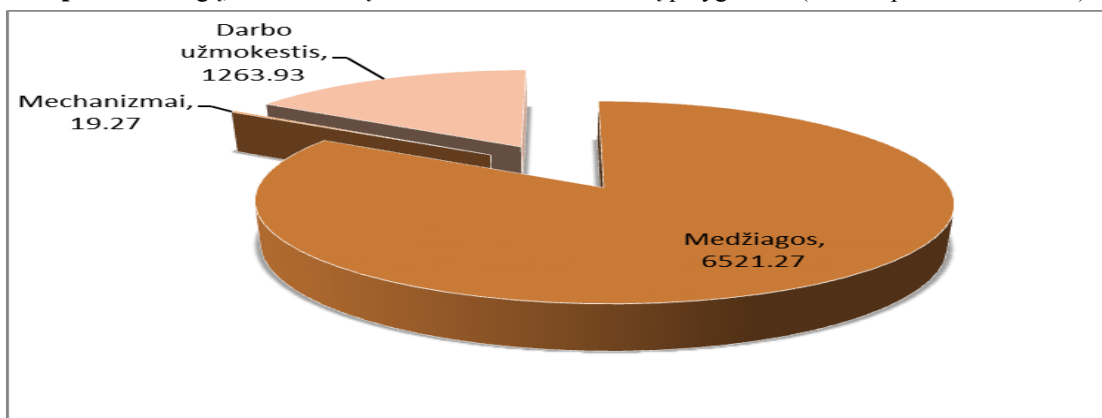
Pridėtinės vertės mokestis (21.00% nuo tiesioginių ir netiesioginių išlaidų sumos): *2130,36 Eur.*

Bendra vertė su pridėtinės vertės mokesčiu: *12274,94 Eur.*

Skaičiavimų palyginimui sudarytos diagramos. Paveikslėlyje 5.1 (žr. 74p.) pavaizduotas medžiagų, mechanizmų ir darbo užmokesčio kainų palyginimas.

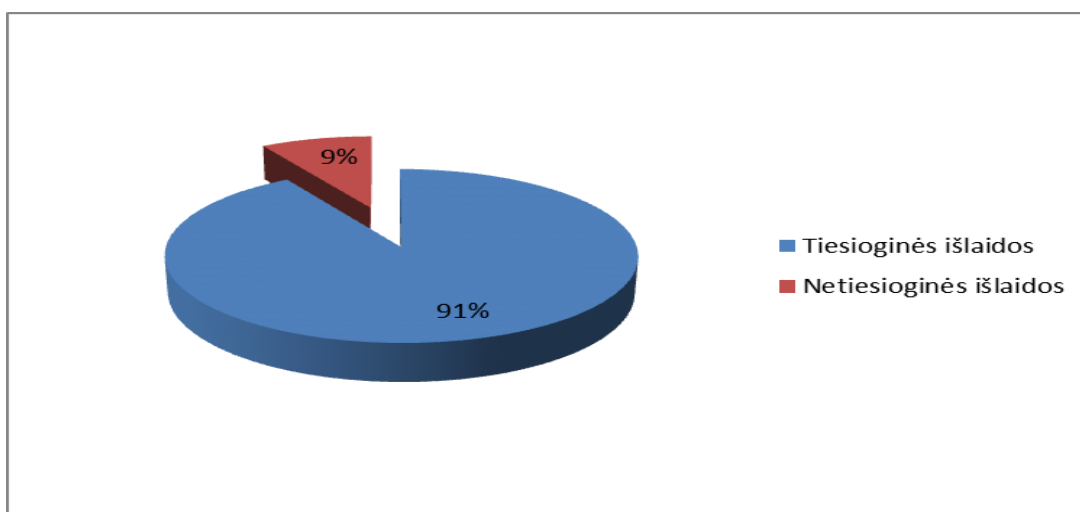


5.1 pav. Medžiagų, mechanizmų ir darbo užmokesčio kainų palyginimas( kainos pateikiamos litais).



5.2 pav. matyti, kokią dalį statybos kainos bendru atveju sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.

5.2 pav. Tiesioginių ir netiesioginių išlaidų pasiskirstymas.



## 6. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS

### 6.1. Aplinkosaugos dalis

Vykdomi statybos darbai gali turėti neigiamą įtaką aplinkai. Tam, kad to būtų išvengta, privaloma laikytis aplinkos apsaugos reikalavimų. Darbo metu susidariusias atliekas būtina pašalinti ir utilizuoti tik tam skirtais būdais. Atliekos turi būti rūšiuojamos, visos susidariusios atliekos turi būti išvežtos į tam skirtas aikšteles, turi būti užpildomas atliekų išvežimo žiniaraštis. Vykdamat darbus reikia užtikrinti, jog aplinka nebūtų užteršta pavojingomis

cheminėmis ar biologinėmis medžiagomis. Visi statybos produktai, kuras ir kitos medžiagos turi būti sandėliuojami uždaroje aikštelėse ar konteineriuose.

Projektuojant šildymo ir vėdinimo sistemas stengtasi taip, kad šios naudotų, kuo mažiau energijos. Pagrindiniai oro ruošimo įrenginiai parinkti su šilumogrąžos elementais (rekuperatoriais), prekybos salės vėdinimo sistemos (T1/I1) įrenginys parinktas su recirkuliacijos sekcija. Į aplinką šalinamas oras išvalomas filtrais. Prekybos salėje įrengti šildymo/vėsinimo kasetiniais oro ruošimo įrenginiais sistema. Ši sistema leis susiskirstyti prekybos salės zoną į keletą mažesnių, taip kiekvienoje mažesnėje zonoje palaikant nustatytą temperatūrą, atsižvelgiant į tos zonos šilumos išsiskyrimus. Radiatorinė šildymo sistema numatyta su termostatiniais ventiliais prie kiekvieno radiatoriaus. Suprojektuota šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių ir panaudojimo karšto vandens ir vėdinimo sistemų T1/I1, T2/I2 pirminių šildymo sekcijų šilumnešiui ruošti sistema. Šildymo sistema neišskiria jokių aplinkai pavojingų medžiagų, nes šildymo sistemų šilumnešiui ruošti naudojamas miesto šilumos tinklų šilumnešis.

## **6.2. Darbų sauga**

Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje [21] nustato būtinus darbuotojų saugos ir sveikatos reikalavimus atliekant statybos darbus statybvietėse. Taisyklės neapriboja darbdavių teisės priimti ir taikyti griežtesnius reikalavimus, garantuojančius geresnę bei efektyvesnę darbuotojų saugą ir sveikatą. [21]

Prieš statybos darbų pradžią veikiančios įmonės teritorijoje statybos rangovas(-ai) ir įmonės vadovas privalo įforminti aktą - leidimą, 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. Pavojingos zonos, kuriose gali veikti (atsirasti) pavojingi ir/arba kenksmingi veiksniai, turi būti aptvertos signaliniais aptvarais ir paženklintos saugos ir sveikatos apsaugos ženklais arba kitaip aiškiai pažymėtos.

Statybos darbuose naudojamos darbo priemonės, įrenginiai ir technologinė įranga turi atitikti saugos ir sveikatos reikalavimus ir turi būti nurodyti statybos darbų technologijos (vykdymo) projekte ar technologinėse kortelėse. Darbininkas privalo pranešti apie esamus darbų saugos pažeidimus darbdaviui ar darbų saugą kontroliuojančiai institucijai, reikalauti darbdavį užtikrinti saugias darbo sąlygas, taip pat atsisakyti dirbti, jei sąlygos netenkinamos.

Visi asmenys, esantys statybvietaje, privalo dėvėti apsauginius šalmsus. Darbuotojas privalo rūpintis savo ir aplinkinių sauga ir sveikata, tinkamai naudoti kolektyvines ir asmenines apsaugos priemones. Darbo vietoje draudžiama vartoti alkoholinius gėrimus, narkotines medžiagas. Rūkyti leidžiama tik tam skirtose vietose. Darbo pabaigoje darbuotojas privalo sutvarkyti savo darbo vietą, visus elektrinius įrankius ištraukti iš elektros tinklo. Sutvarkyti ir pašalinti visas darbo metu atsiradusias atliekas iš šiukšles.

Darbuotojo darbo vieta turi būti tvarkinga, gerai apšviesta, pavojingos zonos (duobės, angos) turi būti aptvertos ir pažymėtos. Darbo vieta turi būti apsaugota ar atitverta nuo judančių mechanizmų ar įrenginių, taip pat nuo elektros įrenginių turinčių įtampą. Darbuotojo naudojami elektros įrankiai turi būti tvarkingi, sausi, kabelių izoliacija neturi būti pažeista. Lyjant ar sningant dirbti elektriniu įrankiu leidžiama tik išimtiniais atvejais ir tik jei darbo vieta yra pastogėje. Dirbant su mechanizmais keliančiais didelį triukšmą (perforatoriai, grąžtai), darbuotojas privalo dėvėti apsaugines ausines. Triukšmo lygis darbo vietoje neturi viršyti 85 dBA. Dirbant su pjovimo, virinimo įranga būtina dėvėti apsauginius akinius ar skydelį. Darbuotojo apranga turi būti tinkama esamai darbo vietos temperatūrai.

Atliekant aukštybinius darbus turi būti naudojami tik inventoriniai pastoliai. Pastoliai, klojiniai ir paklotas turi būti apskaičiuoti galimai didžiausiai apkrovai, atsižvelgiant į atliekamų darbų pobūdį ir faktines apkrovas. Sumontavus pastolius ir paklotus, būtina patikrinti: pastolių stabilumą užtikrinančių atskirų elementų sujungimus ir tvirtinimus, statramsčių vertikalumą, atraminių aikštelių patikimumą, metalinių pastolių įžeminimą. Draudžiama žmonėms būti po statomais įrenginiais, vamzdynų montavimo mazgais, kol jie galutinai neįtvirtinti.

Priklausomai nuo statybvietai ploto nustatomas gesintuvų ar gesinimo čiaupų kiekis. Gaisro gesinimo priemonės turi būti atitinkamai pažymėtos. Darbuotojai turi mokėti naudotis gaisro gesinimo priemonėmis. Vengtinios sąlygos galinčios sukelti gaisrą. Pastebėjus ugnies židinį privalo nedelsiant pranešti ugniagesiams, darbdaviui, gesinti ugnį turimomis priemonėmis, matant jog gaisro sustabdyti nepavyks, nedelsiant evakuotis.

## IŠVADOS

1. Tiriamojoje darbo dalyje išnagrinėtos maisto vėsavimo sistemų šaltnešių ruošimo metu išsiskiriančios šilumos atgavimo ir panaudojimo buitiniam karštam vandeniui ruošti arba pirminės vėdinimo įrenginio sekcijos šilumnešiui ruošti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti, schemos. Gauti energiniai/ekonominiai rezultatai rodo, kad šis maisto vėsavimo technologinio proceso metu išsiskiriančios šilumos atgavimo ir panaudojimo būdas leidžia sutaupyti didelius kiekius energijos, kuri kitu atveju būtų tiesiog išmetama į aplinką. Efektyviai naudojant vėsavimo technologinio proceso metu išsiskiriančią šilumą galima sumažinti:

- prekybos centrų eksploatavimo išlaidas;
- šildymui sunaudojamos šilumos energijos kiekius;
- globalinį atšilimą skatinančių dujų išsiskyrimus šilumnešių ruošimo katilinėse.

2. Tyrimas buvo atliktas naudojantis kompiuterinių šaldymo procesų modeliavimo metu gautais duomenimis. Tyrimo rezultatų patikimumas yra paremtas teoriniais skaičiavimais, tačiau tyrimo rezultatai ir naudotos formulės gali būti naudojami:

- projektuotojų – atgautos šilumos kiekių skaičiavimams, sutaupomos energijos kiekių skaičiavimams;
- prekybos centrų vystytojų – šilumos atgavimo nuo maisto vėsavimo įrangos sistemų įrengimo adekvatumui, energiniam/ekonominiam efektui, įvertinti.

3. Vienas didžiausių šių dienų iššūkių yra tvarus energijos panaudojimas, o ši nagrinėjama sistema ir yra skirta būtent šiam tikslui. Siekiant giliau ištirti nagrinėjamas sistemas būtų galima atlikti tyrimus, kuriems naudojami realiais matavimais gauti duomenys. Naudojant realius duomenis būtų galima ištirti ar technologiškai įmanoma atgauti šilumą 2-3 proceso metu (schema nr.1.1., žr. 11p.) ir jeigu yra technologinė galimybė, šio proceso metu atgautos šilumos panaudojimą (šilumos išsiskiria 5-6 kartus daugiau nei 2-2s proceso (schema nr.1.1.) metu).

4. Magistro baigiamojo projektinėje dalyje, naudojant tiriamosios dalies duomenimis, prekybos centrui buvo suprojektuota šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių sistema.

5. Projektuojamam prekybos paskirties pastatui suprojektuotos šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemos. Šiluma bus tiekama iš miesto šilumos tinklų. Suprojektuotas šilumos punkto modulis su trimis šilumokaičiais, skirtais pastato šildymo (69kW), vėdinimo (71kW) sistemoms ir karštam vandeniui ruošti (88kW).

5. Pagalbinių patalpų ir vaistinės zonoms šildyti suprojektuota radiatorinė sistema, kuri pagalbinių patalpų zonoje bus derinama su recirkuliacinių orinių šildytuvų sistema. Prekybos salė bus šildoma radiatorinio ir orinio šildymo, sutapdinto su vėdinimu, sistemomis.

6. Objektui suprojektuotos 4 oro tiekimo ir 12 oro šalinimo sistemų. Trys oro tiekimo įrenginiai tieks orą prekybos salės zonai T1/I1(9036/9016m<sup>3</sup>/h), pagalbinių patalpų zonai T2/I2 (1061/745m<sup>3</sup>/h) ir vaistinės zonai T3/I3 (484/415m<sup>3</sup>/h).Kompresorinės patalpai suprojektuota vėdinimo sistema I4 (1089/1089m<sup>3</sup>/h).

7. Prekybos salės zonai suprojektuota dūmų šalinimo sistema su keturiais dūmų šalinimo stoglangiais, kurių matmenys yra 1250x1250mm.

8. Šilumos pritekėjimai prekybos salės zonoje šalinamivėdinimo įrenginiu T1/I1 ir kasetiniais oro ruošimo įrenginiais, pagalbinių patalpų zonoje - „Split“ tipo vėsinimo įrenginiais, o vaistinės zonoje - vėdinimo įrenginiu T3/I3.

9. Energijos taupymui suprojektuotos tokios sistemos:

- rekuperavimo sekcijos vėdinimo įrenginiuose (T1/I1, T2/I2, T3/I3);
- recirkuliacijos sekcija T1/I1 įrenginyje;
- oro šildymas/vėsinimas kasetiniais oro ruošimo įrenginiais (leidžia prekybos salės zoną suskirstyti į smulkesnes zonas);
- šilumos atgavimo nuo šaldytuvų kompresorių ir panaudojimo pirminio šildymo sekcijų šilumnešiui ir karštam vandeniui ruošti sistema;
- prie kiekvieno radiatoriaus, orinių šildytuvų, pagrindinio įėjimo oro užuolaidos, montuojami termostatiniai ventiliai.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas. (papildymas 2015m).
2. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“;
3. STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“;
4. STR 1.01.06:2013 „Ypatingi statiniai“;
5. STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimai. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“;
6. STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“;
7. STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“;
8. STR 2.01.01(4):2008 „Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga“;
9. STR 2.01.01(5):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo“;
10. STR 2.01.01(6):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“;
11. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“;
12. STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“ ;
13. HN 42.2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“;
14. HN 33:2011 „Akustinis triukšmas. Leidžiami lygiai gyvenamojoje ir darbo aplinkoje“;
15. HN 69-2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose“;
16. RSN 156-94 „Statybinė klimatologija.“;
17. Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės. 2005 03 04;
18. G. Viliūnas. Statybos kainos apskaičiavimo metodiniai nurodymai. Mokomoji knyga. Vilnius. Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011. 86 p. ;
19. STR 1.09.04:2007 „Statinio projekto vykdymo priežiūros tvarkos aprašas“;

20. Dūmų ir šilumos valdymo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės.2014.05.01;
21. Saugos ir sveikatos taisyklės statybojeDT 5-00. 2001 01 11;
22. J. Čiuprinskienė, K. Čiuprinskas. Pastato šildymo sistemos projektavimas. Metodikos nurodymai. Vilnius. Technika, 2005. 36, 59-63 p. ;
23. E.Isevičius. Oro kondicionavimas. Kaunas. Technologija, 2001. 217p. ;
24. STR 2.06.01:1999 „Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo sistemos“.;
25. Prieiga per internetą [www.vtsclima.lt](http://www.vtsclima.lt). Žiūrėta 2014 03.;
26. Prieiga per internetą [www.komfovent.lt](http://www.komfovent.lt). Žiūrėta 2014 03;
27. Prieiga per internetą [www.systemair.lt](http://www.systemair.lt). Žiūrėta 2014 03;
28. Prieiga per internetą [www.vpgt.lt](http://www.vpgt.lt). Žiūrėta 2014 04.
  
29. James M Calm „Emissions and environmental impacts from air-conditioning and refrigeration systems“. International Journal of Refrigeration. Gegužė 2002, Puslapiai 293–305.
  
30. Prieiga per internetą [http://www.green-cooling-initiative.org/data/user\\_upload/GCI-factsheet-refrigerants.pdf](http://www.green-cooling-initiative.org/data/user_upload/GCI-factsheet-refrigerants.pdf). Žiūrėta 2015.04.
  
31. S. J. James, C. James „The food cold-chain and climate change“. Food Research International. Rugsjūtis 2010, Puslapiai 1944–1956.
  
32. Anna Warminska and Stefan Fijalkowski „Analysis of energy losses in small compression refrigerators“. 9th Brazilian conference on dynamics, controll and their applications. Birželio 07-11, 2010.
  
33. Prieiga per internetą [http://www.coolconcerns.co.uk/CTL056\\_Heat\\_recovery.pdf](http://www.coolconcerns.co.uk/CTL056_Heat_recovery.pdf). Žiūrėta 2015.04.
  
34. Brian A. Fricke „Waste Heat Recapture from Supermarket Refrigeration Systems“. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA. Spalis 2011.

35. Jigme Nidup „Investigation of Heat Recovery in Different Refrigeration System Solutions in Supermarkets“. Master of Science Thesis Energy Technology 2009:499. KTH School of Industrial Engineering and Management, SE-100 44 STOCKHOLM.
36. Y. T. Ge, S. A. Tassou „Control optimizations for heat recovery from CO2 refrigeration systems in supermarket“. Energy Conversion and Management. Vasaris 2014, Puslapiai 245–252.
37. Lietuvos Respublikos ūkio ministro įsakymas „Dėl pastatų karšto vandens įrengimo taisyklių patvirtinimo“ Nr. 4-253, 2005 06 28.
38. Pastato vandentiekio ir nuotekų šalintuvo projektavimas : metodikos nurodymai / Zita Paulauskienė. Vilnius. Technika. 2005.
39. STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“
40. Prieiga per internetą <http://www.regula.lt>. Žiūrėta 2015.04.
41. Prieiga per internetą <http://www.kaunoenergija.lt>. Žiūrėta 2015.04.
42. Martinaitis, A. Roguža, K. Čiuprinskas „Pastatų energijos vartojimo auditas“, Vilnius. Technika. 2010.
43. Prieiga per internetą <http://vtsgroup.com/VENTUS.html>. Žiūrėta 2015.11.



## PRIEDAI

1.Priedas. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.

1.1 lentelė. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.

Patalpa, temp., °C	Atitvaros				Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisa dėl			SŠN per atitvaras $H_{el}$ , W/K	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{el} = H_{en}$ , W/K	SŠN per ilginius šiluminius tiltelius $H_{\psi}$ , W/K	SŠN dėl vėdinim o ir inf. $H_v$ , W/K	$\Sigma H$ , W/K	$(\theta_i - \theta_e)$ , °C	Šildymo galia $P_h$ , W
	Pav., orient.	Matmenys, AxB, m	Plotas, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> K		atitv. orientac. $\Delta k_o$	šildymo prietaisų rūšies $\Delta k_h$	$1 + \Sigma \Delta k$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101 18°C	IS/V	4.00x2.85	11,40	0,21	1,00	0,00	0,00	1,00	2,39	41,91	8,40	25,87	76,18	40,00	3047,23
	2L/V	1.00x3.20	6,40	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	7,04						
	2L/V	1.15x3.20	7,36	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	8,10						
	L/V	1.60x1.00	1,60	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	1,76						
	D/V	1.60x2.20	3,52	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	3,87						
	IS/P	3.77x2.85	10,74	0,21	1,00	0,00	0,00	1,00	2,26						
	3L/P	1.00x3.20	9,60	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	10,56						
	L/P	0.70x3.20	2,24	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	2,46						
	ST	-	14,02	0,19	1,00	0,00	0,00	1,00	2,66						
Gr	-	14,02	0,23	0,50	0,00	0,00	0,50	0,81							
102, 103 18°C	IS/Š	32.40x6.05	196,02	0,21	1,00	0,05	0,00	1,05	43,22	300,04	30,76	342,16	672,96	40,00	26918,58
	20L/Š	1.00x1.00	20,00	1,10	1,00	0,05	0,00	1,05	23,10						
	IS/P	32.40x6.05	154,42	0,21	1,00	0,00	0,00	1,00	32,43						
	13L/P	1.00x3.20	41,60	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	45,76						
	IS/R	1.80x2.85	5,13	0,21	1,00	0,00	0,00	1,00	1,08						
	L/R	1.44x3.20	4,61	1,10	1,00	0,00	0,00	1,00	5,07						
	ST	-	603,57	0,19	1,00	0,00	0,00	1,00	114,68						
	Gr	-	603,57	0,23	0,50	0,00	0,00	0,50	34,71						
104 18°C	ST	-	5,11	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,99	1,30	0,00	0,00	1,30	40,00	51,8
	Gr	-	5,11	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,31						

1.1 lentelė tęsinys. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.

105 18°C	ST	-	6,07	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	1,18	1,54	0,00	0,00	1,54	40,00	61,57
	Gr	-	6,07	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,36						
106 18°C	IS/V	2.76x6.05	16,50	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	3,53	6,41	0,17	0,91	7,50	40,00	299,84
	IS/P	1.60x6.05	9,80	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	2,10						
	ST	-	3,08	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,60						
	Gr	-	3,08	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,18						
107 18°C	IS/V	1.85x6.05	11,19	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	2,40	43,81	6,55	15,33	65,69	40,00	2627,50
	IS/V	7.00x2.85	19,95	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	4,27						
	7L/V	1.00x3.20	22,40	1,10	1,00	0,00	0,02	1,02	25,13						
	ST	-	47,33	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	9,17						
	Gr	-	47,33	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	2,83						
108, 109 18°C	IS/Š	2.90x6.05	22,95	0,21	1,00	0,05	0,02	1,05	5,06	7,27	0,65	2,57	10,50	40,00	419,93
	ST	-	8,73	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	1,69						
	Gr	-	8,73	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,52						
110 18°C	IS/V	2.00x2.85	5,70	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	1,22	9,94	0,65	1,96	12,55	40,00	501,95
	2L/V	1.00x3.20	6,40	1,10	1,00	0,00	0,02	1,02	7,18						
	ST	-	6,05	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	1,17						
	Gr	-	6,05	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,36						
111, 112 18°C	IS/Š	2.60x6.05	15,73	0,21	1,00	0,05	0,02	1,07	3,53	6,77	0,29	1,05	8,10	40,00	323,93
	IS/V	1.80x6.05	10,89	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	2,33						
	ST	-	3,55	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,69						
	Gr	-	3,55	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,21						
113 10°C	IS/Š	9.80x4.65	45,75	0,21	1,00	0,05	0,02	1,07	10,28	31,58	2,21	12,38	46,16	32,00	1477,10
	VART/V	2.60x6.20	8,32	1,30	1,00	0,00	0,02	1,02	11,03						
	D/V	1.00x2.00	2,00	1,30	1,00	0,00	0,02	1,02	2,65						
	ST	-	30,02	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	5,82						
	Gr	-	30,02	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	1,80						
114 10°C	IS/Š	3.10x3.30	10,23	0,19	1,00	0,05	0,02	0,57	1,11	2,05	0,33	4,78	7,16	32,00	229,15
	Gr	-	15,74	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,94						
115 18°C	IS/Š	2.97x3.60	10,69	0,21	1,00	0,05	0,02	1,07	2,40	7,36	0,72	3,53	11,61	40,00	464,50
	IS/R	2.92x3.60	8,51	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	1,82						
	D/R	1.00x2.00	2,00	1,30	1,00	0,00	0,02	1,02	2,65						
	Gr	-	6,38	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,38						
	VS	2.68x3.60	9,65	0,25	0,20	0,00	0,02	0,22	0,11						

1.1 lentelė tęsinys. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.

<b>118</b> <b>18°C</b>	IS/R	1.95x3.60	7,02	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	1,50	1,84	0,20	1,65	3,69	40,00	147,47
	Gr	-	5,60	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,33						
<b>119</b> <b>18°C</b>	IS/R	3.95x3.60	8,30	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	1,78	12,22	2,28	3,96	18,47	40,00	738,66
	L/R	0.85x3.20	2,72	1,10	1,00	0,00	0,02	1,02	3,05						
	L/R	1.00x3.20	3,20	1,10	1,00	0,00	0,02	1,02	3,59						
	ST	-	12,23	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	2,37						
	Gr	-	12,23	0,23	0,50	0,00	0,02	1,02	1,43						
<b>120</b> <b>18°C</b>	IS/R	3.90x3.60	0,83	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	0,18	17,28	3,56	3,96	24,80	40,00	991,98
	3L/R	1.00x3.20	9,60	1,10	1,00	0,00	0,02	1,02	10,77						
	L/R	0.90x3.20	2,88	1,10	1,00	0,00	0,02	1,02	3,23						
	ST	-	12,23	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	2,37						
	Gr	-	12,23	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,73						
<b>121</b> <b>21°C</b>	IS/R	1.70x3.60	6,12	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	1,31	2,61	0,37	1,51	4,49	43,00	193,12
	ST	-	5,12	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,99						
	Gr	-	5,12	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,31						
<b>122</b> <b>21°C</b>	ST	-	1,40	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,27	0,36	0,00	0,00	0,36	43,00	15,27
	Gr	-	1,40	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,08						
<b>123</b> <b>21°C</b>	IS/R	1.10x3.60	3,95	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	0,85	1,25	0,24	0,47	1,97	43,00	84,73
	ST	-	1,61	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,31						
	Gr	-	1,61	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,10						
<b>124</b> <b>21°C</b>	ST	-	1,40	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,27	0,36	0,00	0,00	0,36	43,00	15,27
	Gr	-	1,40	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,08						
<b>125</b> <b>21°C</b>	IS/R	1.10x3.60	3,95	0,21	1,00	0,05	0,02	1,07	0,89	1,32	0,24	0,50	2,06	43,00	88,64
	ST	-	1,70	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,33						
	Gr	-	1,70	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,10						
<b>126</b> <b>21°C</b>	IS/R	2.00x3.60	7,20	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	1,54	5,94	0,87	1,72	8,52	43,00	366,36
	IS/P	3.78x3.60	13,61	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	2,92						
	ST	-	5,83	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	1,13						
	Gr	-	5,83	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	0,35						
<b>127</b> <b>18°C</b>	IS/R	3.30x5.10	7,23	0,21	1,00	0,00	0,00	1,00	1,52	15,46	0,51	105,83	121,80	40,00	4872,13
	3L/R	1.00x3.20	9,60	0,21	1,00	0,00	0,00	1,00	2,02						
	D/Š	1.80x2.20	3,96	1,30	0,40	0,05	0,00	1,05	2,16						
	ST	-	25,52	0,19	1,00	0,00	0,00	1,00	4,85						
	Gr	-	82,22	0,23	0,50	0,00	0,00	0,50	4,73						
	VS	3.30x5.75	18,98	0,25	0,20	0,00	0,00	0,20	0,19						

**1.1 lentelė tęsinys. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.**

<b>131 18°C</b>	ST	-	5,55	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,33	1,41	0,00	0,00	1,41	40,00	56,30
	Gr	-	5,55	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	1,08						
<b>132 18°C</b>	ST	-	5,55	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,33	1,49	0,00	0,00	1,49	40,00	59,71
	Gr	-	5,55	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	1,16						
<b>133 18°C</b>	VS	3.22x3.30	10,63	0,25	0,20	0,00	0,02	0,22	1,16	8,84	0,35	2,12	11,31	40,00	452,41
	L	1.50x1.20	1,80	1,60	1,00	0,00	0,02	0,22	0,36						
	ST	-	5,99	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	0,36						
	Gr	-	5,99	0,23	0,50	0,00	0,02	0,52	6,96						
<b>201 18°C</b>	IS/Š	6.59x3.05	30,98	0,21	1,00	0,05	0,02	1,07	6,96	39,41	1,36	17,20	57,97	40,00	2318,92
	IS/P	6.59x1.05	6,91	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	1,48						
	IS/V	11.89x1.05	12,49	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	2,68						
	IS/R	11.89x3.05	47,55	0,21	1,00	0,00	0,02	1,02	10,19						
	ST	-	93,45	0,19	1,00	0,00	0,02	1,02	18,11						
<b>Σ</b>															<b>47347,07</b>

2 priedas. Šilumos nuostolių dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos skaičiavimo suvestinė.

2.1 lentelė. Nuostolių dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos skaičiavimo suvestinė

Patalpa	Oro kaita $n_{in}, h^{-1}$	Plotas $A_p, m^2$	h, m	$\Delta k_C$	$\Delta k_b$	N	$N_i$		$k_g$	$L_{in}, m^3/h$	$c \times \rho_i$	SŠN dėl infiltrac., W/K	Apd	A0	kd1	kd2	h	Hde	Savitieji vėd. šilum. Nuostoliai Hv
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
101	0,3	14,02	3,20	1,20	-0,1	1	1	1,00	0,0025	14,57	0,34	4,95	697,51	10,00	2,00	0,10	6,90	20,92	25,87
102,103	0,3	603,57	5,60	1,10	-0,1	1	1	1,00	0,0025	1006,37	0,34	342,16							342,16
106	0,3	3,08	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	2,67	0,34	0,91							0,91
107	0,3	47,33	3,20	1,10	-0,1	1	1	1,00	0,0025	45,09	0,34	15,33							15,33
108,109	0,3	8,73	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	7,56	0,34	2,57							2,57
110	0,3	6,05	3,20	1,10	-0,1	1	1	1,00	0,0025	5,76	0,34	1,96							1,96
111,112	0,3	3,55	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	3,07	0,34	1,05							1,05
113	0,3	30,02	4,48	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	36,40	0,34	12,38	30,02	10,00	2,00	0,10	6,90	0,75	12,38
114	0,3	15,74	3,30	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	14,06	0,34	4,78							4,78
115	0,3	6,38	3,30	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	5,70	0,34	1,94	6,38	10,00	2,00	1,00	6,90	1,59	3,53
116	0,3	6,25	3,30	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	5,58	0,34	1,90	6,25	10,00	2,00	1,00	6,90	1,56	3,46
117	0,3	5,67	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	4,91	0,34	1,67							1,67
118	0,3	5,60	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	4,85	0,34	1,65							1,65
119	0,3	12,23	3,20	1,10	-0,1	1	1	1,00	0,0025	11,65	0,34	3,96							3,96
120	0,3	12,23	3,20	1,10	-0,1	1	1	1,00	0,0025	11,65	0,34	3,96							3,96
121	0,3	5,12	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	4,43	0,34	1,51							1,51
123	0,3	1,61	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	1,39	0,34	0,47							0,47
125	0,3	1,70	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	1,47	0,34	0,50							0,50
126	0,3	5,83	3,20	1,00	-0,1	1	1	1,00	0,0025	5,05	0,34	1,72							1,72
127	0,3	82,22	3,20	1,10	-0,1	1	1	1,00	0,0025	78,34	0,34	26,63	288,10	10,00	2,00	1,00	6,90	79,20	105,83
133	0,3	5,99	3,20	1,20	-0,1	1	1	1,00	0,0025	6,23	0,34	2,12							2,12
201	0,3	56,93	3,30	1,00	-0,1	1	2	1,00	-0,0025	50,60	0,34	17,20							17,20

### 3 priedas. Šilumos nuostolių per ilginius šiluminius tiltelius skaičiavimo suvestinė.

3.1 lentelė. Šilumos nuostolių per ilginius šiluminius tiltelius skaičiavimo suvestinė.

Patalpa, temp, °C	Šiluminio tiltelio priežastis	$\psi$ , W/mK	l, m	Pataisa $k_a \times b_a$	Pataisa dėl			SŠN per ilginius šiluminius tiltelius $H_{\psi}$ , W/K	$\Sigma H_{\psi}$ , W/K
					atitv. orientac. $\Delta k_o$	šildymo prietaisų rūšies $\Delta k_i$	$1+\Sigma \Delta k$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
101 18°C	8. Lango angokraštis/V	0,10	16,76	1,00	0,00	0,00	1,00	1,68	8,40
	8. Lango angokraštis/V	0,10	17,40	1,00	0,00	0,00	1,00	1,74	
	8. Lango angokraštis/V	0,10	5,20	1,00	0,00	0,00	1,00	0,52	
	8. Lango angokraštis/V	0,10	4,80	1,00	0,00	0,00	1,00	0,48	
	8. Durų angokraštis/V	0,10	5,12	1,00	0,00	0,00	1,00	0,51	
	8. Lango angokraštis/P	0,10	25,20	1,00	0,00	0,00	1,00	2,52	
	8. Lango angokraštis/P	0,10	7,78	1,00	0,00	0,00	1,00	0,78	
	5. Stogo ir sienos sandūra/P	0,10	7,77	1,00	0,00	0,00	1,00	0,78	
	17. Išorinių sienų kampas/PV	-0,10	6,05	1,00	0,00	0,00	1,00	-0,61	
102, 103 18°C	1. Pamatas ir siena/Š	0,10	32,40	1,00	0,05	0,02	1,07	3,47	30,76
	1. Pamatas ir siena/P	0,10	19,40	1,00	0,00	0,02	1,02	1,98	
	8. Lango angokraštis/Š	0,10	80,00	1,00	0,05	0,02	1,07	8,56	
	8. Lango angokraštis/P	0,10	109,20	1,00	0,00	0,02	1,02	11,14	
	8. Lango angokraštis/R	0,10	9,28	1,00	0,00	0,02	1,02	0,95	
	5. Stogo ir sienos sandūra	0,10	51,80	1,00	0,00	0,02	1,02	5,28	
	17. Išorinių sienų kampas/PR	-0,10	6,05	1,00	0,00	0,02	1,02	-0,62	
106 18°C	1. Pamatas ir siena/V	0,10	2,76	1,00	0,00	0,02	1,02	0,28	0,17
	1. Pamatas ir siena/P	0,10	1,62	1,00	0,00	0,02	1,02	0,17	
	5. Stogo ir sienos sandūra	0,10	3,38	1,00	0,00	0,02	1,02	0,34	
	17. Išorinių sienų kampas/PV	-0,10	6,05	1,00	0,00	0,02	1,02	-0,62	
107 18°C	1. Pamatas ir siena/V	0,10	1,85	1,00	0,00	0,02	1,02	0,19	6,55
	5. Stogo ir sienos sandūra	0,10	1,85	1,00	0,00	0,02	1,02	0,19	
	8. Lango angokraštis/V	0,10	58,80	1,00	0,00	0,02	1,02	6,00	
108, 109 18°C	5. Stogo ir sienos sandūra	0,10	2,90	1,00	0,00	0,10	1,10	0,32	0,64
	1. Pamatas ir siena/Š	0,10	2,90	1,00	0,00	0,10	1,10	0,32	
110 18°C	1. Pamatas ir siena/V	0,10	2,00	1,10	0,00	0,02	1,02	0,22	0,65
	5. Stogo ir sienos sandūra	0,10	2,00	1,00	0,00	0,02	1,02	0,20	
	8. Lango angokraštis/V	0,10	2,00	1,10	0,00	0,02	1,02	0,22	
111, 112 18°C	1. Pamatas ir siena/Š	0,10	2,60	1,00	0,05	0,10	1,15	0,30	0,29
	1. Pamatas ir siena/V	0,10	1,80	1,00	0,00	0,10	1,10	0,20	
	5. Stogo ir sienos sandūra	0,10	4,40	1,00	0,00	0,10	1,10	0,48	
	17. Išorinių sienų kampas/ŠV	-0,10	6,05	1,00	0,05	0,10	1,15	-0,70	
113 10°C	1. Pamatas ir siena/Š	0,10	9,80	1,00	0,05	0,10	1,15	1,13	2,21
	5. Stogo ir sienos sandūra	0,10	9,80	1,00	0,00	0,10	1,10	1,08	
114 10°C	1. Pamatas ir siena/Š	0,10	3,10	1,00	0,05	0,02	1,07	0,33	0,33

3.1 lentelės tęsinys. Šilumos nuostolių per ilginius šiluminius tiltelius skaičiavimo suvestinė.

<b>115</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	1.Pamatas ir siena/Š	0,10	2,97	1,00	0,05	0,02	1,07	0,32	0,72
	1.Pamatas ir siena/R	0,10	2,60	1,00	0,00	0,02	1,02	0,27	
	1.Pamatas ir siena	0,10	2,70	0,40	0,00	0,02	1,02	0,11	
	8.Durų angokraštis/R	0,10	4,00	1,00	0,00	0,02	1,02	0,41	
	17.Išorinių sienų kampas/ŠR	-0,10	3,60	1,00	0,05	0,02	1,07	-0,39	
<b>116</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	1.Pamatas ir siena/R	0,10	3,10	1,00	0,00	0,02	1,02	0,32	0,84
	1.Pamatas ir siena	0,10	2,80	0,40	0,00	0,02	1,02	0,11	
	8.Durų angokraštis/R	0,10	4,00	1,00	0,00	0,02	1,02	0,41	
<b>117</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	1.Pamatas ir siena/R	0,10	1,92	1,00	0,00	0,02	1,02	0,20	0,20
<b>118</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	1.Pamatas ir siena/R	0,10	1,95	1,00	0,00	0,02	1,02	0,20	0,20
<b>119</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	1.Pamatas ir siena/R	0,10	3,95	1,00	0,00	0,02	1,02	0,40	2,28
	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	1,90	1,00	0,00	0,02	1,02	0,19	
	8.Lango angokraštis/R	0,10	8,10	1,00	0,00	0,02	1,02	0,83	
	8.Lango angokraštis/R	0,10	8,40	1,00	0,00	0,02	1,02	0,86	
<b>120</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	8.Lango angokraštis/R	0,10	5,76	1,00	0,00	0,02	1,02	0,59	3,56
	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	3,90	1,00	0,00	0,02	1,02	0,40	
	8.Lango angokraštis/R	0,10	25,20	1,00	0,00	0,02	1,02	2,57	
<b>121</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	1,70	1,00	0,00	0,10	1,10	0,19	0,37
	1.Pamatas ir siena/R	0,10	1,70	1,00	0,00	0,10	1,10	0,19	
<b>123</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	1,10	1,00	0,00	0,10	1,10	0,12	0,24
	1.Pamatas ir siena/R	0,10	1,10	1,00	0,00	0,10	1,10	0,12	
<b>125</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	1,10	1,00	0,00	0,10	1,10	0,12	0,24
	1.Pamatas ir siena/R	0,10	1,10	1,00	0,00	0,10	1,10	0,12	
<b>126</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	1.Pamatas ir siena/R	0,10	2,00	1,00	0,05	0,10	1,15	0,23	0,87
	1.Pamatas ir siena/P	0,10	3,78	1,00	0,00	0,10	1,10	0,42	
	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	5,78	1,00	0,00	0,10	1,10	0,64	
	17.Išorinių sienų kampas/PR	-0,10	3,60	1,00	0,05	0,10	1,15	-0,41	
<b>127</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	8.Lango angokraštis/P	0,10	1,60	1,00	0,00	0,02	1,02	0,16	0,51
	1.Pamatas ir siena	0,10	5,80	0,40	0,00	0,02	1,02	0,24	
	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	3,40	1,00	0,00	0,02	1,02	0,35	
<b>133</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	8.Lango angokraštis/Š	0,10	5,40	0,40	0,00	0,02	1,02	0,22	0,35
	1.Pamatas ir siena	0,10	3,30	0,40	0,00	0,02	1,02	0,13	
<b>201</b> <b>18<sup>0</sup>C</b>	5.Stogo ir sienos sandūra	0,10	16,40	1,00	0,00	0,02	1,02	1,67	1,36
	17.Išorinių sienų kampas/ŠR	-0,10	2,95	1,00	0,05	0,02	1,07	-0,32	

#### 4 priedas. Šildymo prietaisų parinkimo suvestinė.

4.1 lentelė. Šildymo prietaisų parinkimo suvestinė.

Pat. Nr.	P <sub>h</sub> , W	q <sub>tieks</sub> , °C	q <sub>grs</sub> , °C	q <sub>i</sub> , °C	f	β	P <sub>š.pr.</sub> , W	P <sub>par.</sub> , W	P <sub>realus</sub> , W	Prietaisų sk.	Šildymo prietaiso		
											matmenys	tipas	talpa, l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
102, 103	26919	80	60	20	1	1	26919	3502	3502	4	300-2600-152	33	13.3
104	52	80	60	20	1	1	52	218	218	1	300-400-60	11	0.7
105	62	80	60	20	1	1	62	Kondicionierius					
106	300	80	60	20	1	1	300	347	347	1	500-400-60	11	1.1
107	2628	80	60	20	1	1	2628	961	961	3	300-1000-102	22	
108, 109	420	80	60	20	1	1	420	434	434	1	500-500-60	11	1.4
110	502	80	60	20	1	1	502	521	521	1	300-700-70	21s	1.6
111, 112	324	80	60	20	1	1	324	347	347	1	500-400-60	11	1.1
113	1477	80	60	20	1	1	1477	OŠ					
114	229	80	60	20	1	1	229	347	347	1	500-400-60	11	1.1
115	455	80	60	20	1	1	455	462	462	1	500-400-70	21s	2.2
116	376	80	60	20	1	1	376	434	434	1	500-500-60	11	1.4
117	147	80	60	20	1	1	147	El. radiatorius 400W					
118	147	80	60	20	1	1	147	El. radiatorius 400W					
119	739	80	60	20	1	1	739	761	761	1	300-1000-70	21s	3.4
120	992	80	60	20	1	1	992	491	491	2	300-900-60	11	1.6
121, 122, 123	294	80	60	20	1	1	294	347	347	1	500-400-60	11	1.1
124, 125, 126	471	80	60	20	1	1	471	521	521	1	500-600-60	11	1.6
127	4885	80	60	20	1	1	4885	1482	1482	1	300-1100-152	33	5.6
131	57	80	60	20	1	1	57	218	218	1	300-400-60	11	0.7
132	60	80	60	20	1	1	60	Kombinuotas rankš. džiov.					
133	453	80	60	20	1	1	453	462	462	1	500-400-70	21s	2.2
201	2319	80	60	20	1	1	2319	2442	2442	1	500-1200-152	33	9.9



## 5 priedas. Šildymo sistemų hidraulinių nuostolių skaičiavimo suvestinė.

5.1 lentelė. Radiatorinio šildymo sistemos hidraulinio skaičiavimo suvestinė.

Ruožo Nr.	Apkrova $\Sigma P$ , 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 koeficientų suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties $R_{xl}$ , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	$R_{xl}+Z$ , kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Skaičiuojamasis žiedas: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-10'-9'-8'-7'-6'-5'-4'-3'-2'-1'</b>												
											15,00	Šilumokaitis
1	26619,00	1623,76	3,50	DN32	66,00	0,40	77,92	8,60	231,00	670,11	0,90	L(1.50); T(2.10); V(5.00).
2	25925,00	1581,43	4,10	DN32	62,00	0,39	74,07	1,70	254,20	125,92	0,38	T(0.80); Per(0.90);
3	18824,00	1148,26	2,20	DN25	135,00	0,48	112,20	0,80	297,00	89,76	0,39	T(0.80);
4	18524,00	1129,96	1,80	DN25	131,00	0,47	107,58	0,80	235,80	86,06	0,32	T(0.80);
5	18306,00	1116,67	8,90	DN25	128,00	0,47	107,58	10,30	1139,20	1108,06	2,25	3L(1.50); T(0.80); V(5.00);
6	17545,00	1070,25	1,80	DN25	117,00	0,45	98,62	5,80	210,60	571,98	0,78	T(0.80); V(5.00);
7	17054,00	1040,29	2,00	DN25	110,00	0,43	90,05	0,80	220,00	72,04	0,29	T(0.80);
8	16563,00	1010,34	1,50	DN25	105,00	0,42	85,91	7,90	157,50	678,66	0,84	L(1.50); 2T(3.20);
9	16216,00	989,18	9,20	DN25	100,00	0,41	81,86	3,80	920,00	311,09	1,23	2L(1.50); T(0.80);
10	15708,00	958,19	2,30	DN25	94,00	0,40	77,92	0,80	216,20	62,34	0,28	T(0.80);
11	14226,00	867,79	17,90	DN25	18,00	0,36	63,12	6,70	322,20	422,87	0,75	4L(1.50); T(0.70);
12	10724,00	654,16	3,10	DN20	162,00	0,45	98,62	6,80	502,20	670,60	1,17	T(0.80); Per(1.00); V(5.00);
13	7222,00	440,54	3,10	DN20	74,00	0,30	43,83	2,20	229,40	96,43	0,33	T(1.00); Per(1.20);
14	3720,00	226,92	3,10	DN15	77,00	0,26	32,92	5,70	238,70	187,65	0,43	T(3.50); T(0.80); Per(1.40);
15	218,00	13,30	5,80	DN15	1,00	0,10	4,87	8,80	5,80	42,86	0,05	4L(1.50); Per(2.80);
											10,50	Radiatorius ir term. Vent.
15	218,00	13,30	5,80	DN15	1,00	0,10	4,87	8,80	5,80	42,86	0,05	4L(1.50); Per(2.80);
14	3720,00	226,92	3,10	DN15	77,00	0,26	32,92	5,70	238,70	187,65	0,43	T(3.50); T(0.80); Per(1.40);
13	7222,00	440,54	3,10	DN20	74,00	0,30	43,83	2,20	229,40	96,43	0,33	T(1.00); Per(1.20);
12	10724,00	654,16	3,10	DN20	162,00	0,45	98,62	6,80	502,20	670,60	1,17	T(0.80); Per(1.00); V(5.00);
11	14226,00	867,79	17,90	DN25	18,00	0,36	63,12	6,70	322,20	422,87	0,75	4L(1.50); T(0.70);
10'	15708,00	958,19	2,30	DN25	94,00	0,40	77,92	0,80	216,20	62,34	0,28	T(0.80);

5.1 lentelė. Radiatorinio šildymo sistemos hidraulinio skaičiavimo suvestinė.

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 <sub>din</sub> , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma Σζ	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Skaičiuojamasis žiedas: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-10'-9'-8'-7'-6'-5'-4'-3'-2'-1'</b>												
											15,00	Šilumokaitis
1	26619,00	1623,76	3,50	DN32	66,00	0,40	77,92	8,60	231,00	670,11	0,90	L(1.50); T(2.10); V(5.00).
2	25925,00	1581,43	4,10	DN32	62,00	0,39	74,07	1,70	254,20	125,92	0,38	T(0.80); Per(0.90);
3	18824,00	1148,26	2,20	DN25	135,00	0,48	112,20	0,80	297,00	89,76	0,39	T(0.80);
4	18524,00	1129,96	1,80	DN25	131,00	0,47	107,58	0,80	235,80	86,06	0,32	T(0.80);
5	18306,00	1116,67	8,90	DN25	128,00	0,47	107,58	10,30	1139,20	1108,06	2,25	3L(1.50); T(0.80); V(5.00);
6	17545,00	1070,25	1,80	DN25	117,00	0,45	98,62	5,80	210,60	571,98	0,78	T(0.80); V(5.00);
7	17054,00	1040,29	2,00	DN25	110,00	0,43	90,05	0,80	220,00	72,04	0,29	T(0.80);
8	16563,00	1010,34	1,50	DN25	105,00	0,42	85,91	7,90	157,50	678,66	0,84	L(1.50); 2T(3.20);
9	16216,00	989,18	9,20	DN25	100,00	0,41	81,86	3,80	920,00	311,09	1,23	2L(1.50); T(0.80);
10	15708,00	958,19	2,30	DN25	94,00	0,40	77,92	0,80	216,20	62,34	0,28	T(0.80);
11	14226,00	867,79	17,90	DN25	18,00	0,36	63,12	6,70	322,20	422,87	0,75	4L(1.50); T(0.70);
12	10724,00	654,16	3,10	DN20	162,00	0,45	98,62	6,80	502,20	670,60	1,17	T(0.80); Per(1.00); V(5.00);
13	7222,00	440,54	3,10	DN20	74,00	0,30	43,83	2,20	229,40	96,43	0,33	T(1.00); Per(1.20);
14	3720,00	226,92	3,10	DN15	77,00	0,26	32,92	5,70	238,70	187,65	0,43	T(3.50); T(0.80); Per(1.40);
15	218,00	13,30	5,80	DN15	1,00	0,10	4,87	8,80	5,80	42,86	0,05	4L(1.50); Per(2.80);
											10,50	Radiatorius ir term. Vent.
15	218,00	13,30	5,80	DN15	1,00	0,10	4,87	8,80	5,80	42,86	0,05	4L(1.50); Per(2.80);
14	3720,00	226,92	3,10	DN15	77,00	0,26	32,92	5,70	238,70	187,65	0,43	T(3.50); T(0.80); Per(1.40);
13	7222,00	440,54	3,10	DN20	74,00	0,30	43,83	2,20	229,40	96,43	0,33	T(1.00); Per(1.20);
12	10724,00	654,16	3,10	DN20	162,00	0,45	98,62	6,80	502,20	670,60	1,17	T(0.80); Per(1.00); V(5.00);
11	14226,00	867,79	17,90	DN25	18,00	0,36	63,12	6,70	322,20	422,87	0,75	4L(1.50); T(0.70);
10'	15708,00	958,19	2,30	DN25	94,00	0,40	77,92	0,80	216,20	62,34	0,28	T(0.80);

**5.1 lentelės tęsinys.** Radiatorinio šildymo sistemos hidraulinio skaičiavimo suvestinė.

9'	16216,00	989,18	9,20	DN25	100,00	0,41	81,86	3,80	920,00	311,09	1,23	2L(1.50); T(0.80);
8'	16563,00	1010,34	1,50	DN25	105,00	0,42	85,91	7,90	157,50	678,66	0,84	L(1.50); 2T(3.20);
7'	17054,00	1040,29	2,00	DN25	110,00	0,43	90,05	0,80	220,00	72,04	0,29	T(0.80);
6'	17545,00	1070,25	1,80	DN25	117,00	0,45	98,62	5,80	210,60	571,98	0,78	T(0.80); V(5.00);
5'	18306,00	1116,67	8,90	DN25	128,00	0,47	107,58	10,30	1139,20	1108,06	2,25	3L(1.50); T(0.80); V(5.00);
4'	18524,00	1129,96	1,80	DN25	131,00	0,47	107,58	0,80	235,80	86,06	0,32	T(0.80);
3'	18824,00	1148,26	2,20	DN25	135,00	0,48	112,20	0,80	297,00	89,76	0,39	T(0.80);
2'	25925,00	1581,43	4,10	DN32	62,00	0,39	74,07	1,70	254,20	125,92	0,38	T(0.80); Per(0.90);
1'	26619,00	1623,76	3,50	DN32	66,00	0,40	77,92	8,60	231,00	670,11	0,90	L(1.50); T(2.10); V(5.00).
<b>Σ</b>											<b>46,25</b>	<b>kPa</b>

**5.2. lentelė.** Pagrindinio įėjimo oro užuolaidos linijos hidraulinio skaičiavimo suvestinė.

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 <sub>din</sub> , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma Σζ	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Skaičiuojamasis žiedas:1-2-2'-1'</b>												
											15,00	Šilumokaitis
1	85000,00	5185,00	2,00	DN50	88,00	0,59	169,52	16,00	176,00	2712,40	2,89	K(10);V(6.00).
2	50000,00	3050,00	4,30	DN50	31,00	0,35	59,66	12,50	133,30	745,72	0,88	L(1.50); K(10); P(1.00);
3	25000,00	1525,00	65,24	DN32	58,00	0,37	66,67	30,00	3783,92	2000,11	5,78	11L(1.50); T(1.50);2V(6.00);
											15,00	Oro užuolaida
3'	85000,00	5185,00	65,24	DN32	58,00	0,37	66,67	30,00	3783,92	2000,11	5,78	11L(1.50); T(1.50);2V(6.00);
2'	50000,00	3050,00	4,30	DN50	31,00	0,35	59,66	12,50	133,30	745,72	0,88	L(1.50); K(10); P(1.00);
1	85000,00	5185,00	2,00	DN50	88,00	0,59	169,52	16,00	176,00	2712,40	2,89	K(10);V(6.00).
<b>Σ</b>											<b>49,10</b>	<b>kPa</b>

5.3. lentelė. Recirkuliacinių šildytuvų linijos hidraulinio skaičiavimo suvestinė.

Recirkuliaciniai oriniai šildytuvai												
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 <sub>din</sub> , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma Σζ	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Skačiuojamasis žiedas:1-2-3-3'-2'-1'</b>												
											15,00	Šilumokaitis
1	85000,00	5185,00	2,00	DN50	88,00	0,59	169,52	16,00	176,00	2712,40	2,89	K(10);V(6.00).
2	18000,00	1098,00	4,00	DN25	124,00	0,46	103,05	5,90	496,00	607,99	1,10	2L(1.50); T(2.90);
3	16500,00	1006,50	6,20	DN25	104,00	0,42	85,91	11,30				7L(1.50); T(0.80);
4	13000,00	793,00	13,60	DN25	65,00	0,33	53,03	5,30				3L(1.50); T(0.80);
5	6500,00	396,50	20,20	DN15	201,00	0,45	98,62	16,50	4060,20	1627,19	5,69	3L(1.50); 2V(5.00); Per(2.00).
											15,00	Antrinio šildymo sekcija
5'	6500,00	396,50	20,20	DN15	201,00	0,45	98,62	16,50	4060,20	1627,19	5,69	3L(1.50); 2V(5.00); Per(2.00).
4'	13000,00	793,00	13,60	DN25	65,00	0,33	53,03	5,30				3L(1.50); T(0.80);
3'	16500,00	1006,50	6,20	DN25	104,00	0,42	85,91	11,30				7L(1.50); T(0.80);
2'	18000,00	1098,00	4,00	DN25	124,00	0,46	103,05	5,90	496,00	607,99	1,10	2L(1.50); T(2.90);
1	85000,00	5185,00	2,00	DN50	88,00	0,59	169,52	16,00	176,00	2712,40	2,89	K(10);V(6.00).
											Σ	49,36 kPa

T- trišakis;

L- alkūnė;

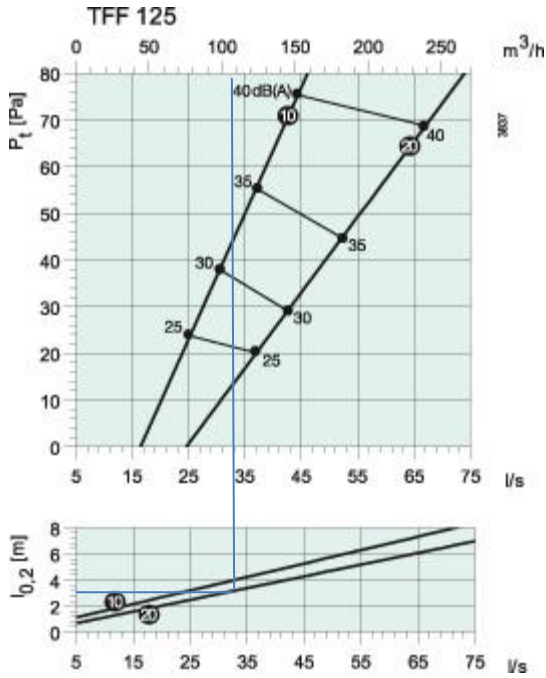
P- perėjimas;

V- ventilis;

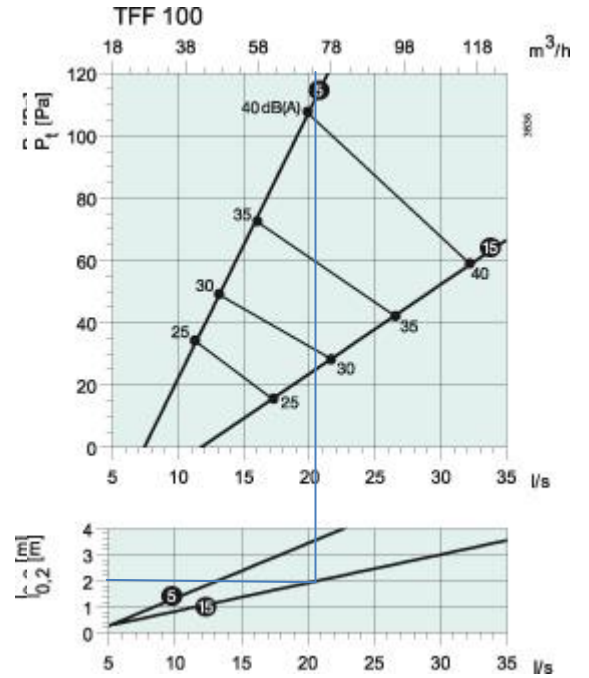
K- kolektorius;

**6 priedas.** Oro tiekimo/šalinimo įtaisų parinkimo diagramos ir techniniai duomenys.

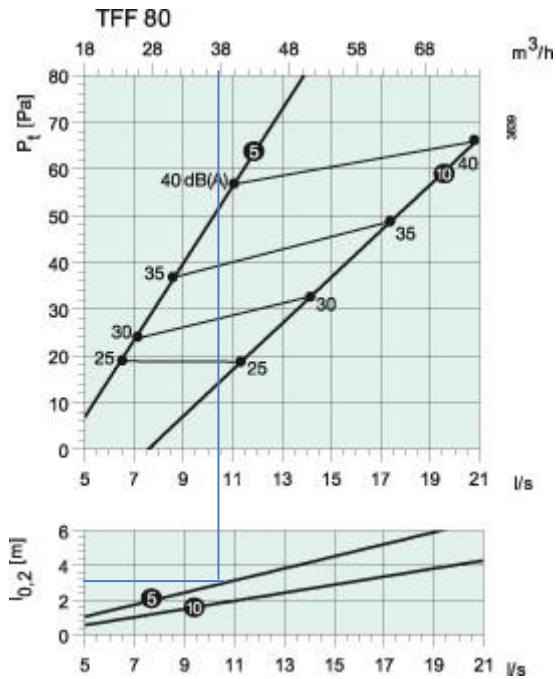
Patalpa nr. 107, 120, 121, 126, 201



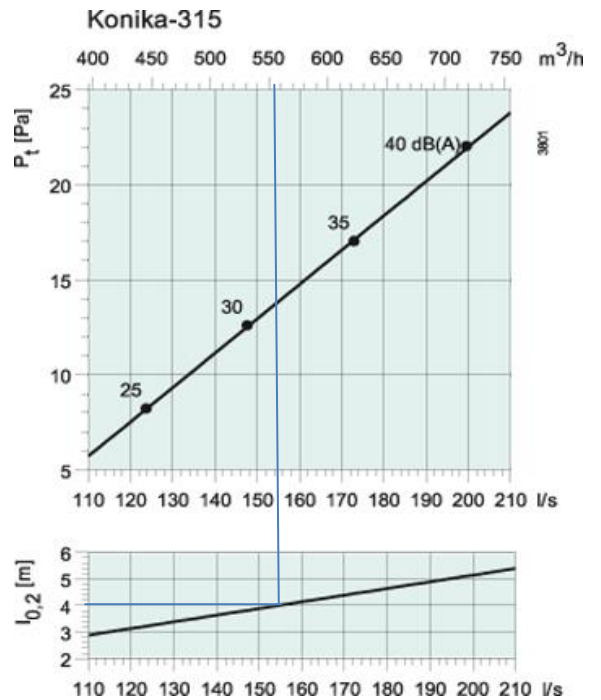
Patalpa nr. 108, 109, 110, 119, 127, 131



Patalpa nr. 105, 106, 113, 114, 115, 117, 118, 133

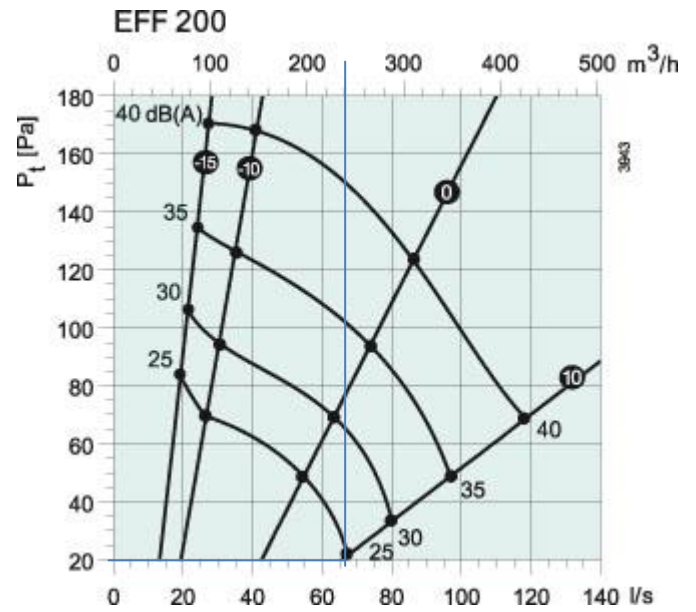
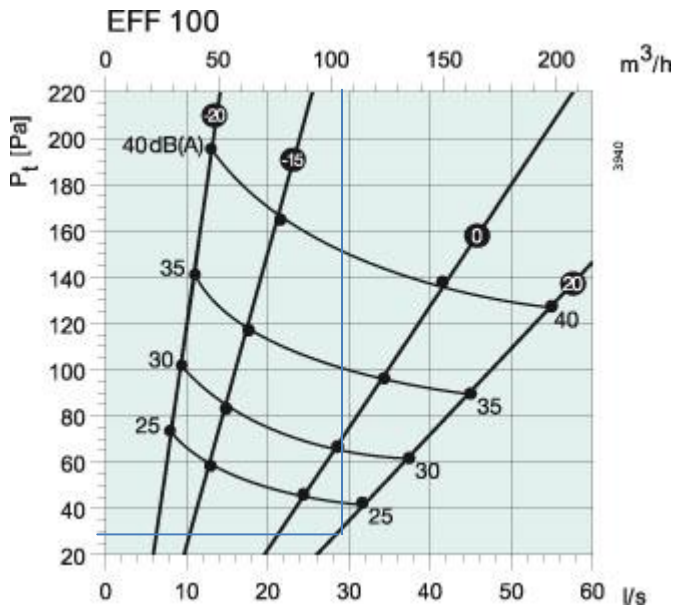


Patalpos nr. 102, 103



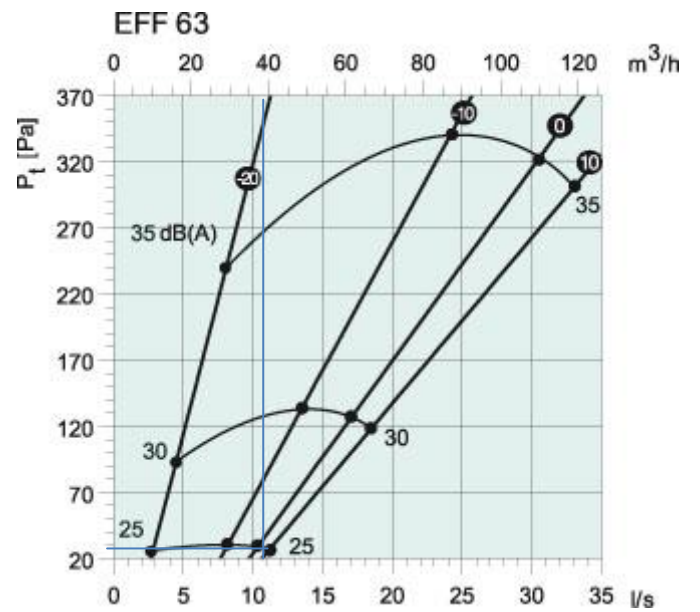
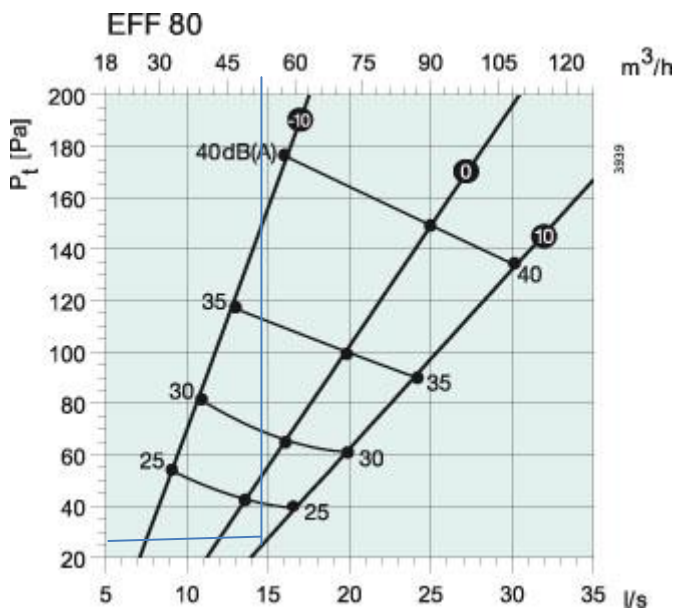
Patalpos nr. 104, 107, 117, 132

Patalpa nr. 201



Patalpos nr. 119, 131

Patalpos nr. 105, 106, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 118, 133



## **T1/I1 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisų techniniai duomenys.**

### **Oro tiekimo įtaisai(102, 103 patalpoms):**

Parenkamas oro tiekimo difuzorius KONIKA 315 RAL9010 („Systemair“, arba analogas), kuris vienas gali tiekti 563 m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p=14$  Pa, garso lygis  $L_{wA}= 30$  dB(A). Tokių įtaisų reikės 16 vnt.

### **Oro tiekimo įtaisai(105, 106 patalpoms):**

Parenkamas oro tiekimo difuzorius TFF 80 Suppl Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali tiekti 36 m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p=20$  Pa, garso lygis  $L_{wA}= 25$  dB(A)(centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 10mm). Tokių įtaisų reikės 1 vnt.

### **Oro šalinimo įtaisai(102, 103 patalpoms):**

Oras šalinamas per groteles NOVA-F-2-1000x200-F-S-RAL9010 („Systemair“ arba analogas), šalinamo oro kiekis 820 m<sup>3</sup>/h, slėgio nuostoliai atitinkamai pagal aukštį:  $\Delta p=5$  Pa, garso lygis  $L_{wA}= 20$  dB(A). Tokių įtaisų reikės 11 vnt.

### **Oro šalinimo įtaisai(105, 106 patalpoms):**

Parenkamas oro šalinimo difuzorius EFF 63 Exhst Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali šalinti 39m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p = 35Pa$ , garso lygis  $L_{wA}= 26$  dB(A)(centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 0mm). Tokių įtaisų reikės 1 vnt.

## **T2/I2 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisų techniniai duomenys.**

### **Oro tiekimo įtaisai (113, 114, 115, 117, 118, 133 patalpoms):**

Parenkamas oro tiekimo difuzorius TFF 80 Suppl Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali tiekti 36 m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p=20$  Pa, garso lygis  $L_{wA}= 25$  dB(A)(centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 10mm). Tokių įtaisų reikės 6vnt.

**Oro tiekimo įtaisai (119, 127, 131 patalpoms):**

Parenkamas oro tiekimo difuzorius TFF 100 Suppl Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali tiekti  $75 \text{ m}^3/\text{h}$  oro kiekį,  $\Delta p = 18 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA} = 26 \text{ dB(A)}$  (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 15mm). Tokių įtaisų reikės 3 vnt.

**Oro tiekimo įtaisai(120, 121, 126 ir 201 patalpoms):**

Parenkamas oro tiekimo difuzorius TFF 125 Suppl Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali tiekti  $110 \text{ m}^3/\text{h}$  oro kiekį,  $\Delta p = 25 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA} = 23 \text{ dB(A)}$  (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 20mm). Tokių įtaisų reikės 6 vnt.

**Oro šalinimo įtaisai (113, 114, 115, 118, 133 patalpoms):**

Parenkamas oro šalinimo difuzorius EFF 63 Exhst Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali šalinti  $39 \text{ m}^3/\text{h}$  oro kiekį,  $\Delta p = 35 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA} = 26 \text{ dB(A)}$  (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 0mm). Tokių įtaisų reikės 5 vnt.

**Oro šalinimo įtaisai (119, 131 patalpoms):**

Parenkamas oro šalinimo difuzorius EFF 80 Exhst Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali šalinti  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  oro kiekį,  $\Delta p = 25 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA} = 20 \text{ dB(A)}$  (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 0mm). Tokių įtaisų reikės 2 vnt.

**Oro šalinimo įtaisai (104, 117, 132 patalpoms):**

Parenkamas oro šalinimo difuzorius EFF 100 Exhst Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali šalinti  $114 \text{ m}^3/\text{h}$  oro kiekį,  $\Delta p = 35 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA} = 24 \text{ dB(A)}$  (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 0mm). Tokių įtaisų reikės 3 vnt.

**Oro šalinimo įtaisai (201 patalpai):**

Parenkamas oro šalinimo difuzorius EFF 200 Exhst Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali šalinti  $220 \text{ m}^3/\text{h}$  oro kiekį,  $\Delta p = 22 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA} = 24 \text{ dB(A)}$  (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 10mm). Tokių įtaisų reikės 1 vnt.



### **T3/I3 sistemos oro tiekimo ir šalinimo įtaisų techniniai duomenys.**

#### **Oro tiekimo įtaisai(107 patalpai):**

Parenkas oro tiekimo difuzorius TFF 125 Suppl Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali tiekti 114 m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p=25 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA}= 23 \text{ dB(A)}$ (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 20mm). Tokių įtaisų reikės 3 vnt.

#### **Oro tiekimo įtaisai (108, 109, 110 patalpoms):**

Parenkamas oro tiekimo difuzorius TFF 100 Suppl Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali tiekti 75 m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p = 18 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA}= 26 \text{ dB(A)}$ (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 15mm). Tokių įtaisų reikės 2vnt.

#### **Oro šalinimo įtaisai (108, 109, 110 patalpoms):**

Parenkamas oro šalinimo difuzorius EFF 63 Exhst Valve RAL9010 („Systemair“ arba analogas), kuris vienas gali šalinti 39m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p = 35 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA}= 26 \text{ dB(A)}$ (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 0mm). Tokių įtaisų reikės 2 vnt.

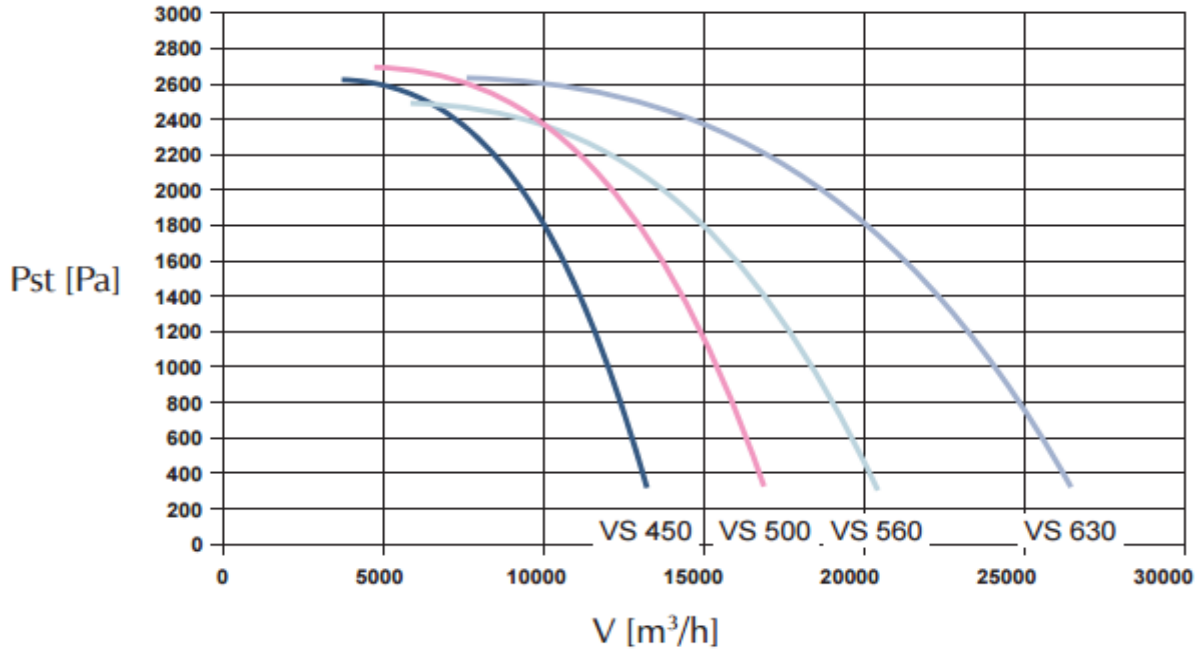
#### **Oro šalinimo įtaisai (107 patalpai):**

Parenkamas oro šalinimo difuzorius EFF 100 Exhst Valve RAL9010 („Systemair“), kuris vienas gali šalinti 114m<sup>3</sup>/h oro kiekį,  $\Delta p=35 \text{ Pa}$ , garso lygis  $L_{wA}= 24 \text{ dB(A)}$ (centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 0mm). Tokių įtaisų reikės 3 vnt.

**7 Priedas.** Ventiliatorių parinkimo diagramos.

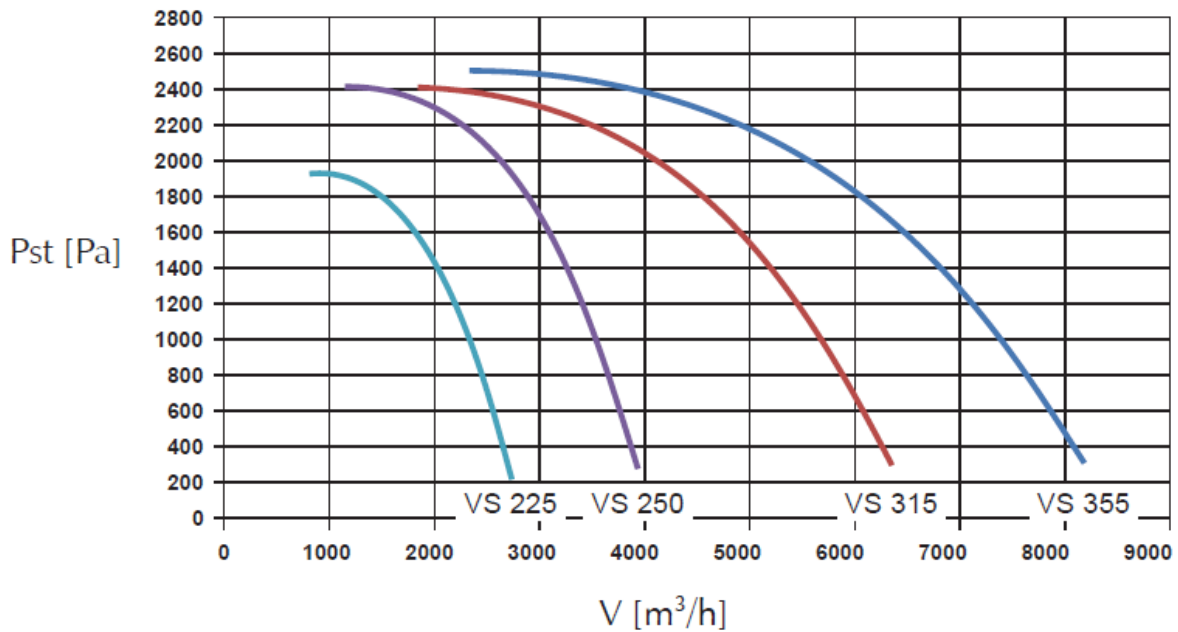
104- 124 ir 201 patalpoms. Sistema Nr. T1/I1 (9036/9016).

Maximum operational range for PLUG FANs,  
impeller size range 450-630 mm



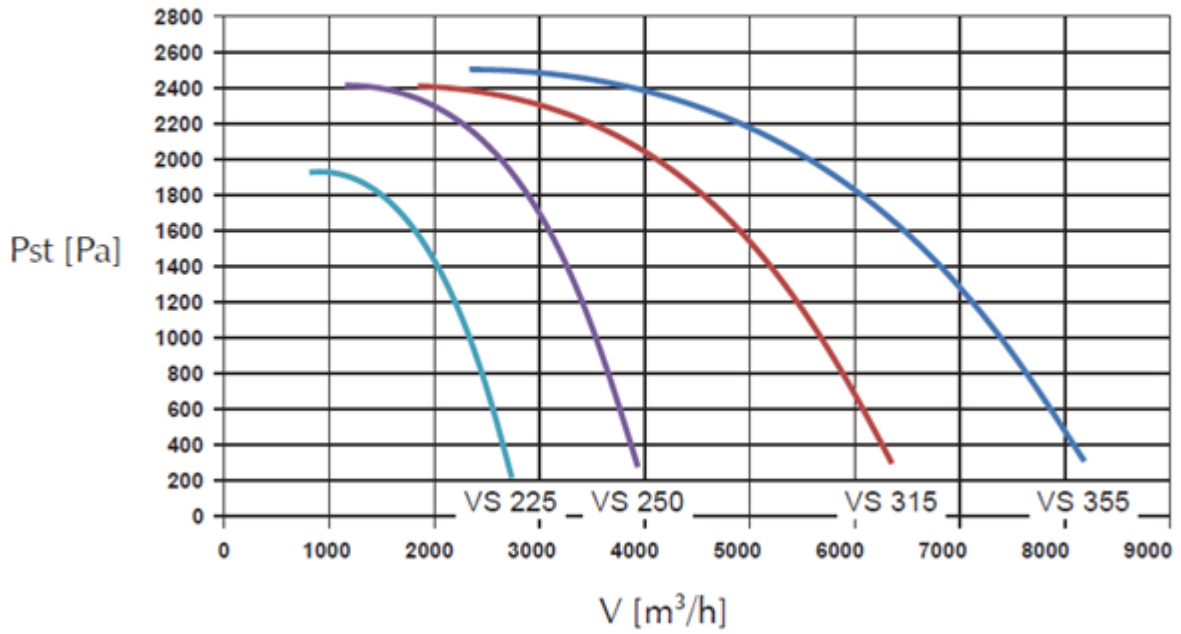
Pagalbinių patalpų zonos vėdinimo sistema T2/I2 (1061/745)

Maximum operational range for PLUG FANs,  
impeller size range 225-355 mm



Vaistinės patalpų zonos vėdinimo sistema T3/I3 (484/415)

Maximum operational range for PLUG FANs,  
impeller size range 225-355 mm



**8 priedas.** Vėdinimo sistemų T1/I1, T2/I2 ir T3/I3 aerodinaminio skaičiavimo suvestinės.

**8.1. lentelė.** Vėdinimo sistemos T1/I1 tiekiamosios linijos aerodinaminė skaičiuotė.

Ruožo Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis $\rho_{din}$ , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
1	563	3,25	250	3,20	5,50	6,14	17,88	20,27	38,15	Skirst(12.00Pa); L(0.37);
2	1126	1,40	315	4,00	10,00	9,60	14,00	10,50	24,50	T(0.50Pa); P(10.00Pa);
3	1162	0,70	315	4,00	10,00	9,60	7,00	0,50	7,50	T(0.50Pa);
4	1725	2,35	400	3,50	7,50	7,35	17,63	6,00	23,63	T(0.50Pa); P(5.50Pa);
5	2288	3,47	500	3,00	5,00	5,40	17,35	5,40	22,75	T(0.40Pa); P(5.00Pa);
6	2851	2,15	500	3,50	7,50	7,35	16,13	0,20	16,33	T(0.20Pa);
7	3414	4,05	500	4,40	11,00	11,62	44,55	5,30	49,85	T(1.00Pa); L(0.37);
8	3977	3,50	500	5,50	25,00	18,15	87,50	1,50	89,00	T(1.50Pa);
9	5666	6,35	630	4,50	14,00	12,15	88,90	10,80	99,70	T(0.80Pa); P(10.0Pa);
10	7355	5,85	800	4,00	10,00	9,60	58,50	10,60	69,10	T(0.60Pa); P(10.0Pa);
11	9036	16,85	800	5,00	20,00	15,00	337,00	28,45	365,45	T(0.70Pa); 5L(0.37);
12	9036	1,30	800	5,00	20,00	15,00	26,00	18,00	44,00	Gr(1.20).
								Σ	667,25	

8.2. lentelė. Vėdinimo sistemos T1/I1 šalinamosios linijos aerodinaminė skaičiuotė.

T1/I1 šalinamoji linija										
Ruožo Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis $\rho_{din}$ , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
1	16	18,90	100	1,50	0,60	1,35	11,34	21,5	32,84	3L(0.37); Skirst(20.00Pa);
2	836	3,50	315	3,00	5,00	5,40	17,50	2,40	19,90	Gr(2.40Pa);
3	1656	3,00	400	3,50	7,50	7,35	22,50	4,40	26,90	Gr(2.40Pa); P(2.00Pa);
4	2476	3,00	400	5,50	25,00	18,15	75,00	2,40	77,40	Gr(2.40Pa);
5	3296	3,00	500	4,50	14,00	12,15	42,00	4,40	46,40	Gr(2.40Pa); P(2.00Pa);
6	4116	3,00	500	5,50	25,00	18,15	75,00	2,40	77,40	Gr(2.40Pa);
7	4936	5,60	630	4,50	14,00	12,15	78,40	8,90	87,30	Gr(2.40Pa); P(2.00Pa); L(0.37);
8	5736	2,40	630	5,00	20,00	15,00	48,00	2,40	50,40	Gr(2.40Pa);
9	6556	2,40	800	3,50	7,50	7,35	18,00	4,40	22,40	Gr(2.40Pa); P(2.00Pa);
10	7376	2,40	800	4,00	10,00	9,60	24,00	2,40	26,40	Gr(2.40Pa);
11	8196	2,40	800	4,50	14,00	12,15	33,60	2,40	36,00	Gr(2.40Pa);
12	9016	6,75	800	5,00	20,00	15,00	135,00	24,60	159,60	Gr(2.40Pa); 4L(0.37);
13	9016	2,40	800	5,00	20,00	15,00	48,00	5,55	53,55	L(0.37).
								Σ	275,55	

8.3. lentelė. Vėdinimo sistemos T2/I2 tiekiamosios linijos aerodinaminė skaičiuotė.

T2/I2 tiekiamoji linija										
Ruožo Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis $\rho_{din}$ , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
1	105	1,90	100	4,00	10,00	9,60	19,00	21,55	40,55	Skirst(18.00Pa); L(0.37);
2	180	2,20	125	3,50	7,50	7,35	16,50	8,40	24,90	T(1.40Pa); P(7.0Pa);
3	273	8,70	160	4,00	10,00	9,60	87,00	8,80	95,80	T(0.80Pa); P(8.0Pa);
4	361	4,35	160	4,50	14,00	12,15	60,90	0,70	61,60	T(0.70Pa);
5	449	8,70	200	4,00	10,00	9,60	87,00	10,70	97,70	T(0.70Pa); P(10.0Pa);
6	521	3,95	200	5,00	20,00	15,00	79,00	0,80	79,80	T(0.80Pa);
7	557	1,07	250	3,00	5,00	5,40	5,35	7,50	12,85	T(0.50Pa); P(7.0Pa);
8	578	1,70	250	3,50	7,50	7,35	12,75	3,52	16,27	T(0.80Pa); L(0.37);
9	841	2,50	250	4,50	14,00	12,15	35,00	0,80	35,80	T(0.80Pa);
10	1061	8,70	250	6,00	25,00	21,60	217,50	1,50	219,00	T(1.50Pa);
11	1061	1,80	250	6,00	25,00	21,60	45,00	25,92	70,92	Gr(1.20).
									Σ 341,99	

8.4. lentelė. Vėdinimo sistemos T2/I2 šalinamosios linijos aerodinaminė skaičiuotė.

T2/I2 šalinamoji linija										
Ruožo Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis $\rho_{din}$ , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
1	116	5,70	100	4,00	10,00	9,60	57,00	25,55	82,55	Skirst(22.00Pa); L(0.37);
2	188	4,88	125	3,50	7,50	7,35	36,60	4,50	41,10	T(1.50Pa); P(3.00Pa);
3	220	4,55	160	3,00	5,00	5,40	22,75	3,50	26,25	T(1.50Pa); P(2.00Pa);
4	236	1,24	160	3,50	7,50	7,35	9,30	1,50	10,80	T(1.50Pa);
5	506	0,40	250	3,00	5,00	5,40	2,00	8,00	10,00	K(5.00Pa); P(3.00Pa);
6	525	4,90	250	3,00	5,00	5,40	24,50	4,00	28,50	T(1.40Pa); 2L(0.37);
7	745	2,70	250	4,30	12,00	11,09	32,40	1,70	34,10	T(1.70Pa)
8	745	2,60	250	4,30	12,00	11,09	31,20	4,10	35,30	L(0.37).
									Σ 268,60	

8.5. lentelė. Vėdinimo sistemos T3/I3 tiekiamosios linijos aerodinaminė skaičiuotė.

Ruožo Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis p <sub>din</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
1	114	3,80	100	4,00	10,00	9,60	38,00	21,55	21,55	Skirst(18.00Pa); L(0.37);
2	228	3,00	125	5,00	20,00	15,00	60,00	1,40	10,70	T(0.70Pa); P(10.00Pa);
3	342	3,30	160	4,50	14,00	12,15	46,20	5,00	14,30	T(0.80Pa); L(0.37); P(9.00Pa);
4	414	2,05	200	3,50	7,50	7,35	15,38	5,89	8,80	T(0.80Pa); P(8.00Pa);
5	484	3,65	200	4,00	10,00	9,60	36,50	5,89	11,45	T(0.80Pa); 3L(0.37);
6	484	1,50	200	4,00	10,00	9,60	15,00	5,89	15,07	L(0.37); Gr(1.20);
								Σ	81,87	

8.6. lentelė. Vėdinimo sistemos T3/I3 šalinamosios linijos aerodinaminė skaičiuotė.

Ruožo Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis p <sub>din</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R <sub>xl</sub> +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12
1	114	3,40	100	4,00	10,00	9,60	34,00	27,55	61,55	Skirst(24.00Pa); L(0.37);
2	228	3,00	125	5,00	20,00	15,00	60,00	7,70	67,70	T(2.20Pa); P(5.00Pa);
3	342	2,40	160	4,50	14,00	12,15	33,60	6,40	40,00	T(2.40Pa); P(4.00Pa);
4	385	5,65	200	3,50	7,50	7,35	42,38	7,92	50,30	T(2.20Pa); L(0.37); P(3.00Pa);
5	385	2,60	200	3,50	7,50	7,35	19,50	14,26	33,76	2L(0.37); Gr(1.20);
								Σ	253,31	



**9 priedas.** T2/I2 (1061/745) sistemos medžiagų ir įrenginių kiekių žiniaraštis.

**4.1 lentelė.** Vėdinimo sistemos T1/I1 medžiagų ir įrenginių kiekių žiniaraštis.

Eil. Nr.	Pavadinimas, tipai	Markė*	Mato vnt.	Kiekis	Gamintojas	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7
<i>T2/I2 sistema, aptarnaujanti pagalbinių patalpų zoną</i>						
1	Oro tiekimo – šalinimo įrenginys uždarame izoliuotame korpuse su rotaciniu rekuperatoriumi ir pirminio bei antrinio šildymo sekcijomis. Tiekiamo/šalinamo oro kiekis 1061/745 m <sup>3</sup> /h. Su reguliuojamu pastatymo rėmu, montavimui patalpoje.	VS-21	kompl.	1,0	„VTS“	
<b>Įrenginį sudaro</b>						
1.1	Uždarymo vožtuvas su el. pavara	VS-21	kompl.	2,0	„VTS“	
1.2	Rotacinis rekuperatorius. Naudingumo koeficientas 0,80.	VS-21	kompl.	1,0	„VTS“	
1.3	Pirminio šildymo sekcija 1061 m <sup>3</sup> /h oro sušildymui nuo – 22 °C iki +18 °C, kai šilumnešis – vanduo t = 35 / 25 °C	VS-21	kompl.	1,0	„VTS“	
	Antrinio šildymo sekcija 1061 m <sup>3</sup> /h oro sušildymui nuo – 22 °C iki +18 °C, kai šilumnešis – vanduo t = 70 / 55 °C	VS-21	kompl.	1,0	„VTS“	
1.4	Oro valymo filtras G5 klasės	VS-21	vnt.	1,0	„VTS“	
1.5	Oro tiekimo ventiliatorius L = 1061m <sup>3</sup> /h, el. variklis N = 2,6kW su įmontuota termine apsauga, su greičio reguliavimu	VS-21	kompl.	1,0	„VTS“	
1.6	Oro valymo filtras G5 klasės	VS-21	vnt.	1,0	„VTS“	
1.7	Oro šalinimo ventiliatorius L = 745 m <sup>3</sup> /h, el. variklis N = 2,6kW su įmontuota termine apsauga, su greičio reguliavimu	VS-21	kompl.	1,0	„VTS“	
1.8	Elastingi intarpai	VS	kompl.	1,0	„VTS“	
1.9	Jungiamieji flanšai	VS	kompl.	1,0	„VTS“	
1.10	Reguliuojamas rėmas kameros montavimui ant grindų	VS-21	vnt.	1,0	-	
<b>Ortakiai iš cinkuotos skardos, sandarumo klasė „B” δ=0,6 mm,</b>						
2	Ortakis(d100)	ON-d100	m	83,0	Komfovent	
3	Ortakis(d125)	ON-d125	m	27,0	Komfovent	
4	Ortakis(d160)	ON-d160	m	11,0	Komfovent	
5	Ortakis(d200)	ON-d200	m	8,0	Komfovent	
6	Ortakis(d250)	ON-d250	m	16,0	Komfovent	
7	Triukšmo slopintuvas d250, 900mm ilgio.	AGS-250-50-900	vnt.	2,0	Komfovent	
8	Pereiga(d250-160)	PCT-250-160	vnt.	3,0	Komfovent	
9	Pereiga(d250-200)	PCT-250-200	vnt.	1,0	Komfovent	
10	Pereiga(d200-160)	PCT-200-160	vnt.	1,0	Komfovent	
11	Pereiga(d160-125)	PCT-160-125	vnt.	4,0	Komfovent	

12	Pereiga(d160-100)	PCT-160-100	vnt.	1,0	Komfovent	
13	Pereiga(d125-100)	PCT-125-100	vnt.	2,0	Komfovent	
14	Alkūnė (d100, 90 <sup>0</sup> )	AT-90-d100	vnt.	16,0	Komfovent	
15	Alkūnė (d125, 90 <sup>0</sup> )	AT-90-d125	vnt.	2,0	Komfovent	
16	Alkūnė (d250, 90 <sup>0</sup> )	AT-90-d250	vnt.	10,0	Komfovent	
17	Balninė atšaka(d100)	APT-100	vnt.	22,0	Komfovent	
18	Balninė atšaka(d250)	APT-250	vnt.	1,0	Komfovent	
	Trišakis 250-250-250	TRN 250-250	vnt.	1,0	Komfovent	
19	Oro srauto matavimo – reguliavimo sklendė apvaliems ortakiams d100	Iris	vnt.	25,0	Komfovent	
20	Oro srauto matavimo – reguliavimo sklendė apvaliems ortakiams d125	Iris	vnt.	3,0	Komfovent	
21	Oro tiekimo skirstytuvai	TFF 125 RAL9010	kompl.	6,0	Systemair	
22	Oro tiekimo skirstytuvai	TFF 100 RAL9010	kompl.	4,0	Systemair	
23	Oro tiekimo skirstytuvai	TFF 80 RAL9010	kompl.	6,0	Systemair	
24	Oro šalinimo skirstytuvai	EFF 200 RAL9010	kompl.	1,0	Systemair	
25	Oro šalinimo skirstytuvai	EFF 125 RAL9010	kompl.	1,0	Systemair	
26	Oro šalinimo skirstytuvai	EFF 100 RAL9010	kompl.	3,0	Systemair	
27	Oro šalinimo skirstytuvai	EFF 63 RAL9010	kompl.	6,0	Systemair	
28	Ugnį sulaikantis vožtuvas su išsilydančiu elementu, atsparumas ugniai EI 30 klasės. Komplekte papildomas išsilydantis elementas d250	UVA-30	vnt.	1,0	Komfovent	
29	Oro ėmimo grotelės su apsauga nuo kritulių ir apsauginiu tinkleliu	600x600	vnt.	1,0	Komfovent	
30	Oro šalinimo stogelis	D250	vnt.	1,0	Komfovent	
31	Ortaklių šiluminė izoliacija 50mm storio	Hvac	m <sup>3</sup>	0,2	Paroc	

## 10 priedas. T2/I2 sistemos įrengimo lokalinė sąmata.

SUDERINTA: \_\_\_\_\_ TŪKST.EUR.

TVIRTINU: \_\_\_\_\_ TŪKST.EUR.

ATSAKINGAS ATSTOVAS \_\_\_\_\_

ATSAKINGAS ATSTOVAS \_\_\_\_\_

2015 M. MĖN. D.

2015 M. MĖN. D.

### L O K A L I N Ė   S Ū M A T A

Sudaryta pagal 2014.03 kainas

**Statinių grupė    101 MBD**

**Statinyys            1 Prekybos centras Kauno mieste**

**Žiniaraštis         1 Vėdinimo sistema T2/I2**

2015.12.08

**Suma žiniaraščiui    12274,94 EUR**

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm.	Iš viso
<b>1    T2/I2</b>								
1	<b>N20P-0602</b>	Vėdinimo ir oro kondicionavimo įrenginių, kurių našumas iki 3000 m3/val. , montavimas , kai įrenginio našumas daugiau 1000 m3/val. iki 2000 m3/val.	vnt.	1,0	35,86	3534,2	15,59	3585,65
2	<b>N20P-0606</b>	Atraminų konstrukcijų vėdinimo ir oro kondicionavimo įrenginiams montavimas, tvirtinant prie grindų , kai konstrukcijos masė daugiau 40 kg iki 60 kg	kompl.	1,0	16,07	291,63	0,23	307,93

3	<b>N20-161</b>	Ortakiai iš 0,5mm cinkuotos skardos, kurių D iki 160mm k8=1.01	m2	46,32	292,87	685,65		978,52
4	<b>N20-162</b>	Ortakiai iš 0,5mm cinkuotos skardos, kurių D iki 200mm k8=1.01	m2	6,12	35,47	207,04		242,51
5	<b>N20-164</b>	Ortakiai iš 0,6mm cinkuotos skardos, kurių D nuo 225mm iki 315mm k8=1.01	m2	13,81	80,04	450,27		530,31
6	<b>N20-934</b>	Triukšmo slopintuvų montavimas apvaliuose ortakiuose, kurių ilgis iki 600 mm, o vidaus skersmuo iki 200 mm	vnt.	2,0	6,16	174,16	0,18	180,5
7	<b>N20-920</b>	Atšakos (balnelio) įpjovimas į tiesų ortakį, kai atšakos skersmuo iki 160 mm	vnt.	15,0	28,03	130,48	0,83	159,34
8	<b>N20-921</b>	Atšakos (balnelio) įpjovimas į tiesų ortakį, kai atšakos skersmuo iki 315 mm	vnt.	8,0	16,57	69,62	0,52	86,71
9	<b>N20-515</b>	Ugnį sulaikančių vožtuvų, kurių perimetras iki 1800mm, montavimas	vnt	2,0	12,17	219,38		231,55
10	<b>N20-498</b>	Oro skirstytuvo, kurio D iki 315mm, arba perimetras iki 1000mm, montavimas	vnt	27,0	118,65	244,42		363,07
11	<b>N20-924</b>	Vožtuvų, sklendžių, užkaišų montavimas apvaliuose ortakiuose, kurių skersmuo iki 160 mm	vnt.	27,0	54,88	259,8	1,75	316,43
12	<b>N20P-0103</b>	Alkūnių, pereigų ir trišakių montavimas, kai skersmuo iki 250 mm	vnt.	40,0	123,24	146,38	0,19	269,81

13	<b>N20P-0703</b>	Gobtuvų su apvaliais flanšais montavimas, kai gobtuvo jungties skersmuo daugiau 160 mm iki 315 mm k1=1.2, k2=1.2	vnt.	1,0	4,12	18,1	22,22	
14	<b>N20-507</b>	Įvairių tipų plieninių štampuotų žaliuzi grotelių, kurių plotas iki 1,0m2 šviesoje, montavimas k8=1.02	vnt	1,0	5,85	58,41	64,26	
15	<b>N26-39</b>	Plokščių ir kreivų karštų paviršių izoliavimas apvyniojamais mineralinės vatos dembliais k8=1.17	m3	0,2	7,26	31,73	38,99	
16	<b>D2-88</b>	Daugiakontūrinės automatinio reguliavimo sistemos derinimas,kai derinama iki 5 parametrų	vnt	1,0	399,69		399,69	
<b>Skyriuje 1</b>					1236,93	6521,27	19,29	7777,49
<b>Viso žiniaraštyje 1</b>					1236,93	6521,27	19,29	7777,49
		Papildomų medžiagų vertė 3.00%				195,64		
		Papildomų mechanizmų vertė 3.00%					0,58	
		Sezoniniai darbai 15.00% (0.00)						
		Specifiniai darbai 17.00%			5,43			
		Papildomas darbo užmokestis 8.00%(1236.93+5.43)			99,39			
				1341,75		6716,91	19,87	8078,53
		Soc.draudimo išlaidos 31.00%(1236.93+5.43+99.39)			415,94			
		<b>Statinio statybos išlaidos</b>			1757,69	6716,91	19,87	8494,47
		Statybvietės išlaidos 9.00%						764,5
		<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>						9258,97
		Pridėtinės išlaidos 30.00%(1236.93+5.43+99.39)						402,53
		Pelnas 5.00%(9258.97+402.53)						483,08
		<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>						885,61
						<b>Bendra vertė be PVM</b>		10144,58
		Pridėtinės vertės mokestis 21.00%						2130,36
						<b>Bendra vertė su PVM</b>		12274,94

T2/I2 sistemos įrengimo medžiagų poreikio žiniaraštis.

**MEDŽIAGŲ POREIKIO  
ŽINIARAŠTIS**

Sudaryta pagal 2014.03 kainas

**Statinių grupė 101 MBD**

**Statiny 1 Prekybos centras Kauno mieste**

**Žiniaraštis 1 Vėdinimo sistema T2/I2**

2015.12.08

Resurso kodas	Pavadinimas	Mato vnt	Kaina EUR	Kiekis	Vertė EUR
<b>1</b>	<b>METALAS</b>				
120002	Plieninė viela	t	895,682	0,0008	0,71
120021	Plieniniai lynai, d 4-12,5mm	m	1,935	40,0	77,4
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	1,938	2,20063	4,26
120049	Varžtai su veržlėmis (įvairūs)	kg	1,923	20,62978	39,67
120086	Plieninė juosta (šaltai valcuota)	t	729,608	0,00113	0,83
120314	Medsraigčiai su plastmasiniais įdėklais	vnt	0,113	10,0	1,13
120319	Kniedės	kg	1,923	0,421	0,81
220095	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	vnt	0,012	90,9465	1,09
260793	Atraminės konstrukcijos	t	1453,658	0,2	290,73
482671	Skridinėliai droseliniam vožtuvui	vnt	3,892	6,0	23,35
520314	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	kg	1,946	84,29465	164,04
			<b>Iš viso</b>		<b>604,02</b>
<b>3</b>	<b>BENDROSIOS STATYBINĖS MEDŽIAGOS</b>				
570289	Sandarinimo tarpikliai	kg	5,792	18,43656	106,78
			<b>Iš viso</b>		<b>106,78</b>
<b>4</b>	<b>APDAILOS MEDŽIAGOS</b>				
230413	Pasta sandarinimui	kg	14,727	0,01	0,15
			<b>Iš viso</b>		<b>0,15</b>
<b>6</b>	<b>SANTECHNINĖS MEDŽIAGOS</b>				

260184	Oro skirstytuvai	vnt	6,372	27,0	172,04
260186	Judančios arba nejudančios žaliuzi grotelės	vnt	57,924	1,0	57,92
260187	Ugniai atsparūs vožtuvai	vnt	57,924	2,0	115,85
260719	Movinės jungtys	vnt	14,481	4,0	57,92
260994	Apvalūs triukšmo slopintuvai	vnt	86,886	2,0	173,77
260997	Vėdinimo agregatai	vnt	3475,44	1,0	3475,44
261006	Atšakos, balneliai	vnt	8,689	23,0	199,85
261008	Vožtuvai, sklendės, užkaišai	vnt	9,557	27,0	258,04
483237	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,5mm storio, d iki 160mm	m2	11,295	46,32	523,18
483238	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,5mm storio, d iki 200mm	m2	17,956	6,12	109,89
483240	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,6mm storio, d 225-315mm	m2	21,032	13,81	290,45
484713	Fasoninės detalės ortakiams	vnt	2,896	40,0	115,84
484729	Gobtuvai su apval. flanšais	vnt	17,377	1,0	17,38
			<b>Iš viso</b>		<b>5567,57</b>
8	<b>MEDŽIO GAMINIAI</b>				
534005	Tašeliai 70mm st. (paprasti, 3 rūš.)	m3	195,537	0,0004	0,08
			<b>Iš viso</b>		<b>0,08</b>
9	<b>IZOLIACINĖS MEDŽIAGOS</b>				
260262	Min. vatos arba stiklo vatos dembliai	m3	146,548	0,206	30,19
342541	Polivinilchloridinė izoliacinė juosta	m	0,046	29,6	1,36
			<b>Iš viso</b>		<b>31,55</b>
12	<b>KITOS MEDŽIAGOS</b>				
120082	Statybiniai šoviniai	vnt	11,585	18,2241	211,13
			<b>Iš viso</b>		<b>211,13</b>
			<b>Iš viso</b>		<b>6521,28</b>

T2/I2 sistemos įrengimo mechanizmų poreikio žiniaraštis.

## MECHANIZMŲ POREIKIO ŽINIARAŠTIS

Sudaryta pagal 2014.03 kainas

**Statinių grupė**    **101 MBD**

**Statinys**        **1 Prekybos centras Kauno mieste**

**Žiniaraštis**    **1 Vėdinimo sistema T2/I2**

2015.12.08

Resurso kodas	Pavadinimas	Darbo val. kaina EUR	Darbo valandų skaičius	Vertė EUR
489131	Kranas	22,069	0,7	15,45
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	0,463	8,28	3,83
<b>Iš viso</b>				<b>19,28</b>



T2/I2 sistemos įrengimo darbo užmokesčio žiniaraštis.

**DARBO UŽMOKESČIO ŽINIARAŠTIS**

Sudaryta pagal 2014.03 kainas

**Statinių grupė 101 MAXIMA BBD**

**Statiny 1 Prekybos centras Kauno mieste**

**Žiniaraštis 1 Vėdinimo sistema T2/I2**

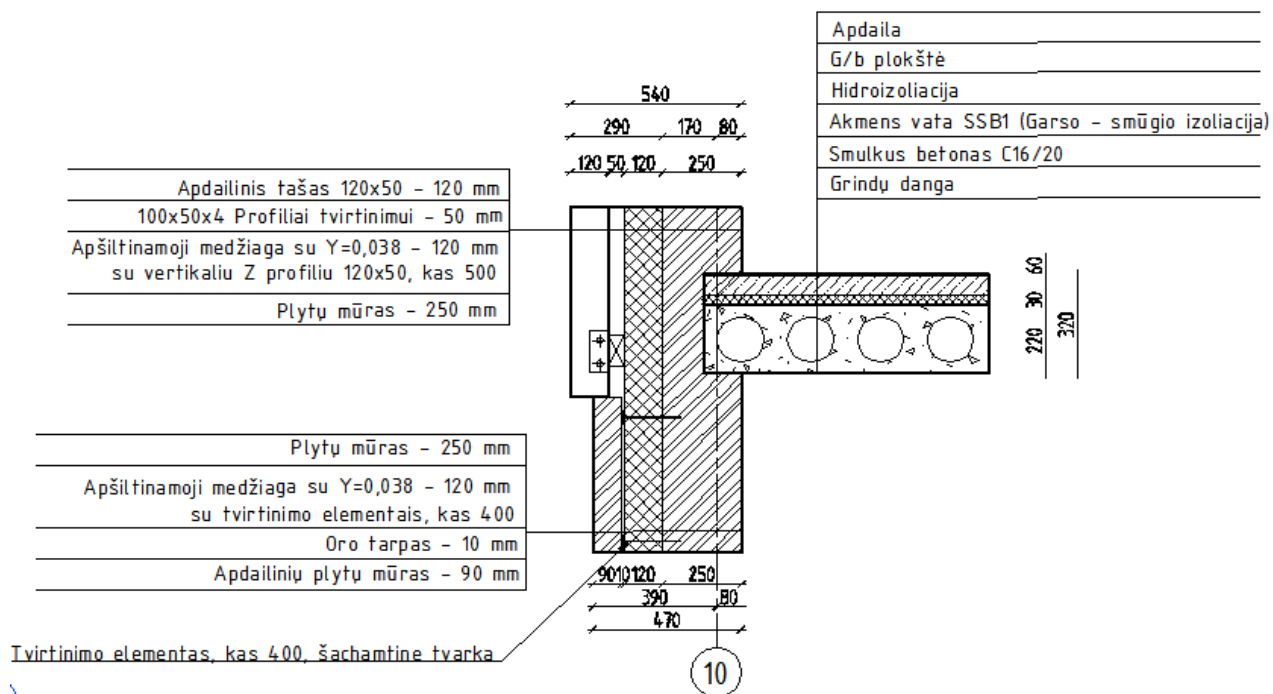
2015.12.08

Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Darbo sąnaudos žm./val.	Kategorija	Tarifinis atlygis	Darbo užmok. EUR
<b>1 T2/I2</b>								
1	<b>N20P-0602</b>	Vėdinimo ir oro kondicionavimo įrenginių, kurių našumas iki 3000 m <sup>3</sup> /val. , montavimas , kai įrenginio našumas daugiau 1000 m <sup>3</sup> /val. iki 2000 m <sup>3</sup> /val.	vnt.	1,0	7,1	4,0	5,05	35,86
2	<b>N20P-0606</b>	Atraminių konstrukcijų vėdinimo ir oro kondicionavimo įrenginiams montavimas, tvirtinant prie grindų , kai konstrukcijos masė daugiau 40 kg iki 60 kg	kompl.	1,0	3,4	3,5	4,73	16,07
3	<b>N20-161</b>	Ortakiai iš 0,5mm cinkuotos skardos, kurių D iki 160mm k8=1.01	m2	46,32	61,14	3,56	4,79	292,87
4	<b>N20-162</b>	Ortakiai iš 0,5mm cinkuotos skardos, kurių D iki 200mm k8=1.01	m2	6,12	7,41	3,56	4,79	35,47
5	<b>N20-164</b>	Ortakiai iš 0,6mm cinkuotos skardos, kurių D nuo 225mm iki 315mm k8=1.01	m2	13,81	16,71	3,56	4,79	80,04
6	<b>N20-934</b>	Triukšmo slopintuvų montavimas apvaliuose ortakiuose, kurių ilgis iki 600 mm, o vidaus skersmuo iki 200 mm	vnt.	2,0	1,22	4,0	5,05	6,16
7	<b>N20-920</b>	Atšakos (balnelio) įpjovimas į tiesų ortakį, kai atšakos skersmuo iki 160 mm	vnt.	15,0	5,55	4,0	5,05	28,03

8	<b>N20-921</b>	Atšakos (balnelio) įpjovimas į tiesų ortakį, kai atšakos skersmuo iki 315 mm	vnt.	8,0	3,28	4,0	5,05	16,57
9	<b>N20-515</b>	Ugnį sulaikančių vožtuvų, kurių perimetras iki 1800mm, montavimas	vnt	2,0	2,64	3,22	4,61	12,17
10	<b>N20-498</b>	Oro skirstytuvo, kurio D iki 315mm, arba perimetras iki 1000mm, montavimas	vnt	27,0	23,49	4,08	5,05	118,65
11	<b>N20-924</b>	Vožtuvų, sklendžių, užkaišų montavimas apvaliuose ortakiuose, kurių skersmuo iki 160 mm	vnt.	27,0	11,61	3,5	4,73	54,88
12	<b>N20P-0103</b>	Alkūnių, pereigų ir trišakių montavimas , kai skersmuo iki 250 mm	vnt.	40,0	24,4	4,0	5,05	123,24
13	<b>N20P-0703</b>	Gobtuvų su apvaliais flanšais montavimas, kai gobtuvo jungties skersmuo daugiau 160 mm iki 315 mm k1=1.2, k2=1.2	vnt.	1,0	0,82	4,0	5,05	4,12
14	<b>N20-507</b>	Įvairių tipų plieninių štampuotų žaliuzi grotelių, kurių plotas iki 1,0m <sup>2</sup> šviesoje, montavimas k8=1.02	vnt	1,0	1,27	3,22	4,61	5,85
15	<b>N26-39</b>	Plokščių ir kreivų karštų paviršių izoliavimas apvyniojamais mineralinės vatos dembliais k8=1.17	m3	0,2	1,62	3,1	4,48	7,26
16	<b>D2-88</b>	Daugiakontūrinės automatinio reguliavimo sistemos derinimas,kai derinama iki 5 parametrų	vnt	1,0	65,0	6,0	6,15	399,69
<b>Iš viso skyriuje 1</b>					<b>236,65</b>			<b>1236,93</b>
<b>Iš viso žiniaraštyje 1</b>					<b>236,65</b>			<b>1236,93</b>

## 11 priedas.

### Sienos konstrukcijos šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas



11.1 pav. Išorinės sienos konstrukcijos detalė

Atitvarų visuminė šiluminė varža  $R_f$  yra lygi visų atitvarų sudarančių sluoksnių šiluminių varžų sumai ( $R_{se} = R_{si}$ ). Išorinės sienos sluoksnių storis, šilumos laidumo koeficientas ir šiluminė varža pateikta 11.1 lentelėje.

11.1. lentelė. Sienos šiluminės varžos skaičiavimas

Eil. Nr.	Pavadinimas	Symbolis	Sluoksnių storis d, mm	Šil. laidumo koef. $\lambda$ , W/m·K	Sluoksnių šiluminė R, $m^2 \cdot K/W$
1	Išorinio paviršiaus šiluminė varža	$R_{se}$	-	-	0,13
2	Plytų mūras	$R_2$	250	0,70	0,36
3	Putų polistirolas		120	0,038	3,43
3	Oro tarpas	$R_3$	10	0,067	0,15
4	Apdailinių plytų mūras	$R_4$	90	0,70	0,13
Viso:					4,20

11.2. lentelė. Sienos šiluminės varžos skaičiavimas

Eil. Nr.	Pavadinimas	Simbolis	Sluoksniu storis d, mm	Šil.laidumo koef. $\lambda$ , W/m·K	Sluoksniu šiluminė R, m <sup>2</sup> ·K/W
1	Išorinio paviršiaus šiluminė varža	R <sub>se</sub>	-	-	0,13
2	Apdailinė plokštė	R <sub>2</sub>	120	0,042	2,85
3	Putų polistirolas		120	0,038	3,43
4	Apdailinių plytų mūras	R <sub>4</sub>	250	0,70	0,36
Viso:					6,77

Kadangi termoizoliaciniame sluoksnyje yra "Z" tipo profilis, jo šiluminis laidumas apskaičiuojamas:

$$\Delta U_{fn} = \frac{\alpha \cdot \lambda_{fn} \cdot n_{fn} \cdot A_{fn}}{d_{fn}} = \frac{0.8 \cdot 160 \cdot 2 \cdot 0.002}{0.2} = 0.025 \quad W/(m \cdot K) \quad (2.3)$$

$\alpha$  – struktūrinis daugiklis (0,8);

$\lambda_{fn}$  – metalinės jungties šilumos laidumo koeficientas, W/(m·K);

$n_{fn}$  – jungčių skaičius viename m<sup>2</sup>;

$A_{fn}$  – vienos jungties skerspjūvio plotas, m<sup>2</sup>;

$d_{fn}$  – skaičiuojamasis jungties ilgis, prilygintas termoizoliacinio sluoksniu storiui, m.

Šilumos perdavimo koeficientas:

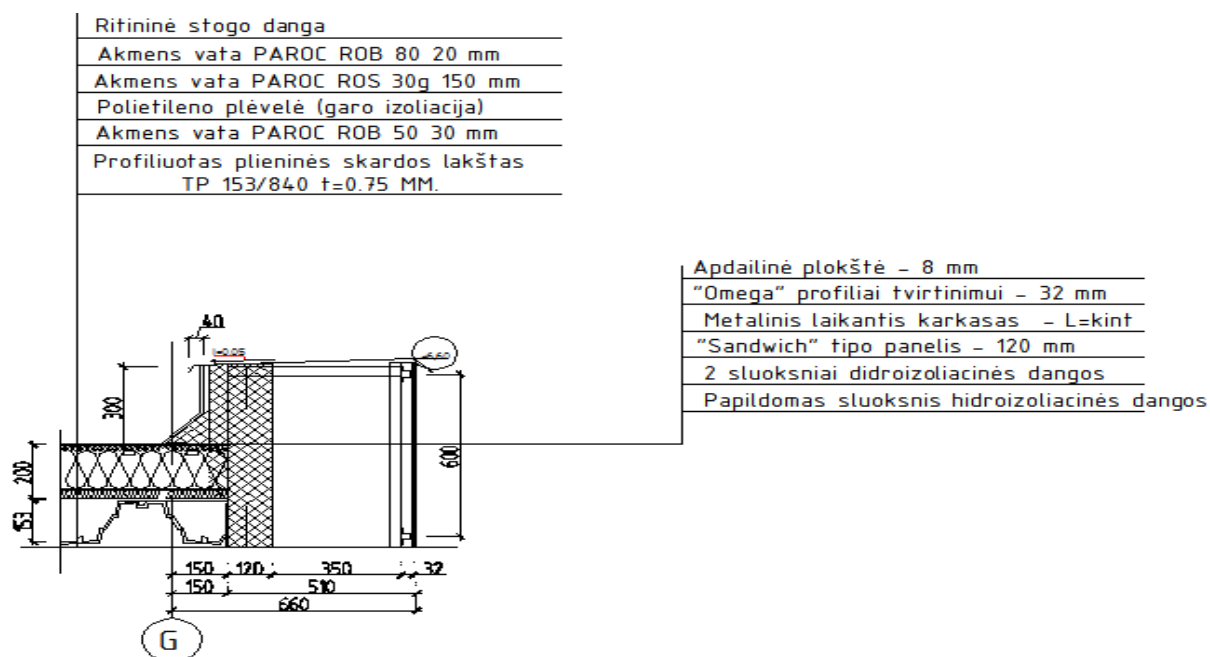
$$U_1 = \frac{1}{R_f} + \Delta U_{fn} = \frac{1}{4,20} + 0,025 = 0,24 \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$U_2 = \frac{1}{R_f} + \Delta U_{fn} = \frac{1}{6,77} + 0,025 = 0,17 \quad W/(m^2 \cdot K)$$

Skaičiuojant šilumos nuostolius bus priimama, kad visos sienos yra vieno tipo, o jų šilumos laidumo koeficientas lygus  $U_1$  ir  $U_2$  šilumos perdavimo koeficientų aritmetiniam vidurkiui, t.y. 0,21 W/(m<sup>2</sup>K).

### Stogo šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

11.2 pav. Sutapdinto stogo pjūvis



11.3 lentelė. Stogo šiluminės varžos skaičiavimas

Eil. Nr.	Pavadinimas	Simbolis	Sluoksnio storis d, mm	Šil.laidumo koef. $\lambda$ , W/m·K	Sluoksnio šiluminė R, m <sup>2</sup> ·K/W
	Išorinio paviršiaus šiluminė varža	$R_{se}$	-	-	0,04
1	Hidroizoliacija	$R_1$	-	-	0,02
2	PAROC akmens vata ROB80	$R_2$	20	0,038	0,53
3	PAROC akmens vata ROS 30g	$R_3$	150	0,036	4,17
4	Garų izoliacija	$R_4$	-	-	0,04
5	PAROC akmens vata ROB 50	$R_5$	30	0,038	0,79
6	Profiliuotas plieninės skardos lakštas	$R_6$	153	2,5	0,07
	Vidinio paviršiaus šiluminė varža	$R_{si}$	-	-	0,10
Viso:					5,76

Pastaba: Stogo hidroizoliacijos sluoksnis priimamas, kaip plonas sluoksnis, glaudžiai prispaustas prie vienos iš atitvaros konstrukcijos paviršių.

Stogo konstrukcijoje įvertinamas akmens vatos tvirtinimo detales šilumos perdavimo koeficientas:

$$\Delta U_{fn} = \frac{0.4 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 0.001}{0.22} = 0.018 \quad W/(m \cdot K)$$

Šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R_f} + \Delta U_{fn} = \frac{1}{5,76} + 0,018 = 0,19 \quad W/(m^2 \cdot K)$$

### Grindų šiluminės varžos ir šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

Grindų ant grunto esant gerai apšiltintoms grindims šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$U_0 = \frac{2\lambda_{gr}}{\pi B' + d_t} \ln \left( \frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1 \right) \quad (2.4)$$

$B'$  – būdingasis grindų matmuo, apskaičiuojamas taip:

$$B' = \frac{A}{0,5 \cdot P} \quad (2.5)$$

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

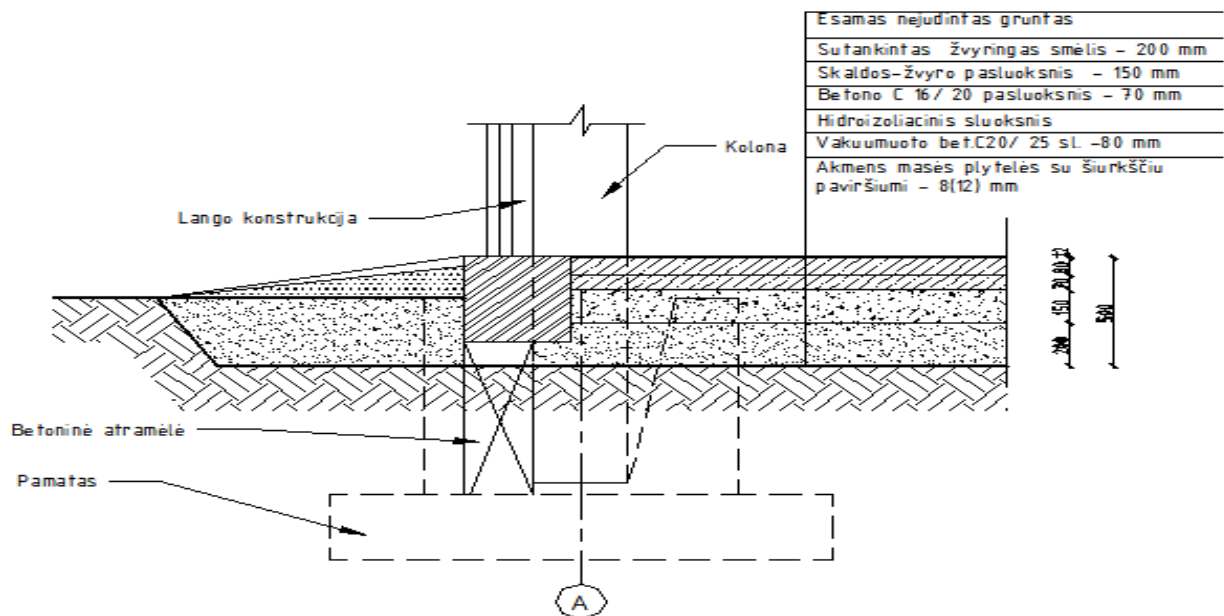
$P$  – grindų perimetras, m.

$\lambda_{gr}$  – grunto projektinis šilumos laidumo koeficientas,  $W/(m \cdot K)$ ;

$d_t$  – atstojamasis grindų plokštės storis, išreikštas grunto sluoksnio storiu, m

$$d_t = w + \lambda_{gy} \cdot (R_{se} + R_f + R_{si}) \quad (2.6)$$

$w$  – grindis ribojančios sienos storis



11.3 pav. Grindų konstrukcijos pjūvis

11.4 lentelė. Grindų šiluminės varžos skaičiavimas

Eil. Nr.	Pavadinimas	Simbolis	Sluoksnio storis d, mm	Šil.laidumo koef. λ, W/m·K	Sluoksnio šiluminė R, m <sup>2</sup> ·K/W
	Vidinio paviršiaus šiluminė varža	R <sub>si</sub>	-	-	0,17
1	Grindų danga ( plytelės)	R <sub>1</sub>	-	-	0,015
2	Armuotas betonas	R <sub>2</sub>	70	2,5	0,028
3	Skiriamasis sluoksnis	R <sub>3</sub>	-	-	0,04
4	PAROC GRS	R <sub>4</sub>	100	0,035	2,85
5	Sutankintas gruntas	R <sub>5</sub>	350	0,46	0,44
	Išorinio paviršiaus šiluminė varža	R <sub>se</sub>	-	-	0,04
Viso:					3,58

$$d_t = 5,89m$$

$$B' = \frac{941,31}{0,5 \cdot 155,34} = 12,12$$

Kadangi  $dt < B'$ , tai grindų šilumos perdavimo koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę:  $U_0 = \frac{2\lambda_{gr}}{\pi B' + d_t} \ln\left(\frac{\pi \cdot B'}{d_t} + 1\right) = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 12,12 + 5,89} \ln\left(\frac{3,14 \cdot 12,12}{5,89} + 1\right) = 0,20$  W/(m<sup>2</sup>K)

## 12 priedas. Modeliavimas kompiuterinėmis programomis

12.1. paveikslėlis. Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametru modeliavimo „Danfoss Coolselector2“ programa pavyzdys (šaltnešių kondensacijos temperatūra yra 308K (35°C))

Coolselector2 - Untitled.csprj

File Options Tools About

Selected component: [Copy] [Rename] [Delete] Screen dump: [Print] [Copy]

Report \* Line 1 + New

**Dry - Liquid line**

Refrigerant: R404A

Products

- Control and Regulatin...
- Solenoid valves
- Check valves
- Stop and shut off valves
- Electronic expansi...
- Thermostatic expansion ...
- Manual expansi...
- Distributor
- Float expansion valves

Product families

Operating conditions:

Capacity: 1,000 kW

Cooling capacity: 1,000 kW

Mass flow in line: 30,27 kg/h

Heating capacity: 1,331 kW

Evaporation:

Temperature: -10,0 °C

Useful superheat: 5,0 K

Additional superheat: 0 K

Condensation:

Bubble point temperature: 35,0 °C

Subcooling: 2,0 K

Additional subcooling: 0 K

Additional:

[Discharge temperature] 17,5 °C

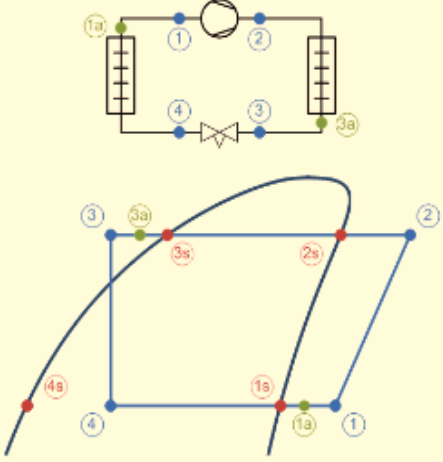
Selection criteria:

Connection: DIN EN Butt weld Size: DIN EN 25 (L) Velocity: 0,01 m/s

Condenser | Evaporator

Performance curve | Performance details

System performance details | Component performance details



Point	Description	Temperature [°C]	Pressure [bar]	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Enthalpy [kJ/kg]	Entropy [kJ/(kg·K)]
1	Compressor suction	-2,0	4,342	21,05	367,6	1,630
2	Compressor discharge	57,5	16,24	73,22	106,9	1,675
2s	Condensation dew point	35,4	16,24	88,31	379,5	1,589
3s	Condensation bubble point	35,0	16,24	994,2	251,9	1,589
3a	Condenser out	33,0	16,24	1005	248,7	1,165
3	Including additional subcooling	33,0	16,24	1005	248,7	1,165
4	After expansion valve	-10,4	4,342	59,12	248,7	1,187
4a	Evaporation bubble point	-10,6	4,342	1190	185,6	0,9468
1s	Evaporation dew point	-10,0	4,342	22,05	300,1	1,611
1a	Evaporator out	-2,0	4,342	21,05	367,6	1,630



12.2. paveikslėlis. Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametų modeliavimo „Emerson Select 7.10“ programa pavyzdys (šaltnešių kondensacijos temperatūra yra 308K (35<sup>0</sup>C), o projekcinės maisto vėsinimo sistemų galios – 80kW)

The screenshot displays the Emerson Select 7.10 software interface. The main window title is "Select 7.10". The menu bar includes "File", "Preferences", "View", "Tools", "Go on line", and "Help".

**Refrigerant Settings:**

- Refrigerant: R404A
- Dew Point: (dropdown)
- Power Supply: 50 Hz (selected), 60 Hz (radio button)
- 380/420V - 3~ - 50Hz (dropdown)
- Speed Hz: 50

**Requirement Settings:**

- Requirement: 80.00 kW
- Manual selection: (radio button)
- All Models (dropdown)

**Operating Parameters:**

- Evaporating Temperature °C: -10.00
- Useful Superheat 100% (dropdown)
- Suction Superheat K: 10.00
- Condensing Temperature °C: 35.00
- Subcooling K: 2.00

**Standards:**

- EN (selected)
- AHRI (radio button)

**Compressors Section:**

- Compressors | Condensing Units | Components
- 6MM-30X [INV]
- Copeland Scroll

**Performance Data Table:**

Performance	Tables	Envelope	Drawing	Selection list	Print/Export	Technical Data	Accessories	Motor Codes	Technical Notes
PERFORMANCE AT SPECIFIED POINT	-10.0 / 35.0 °C								
Compressor	6MM-30X [INV]								
Speed Hz	55.0								
Capacity kW	80.30								
Power Input kW	27.60								
COP	2.90								
Current 400V A	42.73								
Mass Flow m <sup>3</sup> /s	661.00								
Isentropic Efficiency %	66.23								
Heat Rejection kW	104.50								

**Stream Selection:**

- Stream: Copeland
- 5-Series (checkbox)
- Discus (checkbox)
- Discus Digital (checkbox)
- Z-Scroll (checkbox)
- Service Compressor (checkbox)
- Copeland previous generation (checkbox)

**Footer:**

Version 7.10 / 41936 (10/14) | Units: S.I. Data are subject to change

12.3. paveikslėlis. Maisto vėsinimo sistemų veikimo parametrų modeliavimo „Emerson Select 7.10“ programa pavyzdys (šaltnešių kondensacijos temperatūra yra 308K (35<sup>0</sup>C), o projekcinės maisto vėsinimo sistemų galios – 80kW)

Annual Running Cost - Details

6MM-30X [INV] R410A Dew Point

Location EU - Vilnius  
 Condensing above Ambient 5,0 K  
 Electricity Cost per kWh 0,12€  
 Night Electricity Cost per kWh 0,12€

Seasonal Efficiency 2,905  
 Annual Running Cost 23 510,81€

Model	Seasonal Efficiency
6MM-30X [INV]	2.90
6MD-45X [INV]	2.94
6MT-35X [INV]	2.92
6MK-50X [INV]	2.81
6MU-40X [INV]	2.82

Ambient °C	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
Cond. Temp. °C	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Capacity kW	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25
Power kW	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63
<b>Day</b>											
Hours	30	53	195	467	806	736	576	843	711	250	28
Load	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
% Run Time	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7
Capacity x Hours	2400	4240	5600	7360	4180	8890	0080	7440	6890	0000	2240
Input kWh	826	1460	5371	2862	2199	0271	7241	3218	9582	6885	771
Heat Rejection kWh	3122	5515	0292	8597	3874	6590	5143	7725	3988	6016	2914
<b>Night</b>											
Hours	22	64	175	529	855	649	786	650	250	34	1
Load	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4
% Run Time	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5	66.5
Capacity x Hours	1174	3415	9338	8277	5623	4631	1941	4684	3340	1814	53
Input kWh	404	1176	3215	9718	5707	1922	4439	1941	4593	625	18
Heat Rejection kWh	1527	4442	2147	6718	9345	5047	4556	5116	7352	2360	69

Press F1 for help

**14 priedas. Nagrinėjamų schemų įrengimo sąmatos**

**Sąmata nr. 14.1.** Pirmosios nagrinėjamos šilumos atgavimo schemos (schema nr.1.3., žr. 16p.) įrengimo sąmata, apskaičiuota SISTELA kompiuteriniu paketu

**LOKALINĖ SĄMATA**

**Statinių grupė 2015-05-05 Tiriamasis darbas**

**Statinyys 1 Prekybos centro Nr.1 šilumos nuvedimo nuo šaldytuvų kompresorių sistema**

**Žiniaraštis 1 Šilumos nuvedimo sistemos dalis "Iki akumuliacinės talpos"**

202015.12.08		Suma žiniaraščiui 309.65 EUR						
Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso
<b>1 Varinis vamzdynas su fasoninėmis dalimis</b>								
1	<b>N16P-0401</b>	Vandentiekio, šildymo vamzdynų iš varinių vamzdžių (su izoliaciniais kevalais) tiesimas, tvirtinant prie konstrukcijų (vamzdžio išorinis skersmuo daugiau 22 mm iki 54 mm)	m	20,0	59,05	84,56	0,64	144,25
2	<b>N16-61</b>	Movinių ventilių, čiaupų, vožtuvų, kurių D iki 50mm, prijung. k1=1.1	vnt	5,0	12,63	35,46		48,09
<b>Skyriuje 1</b>					71,68	120,02	0,64	192,34
<b>Viso žiniaraštyje 1</b>					71,68	120,02	0,64	192,34

Papildomų medžiagų vertė 5.00%		6,0		
	71,68	126,02	0,64	198,34
Soc.draudimo išlaidos 31.00%(71.68)	22,22			
<b>Statinio statybos išlaidos</b>	93,9	126,02	0,64	220,56
Statybvietės išlaidos 4.00%				8,82
<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>				229,38
Pridėtinės išlaidos 20.00%(71.68)				14,34
Pelnas 5.00%(229.38+14.34)				12,19
<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>				26,53
			<b>Bendra vertė be PVM</b>	255,91
Pridėtinės vertės mokestis 21.00%				53,74
			<b>Bendra vertė su PVM</b>	309,65

## L O K A L I N Ė   S A M A T A

**Statinių grupė 2015-05-05 Tiriamasis darbas**

**Statinys            1 Prekybos centro Nr.1 šilumos nuvedimo nuo šaldytuvų kompresorių sistema**

**Žiniaraštis        2 Šilumos nuvedimo sistemos dalis "Akumuliacinės talpos aprišimas"**

202015.12.08		Suma žiniaraščiui 3136.47 EUR						
Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso
2		Šilumos nuvedimo sistemos dalis "Akumuliacinės talpos aprišimas"						

1	<b>N16P-0101</b>	Vandentiekio, šildymo, dujotiekio vamzdynų iš plieninių vamzdžių tiesimas, tvirtinant prie konstrukcijų (vamzdžio išorinis skersmuo daugiau 22 mm iki 40 mm)	m	12,0	29,84	35,19	0,39	65,42
2	<b>N26P-0101</b>	Vamzdyno vamzdžių izoliavimas folija padengtais kevalais, kai vamzdžio išorinis skersmuo iki 35 mm	100m	0,12	8,73	27,74		36,47
3	<b>N16-61</b>	Movinių ventilių, čiaupų, vožtuvų, kurių D iki 50mm, prijung.	vnt	9,0	20,67	45,82		66,49
4	<b>N16P-0803</b>	Matavimo prietaisų montavimas, privirinant prievamzdžius (termometrai, manometrai, termomanometrai) k8=1.02	vnt.	2,0	5,18	20,22	0,05	25,45
5	<b>N16P-1208</b>	Membraninių išsiplėtimo indų montavimas, kai išsiplėtimo indo talpa daugiau 75 l iki 100 l	vnt.	1,0	6,22	100,93		107,15
6	<b>N16P-1207</b>	Akumuliacinių talpų montavimas, kai akumuliacinės talpos tūris daugiau 1,0 m <sup>3</sup> iki 2,0 m <sup>3</sup>	vnt.	1,0	58,02	1449,04	9,77	1516,83
7	<b>N16P-0701</b>	Cirkuliacinių siurblių su movinėmis jungtimis montavimas	vnt.	1,0	7,1	130,88	0,08	138,06
8	<b>88001001</b>	Plieninio vamzdyno fasoninės dalys	kompl.	1,0		12,0		12,0
9	<b>N22-237</b>	Vamzdynų D 100mm praplovimas be dezinfekcijos k9=1.15	km	0,032	4,69			4,69

10	<b>N22P-0701</b>	Vamzdynų iki 400 mm skersmens hidraulinis bandymas , kai vamzdžių skersmuo iki 65 mm	100m	0,32	15,42		7,34	22,76
11	<b>D2-88</b>	Daugiakontūrinės automatinio reguliavimo sistemos derinimas,kai derinama iki 5 parametrų	vnt	1,0	65,0			65,0
<b>Skyriuje 2</b>					220,87	1821,82	17,63	2060,32
<b>Viso žiniaraštyje 2</b>					220,87	1821,82	17,63	2060,32
		Papildomų medžiagų vertė 3.00%				54,65		
		Papildomų mechanizmų vertė 3.00%					0,53	
		Sezoniniai darbai 15.00% (4.69)		0,7				
		Specifiniai darbai 17.00%		0,1				
		Papildomas darbo užmokestis 8.00%(220.87+0.70+0.10)		17,73				
				239,4	1876,47		18,16	2134,03
		Soc.draudimo išlaidos 31.00%(220.87+0.70+0.10+17.73)		74,21				
		<b>Statinio statybos išlaidos</b>		313,61	1876,47		18,16	2208,24
		Statybviėtės išlaidos 8.00%						176,66
		<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>						2384,9
		Pridėtinės išlaidos 35.00%(220.87+0.70+0.10+17.73)						83,79
		Pelnas 5.00%(2384.90+83.79)						123,43
		<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>						207,22
							<b>Bendra vertė be PVM</b>	2592,12
		Pridėtinės vertės mokestis 21.00%						544,35
							<b>Bendra vertė su PVM</b>	3136,47

Sąmata nr. 14.2. Antrosios nagrinėjamos šilumos atgavimo schemos (schema nr.1.2., žr. 14p) įrengimo sąmata, suskaičiuota SISTELA kompiuteriniu paketu

## L O K A L I N Ė   S A M A T A

Statinių grupė 2015-05-05 Tiriamasis darbas

Statinys            2 Prekybos centro Nr.2 šilumos nuvedimo nuo šaldytuvų kompresorių sistema

Žiniaraštis        2 Šilumos nuvedimo sistemos dalis "Akumuliacinės talpos aprišimas"

202015.12.08		Suma žiniaraščiui 12247.87 EUR						
Sąm. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vnt	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizmai	Iš viso
<b>2 Šilumos nuvedimo sistemos dalis "Akumuliacinės talpos aprišimas"</b>								
1	<b>N16P-0101</b>	Vandentiekio, šildymo, dujotiekio vamzdynų iš plieninių vamzdžių tiesimas, tvirtinant prie konstrukcijų (vamzdžio išorinis skersmuo daugiau 22 mm iki 40 mm)	m	40,0	99,46	117,3	1,29	218,05
2	<b>N26P-0101</b>	Vamzdyno vamzdžių izoliavimas folija padengtais kevalais, kai vamzdžio išorinis skersmuo iki 35 mm	100m	0,4	29,1	147,26		176,36
3	<b>N16-61</b>	Movinių ventilių, čiaupų, vožtuvų, kurių D iki 50mm, prijung.	vnt	23,0	52,83	117,09		169,92
4	<b>N16P-0803</b>	Matavimo prietaisų montavimas, privirinant prievamzdžius (termometrai, manometrai, termomanometrai)	vnt.	8,0	20,72	80,87	0,18	101,77

5	<b>N16P-1208</b>	Membraninių išsiplėtimo indų montavimas , kai išsiplėtimo indo talpa daugiau 75 l iki 100 l	vnt.	1,0	6,22	100,93		107,15
6	<b>N16P-1207</b>	Akumuliacinių talpų montavimas , kai akumuliacinės talpos tūris daugiau 1,0 m3 iki 2,0 m3	vnt.	1,0	58,02	1449,04	9,77	1516,83
7	<b>N16P-1207</b>	Akumuliacinių talpų montavimas , kai akumuliacinės talpos tūris daugiau 0,45 m3 iki 0,60 m3	vnt.	1,0	34,19	703,59	7,92	745,7
8	<b>N16P-0701</b>	Cirkuliacinių siurblių su movinėmis jungtimis montavimas	vnt.	2,0	14,2	261,76	0,17	276,13
9	<b>88001001</b>	Plieninio vamzdyno fasoninės dalys	kompl.	1,0		40,0		40,0
10	<b>N16P-0805</b>	Vandens skaitiklių su movinėmis jungtimis montavimas ( jungties skersmuo iki 25 mm)	vnt.	1,0	2,83	30,17	0,06	33,06
11	<b>N22-237</b>	Vamzdynų D 100mm praplovimas be dezinfekcijos	km	0,032	4,69			4,69
12	<b>N22P-0701</b>	Vamzdynų iki 400 mm skersmens hidraulinis bandymas , kai vamzdžių skersmuo iki 65 mm	100m	0,32	15,42		7,34	22,76
13	<b>D2-88</b>	Daugiakontūrinės automatinio reguliavimo sistemos derinimas,kai derinama iki 5 parametrų	vnt	1,0	65,0			65,0
14	<b>N18-100</b>	Vėdinimo įrenginio aprišimo mazgo montavimas	kompl.	2,0	26,7	2056,88		2083,58
15	<b>88001002</b>	Vėdinimo įrenginio pabrangimas dėl montuojamos pirminio šildymo sekcijos	kompl.	2,0		3000,0		3000,0



<b>Skyriuje 2</b>	429,38	8104,89	26,73	8561,0
<b>Viso žiniaraštyje 2</b>	429,38	8104,89	26,73	8561,0
Papildomų medžiagų vertė 5.00%		405,24		
	429,38	8510,13	26,73	8966,24
Soc.draudimo išlaidos 31.00%(429.38)	133,11			
<b>Statinio statybos išlaidos</b>	562,49	8510,13	26,73	9099,35
Statybvietsės išlaidos 5.00%				454,97
<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>				9554,32
Pridėtinės išlaidos 20.00%(429.38)				85,88
Pelnas 5.00%(9554.32+85.88)				482,01
<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>				567,89
			<b>Bendra vertė be PVM</b>	10122,21
Pridėtinės vertės mokestis 21.00%				2125,66
			<b>Bendra vertė su PVM</b>	12247,87