



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**Ovidijus Kundrotas**

**ŽEMĖS ŪKIO PASKIRTIES PASTATŲ MIKROKLIMATO  
PARAMETRŲ TYRIMAS IR INŽINERINIŲ SISTEMŲ  
PROJEKTAVIMAS**

Magistro baigiamasis darbas

**Vadovas**

Lekt. dr. Juozas Vaičiūnas

**KAUNAS, 2016**

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

TVIRTINU

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

**ŽEMĖS ŪKIO PASKIRTIES PASTATŲ MIKROKLIMATO  
PARAMETRŲ TYRIMAS IR INŽINERINIŲ SISTEMŲ  
PROJEKTAVIMAS**

Magistro baigiamasis darbas  
Pastatų inžinerinės sistemos (kodas M6056L21)

**Vadovas**

(parašas) Lekt. dr. Juozas Vaičiūnas  
(data)

**Recenzentas**

(parašas) .....  
(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Ovidijus Kundrotas  
(data)

**KAUNAS, 2016**

Darbą atliko SPM-4 gr.  
studentas:

Ovidijus Kundrotas

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Darbo vadovas:

Juozas Vaičiūnas

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Katedros vedėjas:

doc. Andrius Jurelionis

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

Gitana Šukaitytė

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Grafinė dalis

Valdas Paukštys

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

Ekonominė dalis

Odeta Viliūnienė

*vardas, pavardė*

*parašas, data*

**MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO  
UŽDUOTIS**

## PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

**Patvirtinu**, kad parengtas magistro baigiamasis darbas

„Žemės ūkio paskirties pastatų mikroklimato parametrų tyrimas ir inžinerinių sistemų  
projektavimas“  
(įrašyti pavadinimą)

- atliktas savarankiškai ir nebuvo kaip visuma pateiktas jokiam dėstomajam dalykui 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)

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

Magistro baigiamasis darbas

ŽEMĖS ŪKIO PASKIRTIES PASTATŲ MIKROKLIMATO PARAMETRŲ TYRIMAS IR  
INŽINERINIŲ SISTEMŲ PROJEKTAVIMAS

Ovidijus Kundrotas

### **ANOTACIJA**

Baigiamajame magistro darbe suprojektuotos pieno bloko pastato šildymo, vėdinimo sistemos. Darbo tikslas buvo apskaičiuoti ir parinkti tinkamas medžiagas inžinerinių sistemų įrengimui. Buvo apskaičiuoti pastato šilumos nuostoliai, oro kiekiai patalpų vėdinimui, hidrauliniai ir aerodinaminiai slėgio nuostoliai.

Tiriamojame dalyje atliktas šildymo ir vėdinimo sistemos vertinimas, atlikti drėgmės ir temperatūros matavimai „HOBO“ jutikliais, modeliavimo programa „Flovent 10.1“ sukurti patalpos modeliai, kuriais remiantis buvo parinktos efektyvesnės šildymo ir vėdinimo sistemos.

Suprojektuotoms sistemoms parinkti reikalingi įrenginiai ir medžiagos. Ekonominėje dalyje suskaičiuota šildymo sistemos įrengimo kaina. Projektavimas atliktas remiantis galiojančiais statybos techniniais reglamentais, higienos normomis ir kita įstatymine baze.

Reikšminiai žodžiai:

Šildymas, šilumos nuostoliai, vėdinimas, HOB0 jutikliai.

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

Master final work

**MICROCLIMATE PARAMETERS ANALYSIS AND ENGINEERING SYSTEMS  
DESIGN OF AGRICULTURAL BUILDINGS**

Ovidijus Kundrotas

### **SUMMARY**

The master thesis is based on heating, ventilation systems for dairy complex design. The aim of the work was to assess and select appropriate materials for engineering systems. In this master thesis the heat loss, air ventilation in the room, hydraulic pressure and aerodynamic losses were calculated, according the research results.

The research of the work was based on heating and ventilation system evaluation, humidity and temperature measurements with "HOBO" sensors were performed. The simulation program „Flovent 10.1” was used to create space models, which were selected on the basis of a more efficient heating and ventilation system.

According to designed systems there were selected the suitable equipment, materials and the cost of heating system installation were calculated in the economic part of the research. The design was made according to applicable building regulations, hygiene standards and other legislation norms.

Keywords:

Heating, heat losses, ventilation, HOBO sensors.

# Turinys

ĮVADAS .....	10
AIŠKINAMASIS RAŠTAS .....	11
1. STATYBOS TEISĖS IR REGLAMENTAVIMO SĄLYGOS .....	11
1.1. Esminiai statinio reikalavimai .....	11
1.2. Normatyviniai statybos techniniai dokumentai .....	11
1.3. Reikalavimai projektuojamoms inžinerinėms sistemoms .....	11
2. ACHITEKTŪRINĖ DALIS .....	13
2.1. Bendrosios žinios apie pastatą .....	13
2.2. Sklypo planas .....	13
2.3. Statinio techniniai rodikliai .....	13
2.4. Pastato architektūriniai sprendiniai .....	14
2.5. Pastato konstrukciniai sprendiniai .....	14
2.6. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientai .....	14
3. TIRIAMOJI DALIS .....	16
3.1. Tyrimo objekto aprašymas .....	16
3.2. Esamos padėties aprašymas .....	16
3.3 Tyrimo objekto problematika .....	18
3.4 Tyrimas .....	19
3.4.1 Pirmasis etapas .....	19
3.4.2 Antrasis etapas .....	24
3.4.3 Trečiasis etapas .....	29
3.4.4 Gautų matavimo rezultatų įvertinimas .....	32
3.4.5 Tyrimo apibendrinimas .....	38
3.4.6 Išvados .....	39
4. PROJEKTAVIMO DALIS .....	40
4.1. Šildymo dalis .....	40
4.1.1. Aiškinamasis raštas .....	40



4.1.2. Projektinės sąlygos .....	40
4.1.3. Šilumos nuostolių skaičiavimas .....	41
4.1.4. Projektinė šilumos šaltinio galia.....	42
4.1.5. Šildymo prietaisų skaičiavimas ir parinkimas .....	42
4.1.5. Šildymo kaloriferių parinkimas (prie oro tiekimo ventiliatorių) .....	43
4.1.6. Šildymo sistemos hidraulinė skaičiuotė .....	43
4.1.7. Šildymo sistemos pagrindinių įrenginių parinkimas .....	44
4.1.8. Katilinės projektavimas .....	44
4.1.9. Sąnaudų kiekių žiniaraštis .....	45
4.2. Vėdinimo dalis.....	46
4.2.1. Aiškinamasis raštas .....	46
4.2.2. Oro kiekiai patalpų vėdinimui .....	47
4.2.3. Oro tiekimo difuzorių parinkimas .....	49
4.2.4. Oro šalinimo difuzorių parinkimas.....	50
4.2.5. Aerodinaminių nuostolių sistemoje skaičiavimas .....	51
4.2.6. Vėdinimo sistemos įrenginių parinkimas .....	53
4.2.7. Natūralaus vėdinimo sistema (pieno blokui vasaros metu).....	53
4.2.8. Natūralaus vėdinimo sistema (katilinės ir generatorinės patalpos) .....	54
5. TECHNOLOGINĖ– ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖ DALIS .....	55
5.1. Šildymo sistemos technologinė dalis.....	55
5.1.1. Medžiagų ir gaminių charakteristikos .....	55
5.2. Ekonominė dalis .....	56
IŠVADOS.....	58
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	59
Priedai.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## IVADAS

Pastatams reikalinga užtikrinti tinkamas eksploataavimo sąlygas, kad naudojimo laikotarpiu būtų užtikrinami projektiniai konstrukcijų, inžinerinių sistemų parametrai. Dideliems objektams, tokiems kaip žemės ūkio kompleksai svarbu ne tik parinkti tinkamas medžiagas, kurios bus naudojamos agresyvioje aplinkoje, bet ir palaikyti normuojamus mikroklimato parametrus, užtikrinančius komfortinę aplinką gyvuliams ir dirbančiam personalui. Tinkamam mikroklimatui patalpoje palaikyti būtina atsižvelgti į pastato viduje susidarančius teršalus, taip pat žinoti kokie technologiniai procesai bus vykdomi patalpoje. Pagal šiuos kriterijus galima parinkti inžinerines sistemas, kurios būtų efektyvios ir ekonomine prasme pagal savo įrengimo kainą atitiktų kokybę.

Šiame darbe pristatomas pienininkystės komplekso pieno bloko pastato esamos vėdinimo sistemos tyrimas, analizuojamos galimos įrengimo klaidos ir galimi optimalūs atnaujinimo sprendiniai, kurie ne tik pagerintų mikroklimatą patalpoje, bet ir sumažintų pastato energijos suvartojimą.

Darbo tikslas – ištirti esamo žemės ūkio paskirties pastato mikroklimato parametrus ir suprojektuoti šildymo, vėdinimo sistemas.

Tikslui pasiekti darbe keliami šie uždaviniai:

1. Atlikti pieno bloko pastato esamos šildymo, vėdinimo sistemos analizę bei įvertinti panašių nagrinėtų tyrimų rezultatus.
2. Ištirti mikroklimato parametrus esamo žemės ūkio paskirties pastato viduje.
3. Įvertinti šildymo sistemos efektyvumą pagal gautus tyrimo duomenis.
4. Suprojektuoti esamo žemės ūkio paskirties pastato šildymo ir vėdinimo sistemas.

# AIŠKINAMASIS RAŠTAS

## 1. STATYBOS TEISĖS IR REGLAMENTAVIMO SĄLYGOS

### 1.1. Esminiai statinio reikalavimai

1. Statinys (jo dalis) turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų šiuos esminius statinio reikalavimus:

- 1) mechaninio atsparumo ir pastovumo [5];
- 2) gaisrinės saugos [6];
- 3) higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos [7];
- 4) saugaus naudojimo [8];
- 5) apsaugos nuo triukšmo [9];
- 6) energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo [10].

### 1.2. Normatyviniai statybos techniniai dokumentai

Atliekant magistro baigiamąjį darbą buvo vadovaujama šiais techniniais dokumentais:

- 1) statybos techniniais reglamentais [1];
- 2) statybos taisyklėmis [1];
- 3) Lietuvos standartais, taip pat kaip Lietuvos standartais, perimtais Europos ir tarptautiniais standartais [1];
- 4) techniniais liudijimais [1];
- 5) metodiniais nurodymais, rekomendacijomis [1].
- 6) higienos normomis [1].

### 1.3. Reikalavimai projektuojamoms inžinerinėms sistemoms

Pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, parinktos šilumos perdavimo koeficientų vertės, atitinkančios „B“ pastato energinio naudingumo klasę [4].

Remiantis STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“, parinkti reikalingi oro kiekiai patalpoms vėdinti. Šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemų įrenginiai neturi kelti gaisro ar sprogimo kilimo ir plitimo pavojaus. Šildymo ir vėdinimo įrenginių paviršių temperatūra neturi viršyti saugių ribų. Karšti paviršiai turi būti per saugų atstumą nuo

pastato konstrukcijų ir kitų inžinerinių tinklų. Eksploatuojant patalpas normaliomis lauko sąlygomis visose to pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją palaikoma norminiai mikroklimato bei oro kokybės parametrai [3]. Projektiniai lauko oro parametrai, kadangi nėra specialių statybos ar technologijos normų reikalavimų, pasirinkti tokie: šiltuoju metu – pagal lauko oro B grupės parametrus.

Remiantis „Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklėmis ŽŪ TPT 01:2009“ patalpoje, kurioje būna galvijai didžiausia santykinė oro drėgmė esant 18°C temperatūrai yra 68%. Darbo metu patalpoje melžėjos darbo vietoje, turi būti išlaikoma komfortinė 18°C temperatūra. Oro kiekis reikalingas melžimo patalpai vėdinti parenkamas pagal gyvulio tipą, jo svorį, taip pat atsižvelgiant į metų laiką. Žiemą reikalingas mažesnis oro kiekis apie 17 m<sup>3</sup>/h 100 kg galvijo svorio, pavasarį ir rudenį 35 m<sup>3</sup>/h, o vasaros metu apie 70 m<sup>3</sup>/h [15].

## 2. ACHITEKTŪRINĖ DALIS

### 2.1. Bendrosios žinios apie pastatą

Tiriamas dviejų aukštų žemės ūkio paskirties komplekso pastatas su administracinėmis, buitinėmis ir gamybinėmis patalpomis Mikalaukos km., Kalvarijos sen., Kalvarijos sav. Marijampolės aps. Sklypo planas yra netaisyklingo daugiakampio formos. Vakarinėje sklypo dalyje pastatas ribojasi su vietinės reikšmės keliu, kitomis kryptimis – su žemės ūkio paskirties komplekso pastatais. Projektuojama paviršiaus altitudė +117,30 m virš jūros lygio. Sklypo reljefas lygus. Iš paviršiaus dalis aikštelės padengta 0,3 m storio dirvožemio sluoksniu. Gruntas – priemolis. Požeminiai vandenys 0,00 – 1,8 m gylyje.

### 2.2. Sklypo planas

Iš šiaurinės, rytinės ir pietinės pusės esamas sklypas ribojasi su žemės ūkio paskirties komplekso statiniais, iš vakarinės pusės – su vietinės reikšmės keliu. Sklype numatyta automobilių stovėjimo aikštelė, skirta žemės ūkio paskirties komplekso personalui bei vietos neįgaliesiems. Vyrauja žvyro danga, trinkelės klojamos tik pieno bloko pastato perimetru, o veja ir želdiniai vyrauja šiaurinėje ir pietinėje sklypo dalyse. Patekti į pieno bloko pastatą suprojektuotas vienas įvažiavimas iš vietinės reikšmės kelio. Prie esamo pastato yra privažiavimas pienui išgabenti. Remiantis STR 2.03.01:2001 „Statiniai ir teritorijos. Reikalavimai žmonių su negalia reikmėms“, numatytos 2 vietos neįgaliųjų statomiems automobiliams [18].

### 2.3. Statinio techniniai rodikliai

2.1. lentelė. Statinio techniniai rodikliai

Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis
Sklypo plotas	m <sup>2</sup>	9708,59
Sklypo užstatymo plotas	m <sup>2</sup>	901,81
Sklypo užstatymo intensyvumas	%	11,26
Sklypo užstatymo tankumas	%	9,29
Bendrasis plotas	m <sup>2</sup>	1093,47
Pagrindinis plotas	m <sup>2</sup>	847,58
Pagalbinis plotas	m <sup>2</sup>	245,89
Pastato tūris	m <sup>3</sup>	5097
Aukštų skaičius	vnt.	2

Pastato aukštis	m	8,28
Trinkelių danga	m <sup>2</sup>	520
Žvyro danga	m <sup>2</sup>	2518
Veja apželdintas plotas	m <sup>2</sup>	2585

#### **2.4. Pastato architektūriniai sprendiniai**

Pastato tūris – nesudėtingas. Nagrinėjama pastato dalis stačiakampio formos. Į pastatą yra du įėjimai. Pirmasis patekimui į pieno bloko patalpas, kitas – patekimui į administracines patalpas. Taip pat yra privažiavimas, skirtas pienui iš pastato išgabenti. Pieno bloke projektuojamos buitinės patalpos per du aukštus, melžimo aikštelė bei karvių surinkimo gardas. Pirmajame aukšte numatomos moterų ir vyrų persirengimo patalpos su dušais bei tualetais, virtuvė, skalbykla, kontora (biuras), katilinė, kuro sandėlis bei techninės patalpos, reikalingos pienininkystės kompleksui. Antrajame aukšte projektuojami trys kabinetai, konferencijų salė su langu į melžimo aikštelę, pagalbinė patalpa bei WC patalpos. Pieno bloko patalpos aukštis yra 7,08 m, o likusių patalpų – 3,0 m. Bendras prekybos centro plotas – 1093,47 m<sup>2</sup>.

#### **2.5. Pastato konstrukciniai sprendiniai**

Pieno bloko patalpų konstrukcija „šilto“ tipo. Pastatas projektuojamas iš metalinės rėminės konstrukcijos. Pamatai – spraustiniai, perdanga – gelžbetoninė. Stogo ilginiai – mediniai. Išorės sienos projektuojamos karkasinės, iš daugiasluoksnių fasadinių plokščių su 8 cm poliuretano užpildu. Pieno bloke vidaus pertvaros – daugiasluoksnės sieninės plokštės su 6 cm poliuretano užpildu. Katilinės patalpos pertvaros – daugiasluoksnės sieninės plokštės su 15 cm akmens vatos užpildu.

Pieno bloko grindys – betoninės. Buitinėse patalpose bei melžimo aikštelėje numatoma akmens masių plytelių danga, antrame aukšte – laminato grindlentės. Stogo danga numatoma iš daugiasluoksnės sieninės plokštės su 10 cm poliuretano užpildu. Virš melžimo aikštelės ir surinkimo gardo stogo kraige įrengiami išilginiai vėdinimo kanalai, dengti profiliuoto plastiko skaidria danga. Išilginėse sienose melžimo aikštelės ir surinkimo gardo zonose įrengiamos vėdinimo angos, kurios uždaromos ir atidaromos pakeliamomis užuolaidomis, buitinėse patalpose – plastikiniai langai. Pastato aukštingumas – 8,28 m.

#### **2.6. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientai**

Pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientai gauti su architektūrine užduotimi.

Atitvarų šilumos perdavimo koeficientai, atsižvelgiant į STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“, priskiriami B naudingumo klasės vertėms [4].

Siena –  $U_S = 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ;

Langas –  $U_L = 1,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ;

Vartai –  $U_V = 1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ;

Šlaitinis stogas –  $U_{ST} = 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ;

Grindys –  $U_{GR} = 0,35 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

### 3. TIRIAMOJI DALIS

#### 3.1. Tyrimo objekto aprašymas

Tyrimui atlikti parinktas žemės ūkio paskirties pastatas – pieno blokas, kuriame vyksta karvių melžimo procesas. Vykstant šiam procesui išsiskiria šilumos kiekiai, vidutiniškai vienas galvijus išspinduliuoja 865 W šiluminės energijos. Kada yra vykdomas plovimas, kartu su šiluma susidaro santykinė drėgmė. Žiemos laikotarpiu oras privalo būti vėdinamas patalpoje, o vasaros metu dėl šilumos ir vandens (plovimo metu) susidaro didelė drėgmės koncentracija, kurios pašalinimui reikalinga didelė oro apykaita. Didžiausia oro apykaita patalpoje turi būti užtikrinta vasaros metu, mažiausia – žiemos metu. Pirmasis iš tyrimo objektų yra šildymo klausimas, antrasis – vėdinimo klausimas.

Remiantis „Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklės. ŽŪ TPT 01:2009“ šiuose objektuose patalpos gali būti vėdinamos natūraliu arba mechaniniu būdu [15].

Tyrimo tikslas - atlikti žemės ūkio paskirties pastatų mikroklimato parametrų (vėdinimo sistemos, drėgmės išsiskyrimų) vertinimą ir remiantis galiojančiais normatyviniais dokumentais suprojektuoti žemės ūkio paskirties pastato inžinerines sistemas.

#### 3.2. Esamos padėties aprašymas

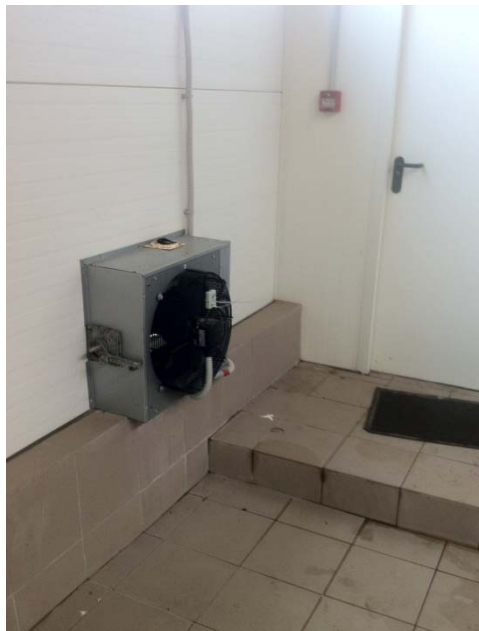
Nagrinėjamas žemės ūkio paskirties komplekso 800 karvių pieno bloko pastatas. Šiame pastate vyksta karvių melžimo procesas, kurio metu išsiskiria šilumos (gyvulys vidutiniškai išspinduliuoja 865 W šiluminės energijos) ir drėgmės kiekiai. Melžimo metu ir po melžimo patalpoje vyksta intensyvus plovimo procesas vandeniu, todėl reikalinga pašalinti susikaupusią drėgmę.



3.1 pav. Karvių melžimo patalpa



Šiuo metu objekte yra įrengta kombinuota vėdinimo sistema (natūrali kombinuota su mechanine). Mechanine sistema oras į patalpą yra tiekiamas keturiais ventiliatoriais ( $Q = 3800 \text{ m}^3/\text{h}$ ), kurie įrengti 0,5 m aukštyje nuo grindų paviršiaus (3.2 pav.). Oras yra patraukiamas iš lauko, patalpoje vyksta srautų sumaišymas. Prie ventiliatorių taip pat įrengti elektrinio pašildymo tenai, kurie žiemos metu pašildo į patalpą tiekiamą orą. Natūrali vėdinimo sistema naudojama oro šalinimui iš patalpos, kurioje numatytas kraigas su plyšiais šonuose (3.3 pav.). Kraigo matmenys 12 m ilgio ir 3,3 m pločio. Šalinamam oro kiekiui reguliuoti yra įrengtos sklendės, kurių pagalba galima reguliuoti pašalinamo oro kiekį.



**3.2 pav.** Oro padavimo ventiliatoriai su tenu



**3.3 pav.** Kraigas natūraliam oro šalinimui

Patalpos šildymui įrengtas grindinis šildymas, kuris turėtų padengti šioje patalpoje susidarančius šilumos nuostolius (14 kW), taip pat sudaryti komfortines sąlygas dirbančiam personalui. Šiluma gaunama iš vietinės skysto kuro katilinės ir modulinės šiaudų katilinės esančios atskirame pastate lauke. Šildymo sistema numatyta kolektorinė, kurioje yra trys atšakos: administracinio korpuso šildymui (80/60°C), melžimo aikštelės grindiniam šildymui (39/24°C), administracinio korpuso vėdinimo kaloriferiams (80/60°C). Melžimo aikštelės temperatūros reguliavimui įrengtas patalpos termostatas su pavara, kuris reguliuoja į vamzdžius tiekiamo srauto parametrus.

### 3.3 Tyrimo objekto problematika

Pieno bloko patalpoje vėdinimo sistema veikia netinkamai. Vasaros metu drėgmės pašalinimas funkcionuoja, nes drėgmė išmetama, o šilumos kiekis nėra toks svarbus. Kada vyksta melžimas, visa šiluma ir drėgmė kyla į viršų, tačiau esama vėdinimo sistema nepašalina šio drėgmės kiekio, todėl esant didelei santykinei drėgmei vasaros metu patalpoje atrodo tvanku, o žiemos metu vėsu. Vidutiniškai vienam gyvuliui vasaros metu reikalingas oro kiekis apie 420 m<sup>3</sup>/h, žiemos metu 102 m<sup>3</sup>/h. Patalpoje vasaros metu vėdinimui taip pat atidaromi langai, tačiau jie atidaromi nereguliariai, todėl nėra užtikrinamas tinkamas oro kiekis. Kai patalpa nesivėdina santykinė oro drėgmė kaupiasi ir susidaro rasos taškas ant paviršių, kuriais susidaręs vanduo teka konstrukcijomis. Ta drėgmė pirmiausiai koncentruojasi į visus konstrukcijų pažeidimus ir tose vietose sukuria korozijas. Kada įjungiamas grindinis šildymas, pakaitinama toje patalpoje. Tarp plytelių užsilieka vandens, pašildžius vyksta garavimo procesas. Žiemos metu atidarius langus yra per šalta, nėra užtikrinama 16°C temperatūra. Grindinio šildymo problema – kadangi paviršius yra drėgnas, užtrunka dideli laiko tarpai kol išgarinama visa drėgmė susikaupusi ant grindų, o pati patalpa nėra šildoma. Įrengiant patalpoje grindinį šildymą, jis pasiteisintų tik tuo atveju jeigu grindų konstrukcija būtų įrengta teisingai (būtų tinkamai suformuoti nuolydžiai) ant paviršiaus neužsistovėtų vandens lašai ir tas paviršius nuolat spinduliuotų. Iš pateikto 3.4 pav. matyti, kad patalpoje dėl drėgmės yra pažeidžiamos konstrukcijos, metalinės konstrukcijos surūdijusios, dažai atsilupę, betoninės konstrukcijos pradėjusios byrėti. Plytelės nuo temperatūrų skirtumų ir drėgmės kiekio atšokę, išsikraipę. Dalis drėgmės migruoja per visą konstrukciją, todėl lauke matyti šios problemos padariniai. Pagrindinė šio objekto problema – drėgmės pašalinimas iš patalpos suderinant šildymo ir vėdinimo sistemas.



**3.4 pav.** Patalpoje atsirandantys defektai

### **3.4 Tyrimas**

Tyrimo eiga buvo suskirstyta į tris etapus:

- 1) Analizuojama pieno bloko patalpa pagal parengto techninio projekto sprendinius
- 2) Analizuojama pieno bloko patalpa pagal darbo projekto sprendinius ir pagal faktą (tai yra kaip objektas yra pastatytas šiuo metu)
- 3) Analizuojami esami šildymo ir vėdinimo sistemų trūkumai, išmatuojami patalpos mikroklimato parametrai (santykinė drėgmė ir vidaus oro temperatūra) „HOBO“ duomenų kaupikliais, siūlomos alternatyvos pagerinti pieno bloko patalpos mikroklimato parametrus.

Tyrimams atlikti buvo naudojami „HOBO“ duomenų kaupikliai/matuokliai drėgmės ir temperatūros stebėjimui tiriamoje patalpoje. Taip pat esamų šildymo ir vėdinimo sistemų trūkumams įvertinti buvo naudojama modeliavimo programa „Flovent 10.1“.

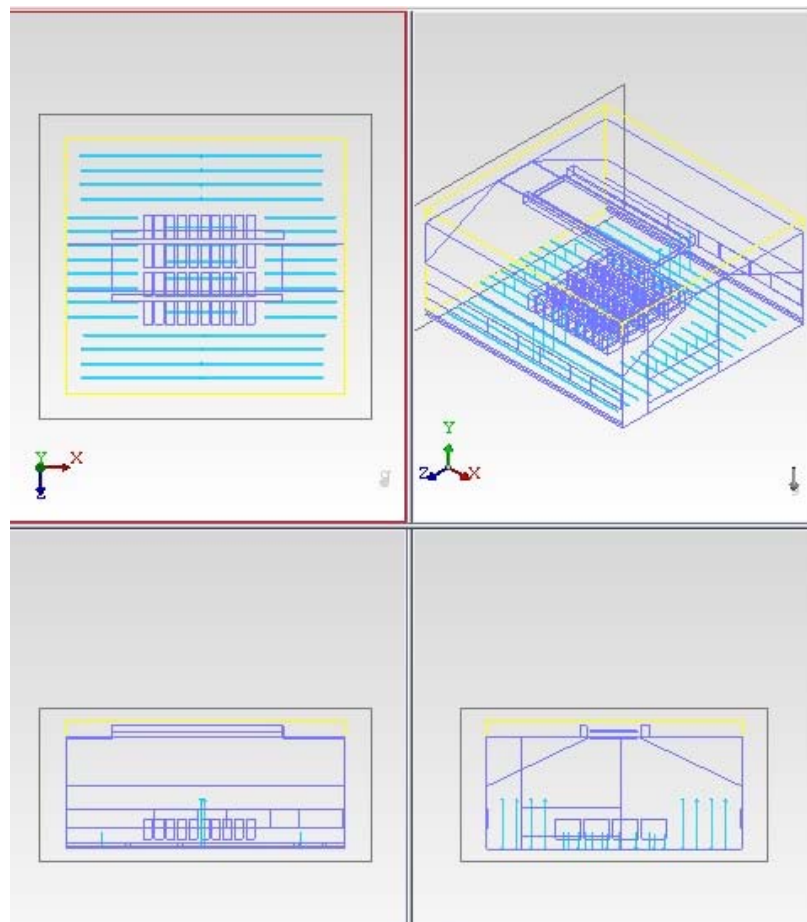
#### **3.4.1 Pirmasis etapas**

Pieno bloko patalpos matmenys: 19,51x17,86x7,96 m. Užduotas 0,08 m storio „sandwich“ tipo plokštės sienos tipas su šilumine izoliacija. Patalpoje numatyti 6 langai, kurių matmenys 3,0x1,3 m. Stogas šlaitinis. Patalpa viena siena ribojasi su šildomomis patalpomis, dviem sienomis su lauku ir viena siena su esamomis nešildomomis patalpomis. Lauko siena

sudaryta iš 0,1 m storio „sandwich“ tipo plokštės. Lauko sienose numatytos oro pritekėjimo grotelės po 0,07 m<sup>2</sup> ploto (programoje (Open space). Stogo konstrukcijoje palikta atvira erdvė 3,0x12,0 m imituojanti kraigą su plyšiais šonuose. Kraigo šonuose imituojami ekranai, kurie sustabdo kritulių patekimą į patalpą. Modeliavimas atliktas žiemos metui, kada veikia grindinio šildymo sistema. Sienoje besiribojančioje su nešildoma patalpa imituojami vartai (2,0x7,0 m) pro kuriuos gyvuliai patenka į pieno bloką. Lauko oro temperatūra užduota - 22°C, grindinio šildymo temperatūra - 30°C, sienai, kuri ribojasi su nešildomomis patalpomis užduota 0°C temperatūra. Patalpos viduryje imituojama 40 galvijų, kurie skleidžia šilumos kiekį (kiekvienas galviją po 865 W). Esama situacija pateikiama 3.5 pav.

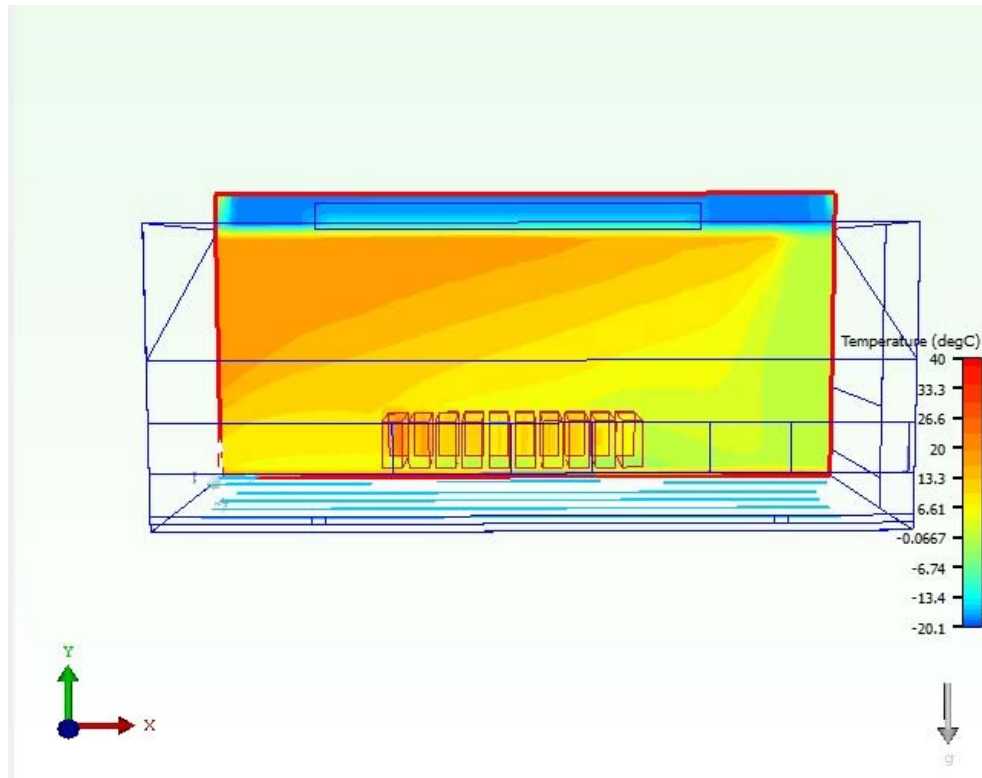
**3.1 lentelė.** Karvių išskiriama šiluma ir ventilacijos našumas, kai aplinkos temperatūra 20 °C.

Produktyvumas iš karvės per metus, kg	Išskiriama šiluma
6000	759
7000	812
8000	865
9000	917
10000	972



**3.5 pav.** Pieno bloko patalpos modelis

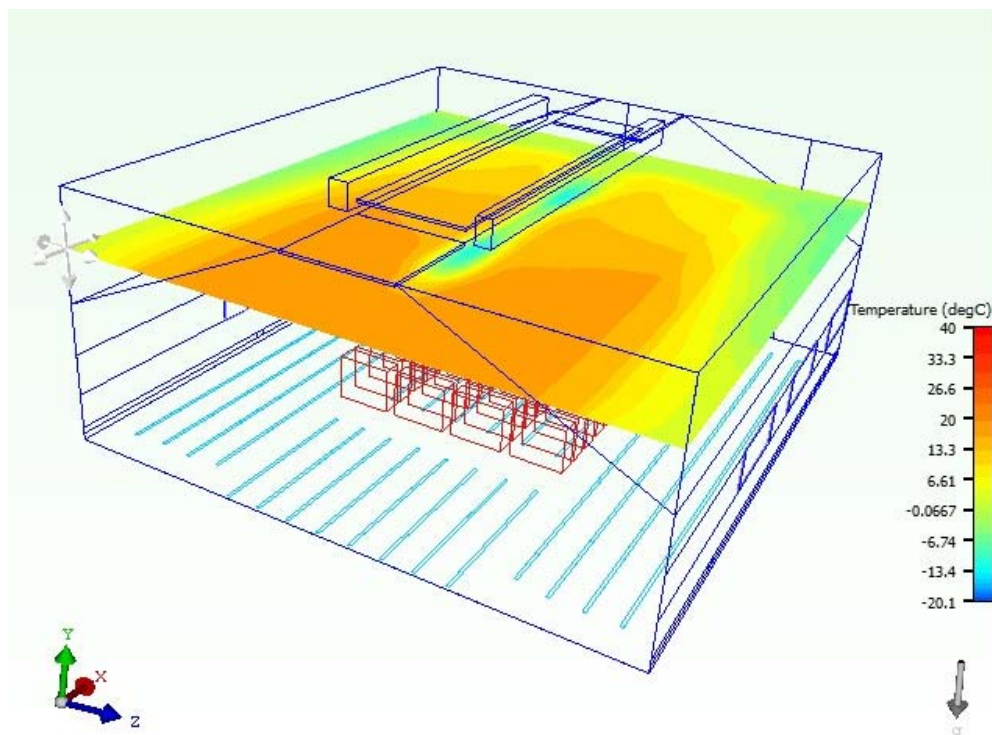
Grindims taip pat užduota teršalai, tai yra vandens garai, kurie imituoja ant grindų susikaupusią drėgmę. Atlikus skaičiavimus iš 3.6 pav. matyti, kad į patalpą pro lauko oro paėmimo groteles skverbiasi šaltas oras iš lauko, todėl šiltas oras iš grindinio šildymo ir šaltas oras iš lauko maišosi.



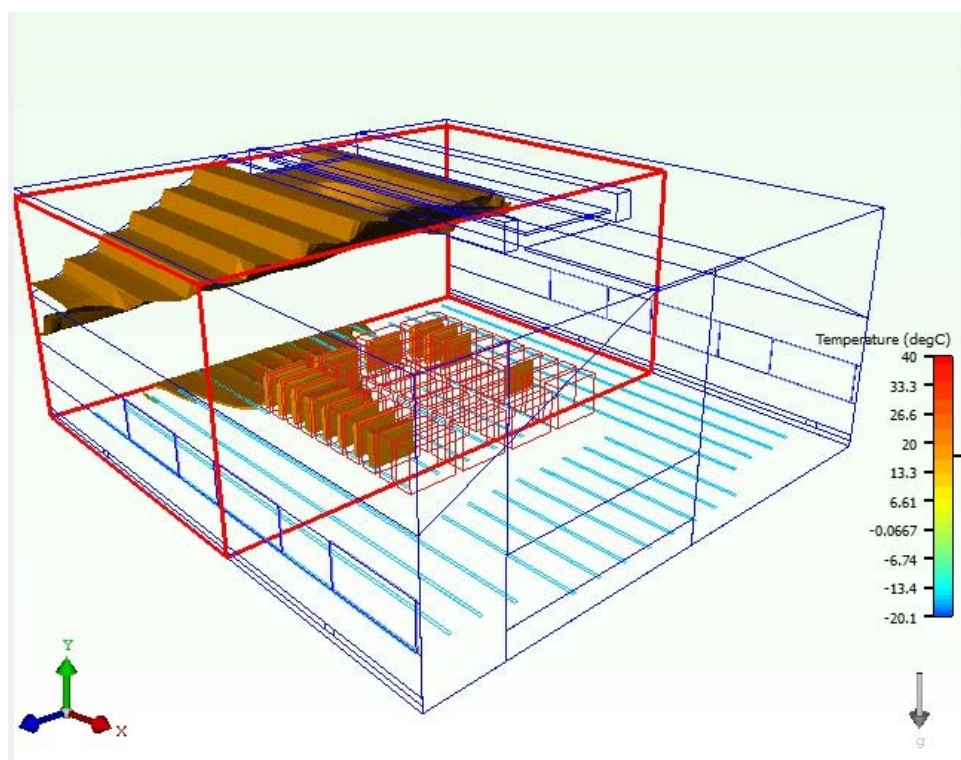
**3.6 pav.** Temperatūros pasiskirstymas patalpoje

Viršutinėje patalpos dalyje susimaišęs oras šildamas kyla į viršų. Dalis šilumos pašalinama viršutinėje patalpos dalyje pro kraigo konstrukciją. Iš 3.7 pav. matoma, kad prie atviros stogo angos yra vėsesnio oro zona. Taigi patalpos apačioje galima jausti didesnę diskomfortą, dėl netolygaus temperatūros pasiskirstymo, kai tuo tarpu prie stogo konstrukcijos gaunamos šiltesnio oro srovės. 3.8 pav. matyti, kad komfortinės oro temperatūros užtikrinimas galimas tik viršutinėje patalpos dalyje, prie atitvaros kuri ribojasi su šildomomis patalpomis. Netolygų temperatūros pasiskirstymą patalpoje taip pat sukelia vartai, kurie yra atidaromi vykstant melžimo procesui, didelis šalto oro srautas kartu su gyvuliais patenka į patalpą, todėl dalis šilumos yra prarandama. Vadinasi darbo zonoje, kurioje dirbs žmonės ir bus gyvūnai gali būti jaučiama vėsesnė temperatūra, neužtikrinami reikalingi mikroklimato parametrai patalpoje. Dalis šilumos kompensuojama nuo patalpoje esančių gyvulių, kiekviena karvė vidutiniškai spinduliuoja 700 W šilumos. Taip pat esant

atviroms oro pritekėjimo grotelėms žiemą gali susidaryti skersvėjai, kas pakenktų karvių savijautai.

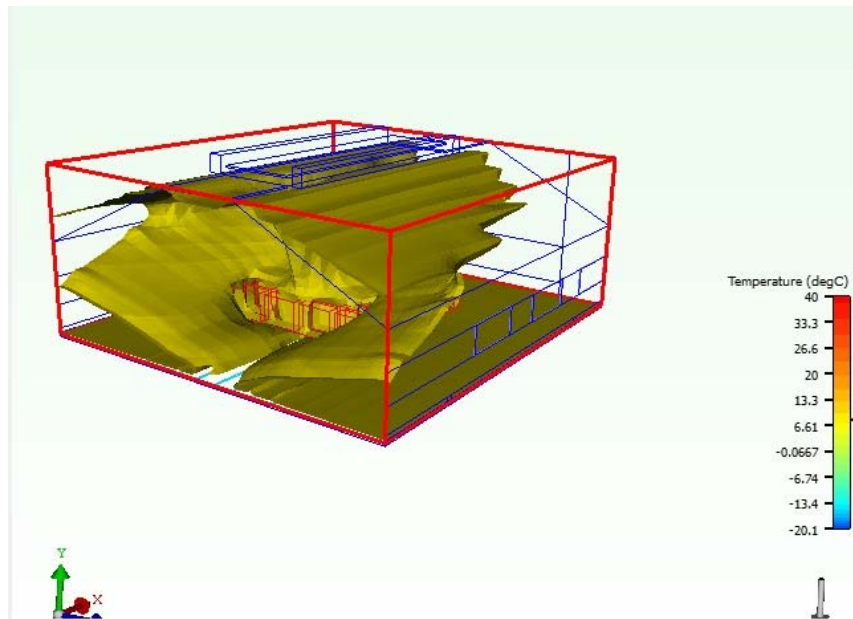


3.7 pav. Temperatūros pasiskirstymas viršutinėje pastato dalyje



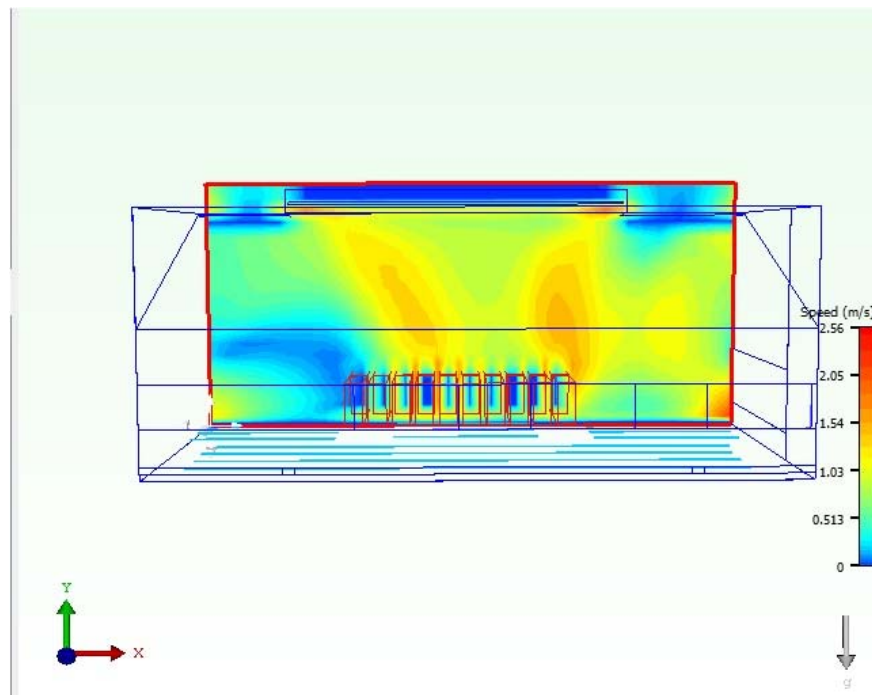
3.8 pav. 17°C temperatūros pasiskirstymas patalpoje

Darbo zonoje užtikrinama vos 8°C temperatūra, todėl patalpoje dirbantiems žmonėms neužtikrinamos komfortinės darbo sąlygos.



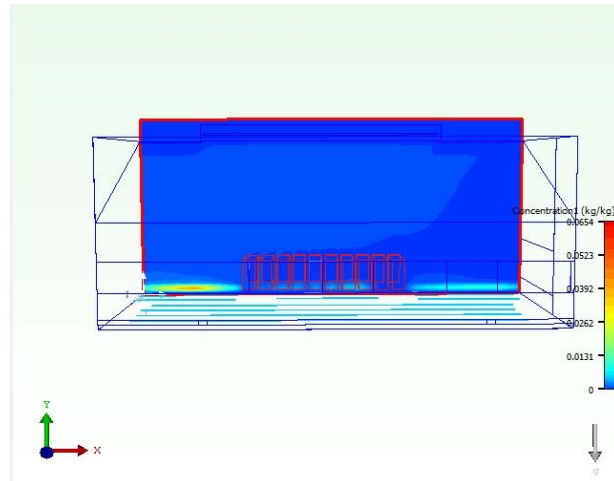
3.10 pav. 8°C temperatūros pasiskirstymas patalpoje

Oro greitis (3.11 pav.) patalpoje pasiskirsto priklausomai nuo vėsesnių ir šiltesnių oro zonų. Didžiausi oro greičiai susidaro nuo nešildomoje atitvaroje esančių vartų bei nuo gyvulių, kurie spinduliuoja tam tikrą šilumos kiekį.

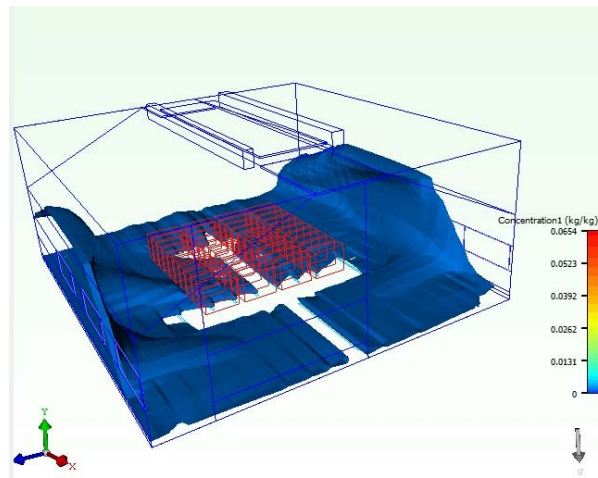


3.11 pav. Greičio pasiskirstymas patalpoje

Pagal sugeneruotą pastato modelį galime pastebėti, kad drėgmė kaupiasi prie grindų konstrukcijos, taip pat langų ir sienų, kadangi nuolat vyksta plovimo procesas, sudėtinga tokį vandens kiekį išgarinti grindinio šildymo pagalba. Todėl didžiausia dalis drėgmės lieka ant grindų konstrukcijos, atsiranda plyšiai, tarpai tarp plytelių, suyra esama konstrukcija (3.12 ir 3.13 pav.)



3.12 pav. Drėgmės pasiskirstymas ties patalpos grindimis

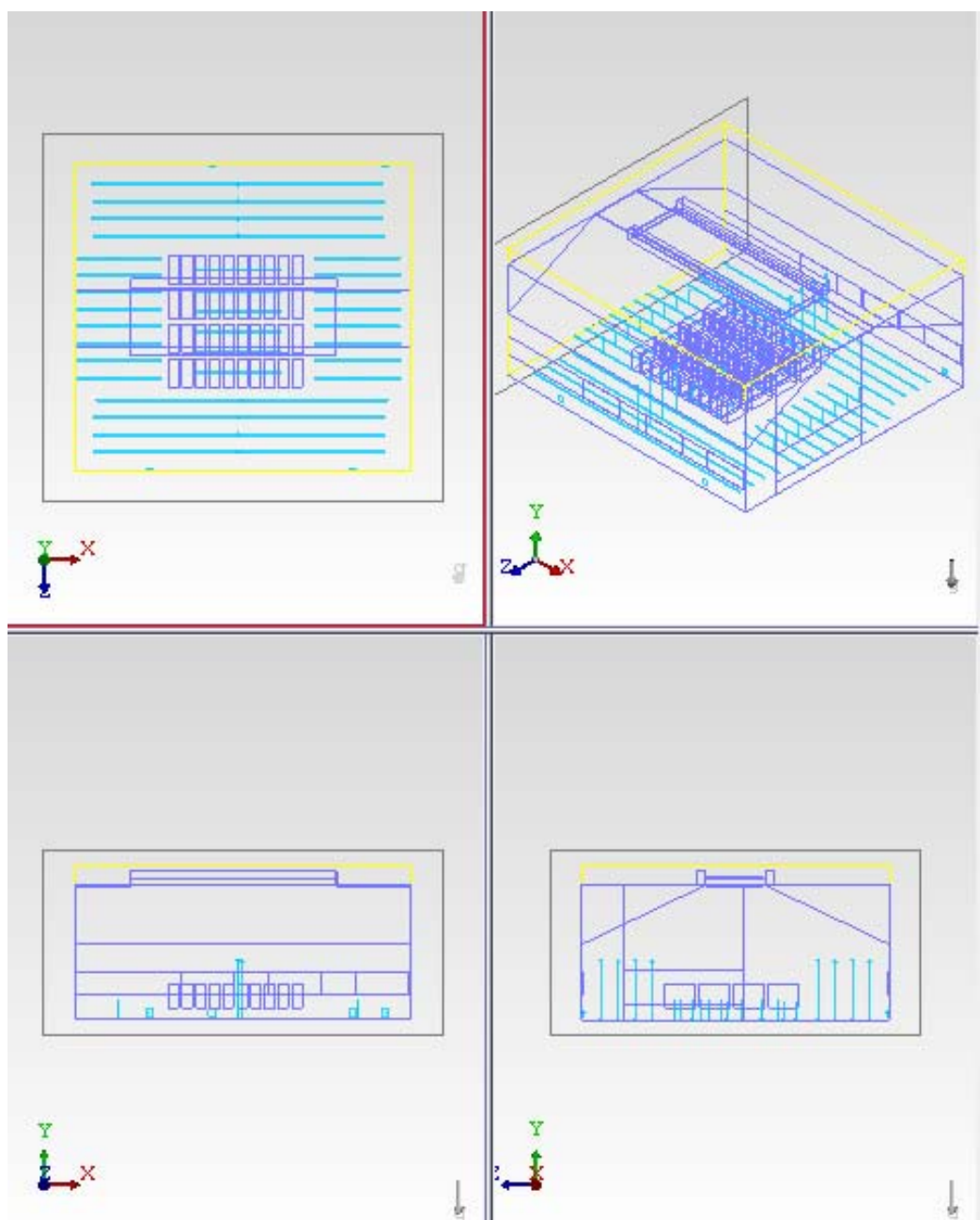


3.13 pav. Drėgmės pasiskirstymas patalpoje

### 3.4.2 Antrasis etapas

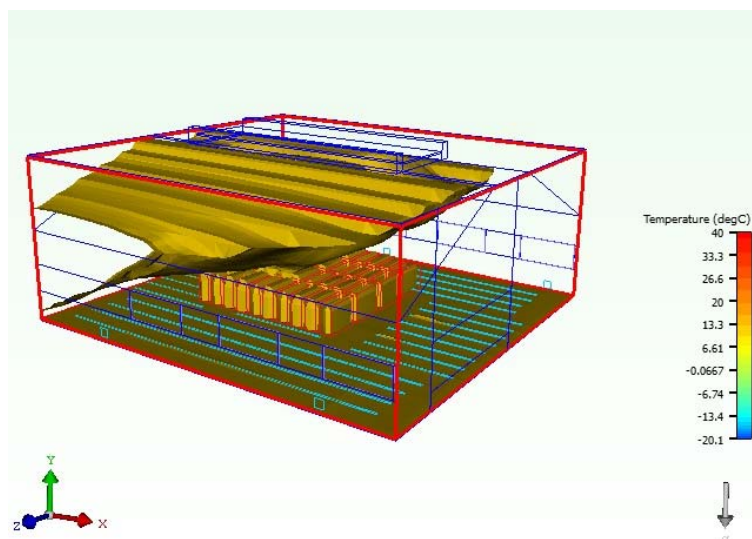
Kaip ir pirmame etape užduotos konstrukcijos išlieka tos pačios. Vietoje oro pritekėjimo angų imituojami ventiliatoriai (programoje fixed flow 850 m<sup>3</sup>/h, 0,5 m aukštyje) su oro pašildymu, kurie tiekia į patalpą pašildytą 18°C temperatūros orą. Stogo konstrukcijoje paliekama esama anga. Esama situacija pateikiama 3.14 pav.



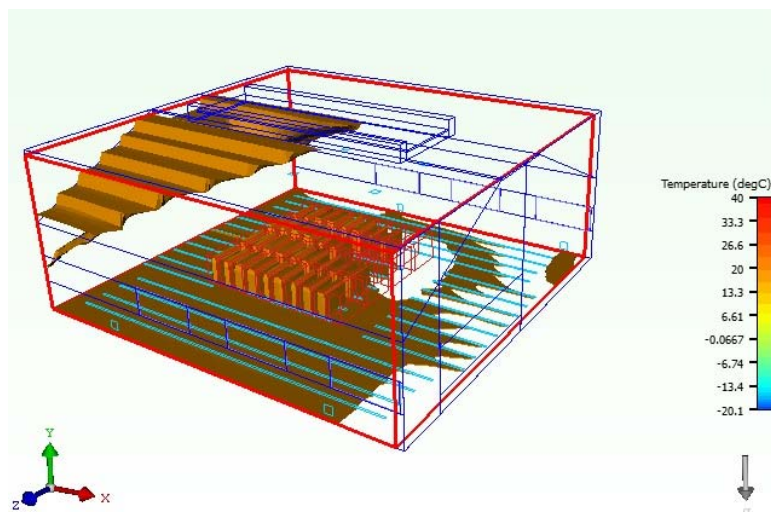


3.14 pav. Pieno bloko modelis

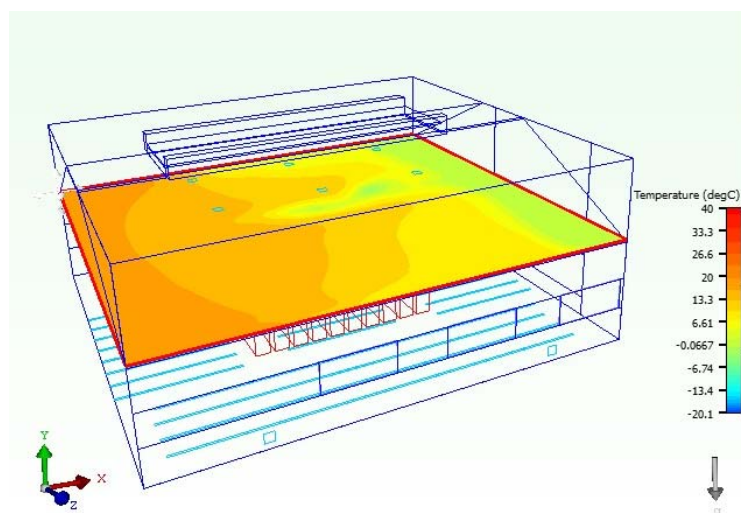
Iš 3.15 – 3.17 pav. matoma, kad įdiegus ventiliatorius, temperatūra pasiskirsto tolygiau, tačiau darbo zonoje neužtikrinama net  $16^{\circ}\text{C}$  temperatūra.  $17^{\circ}\text{C}$  temperatūra vėlgi užtikrinama tik patalpos viršutinėje dalyje. Pro atidarytus vartus, toliau skverbiasi didelis šalto oro srautas, kuris pasiskirsto pro patalpą, todėl komfortinės temperatūros užtikrinimo problema nebuvo išspręsta iki galo tiek pagal darbo projekto, tiek pagal magistranto atlikto tyrimo sprendinius.



3.15 pav. 10°C Temperatūros pasiskirstymas patalpoje

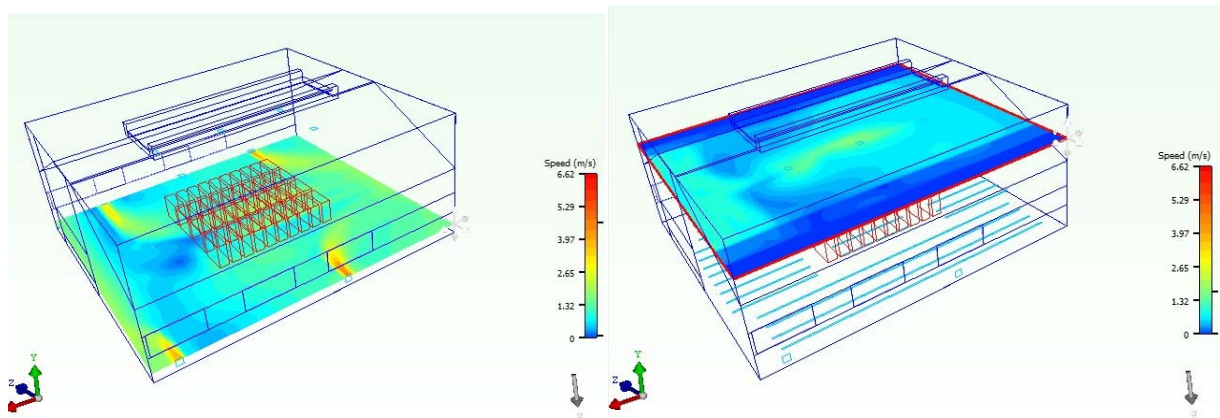


3.16 pav. 17°C temperatūros pasiskirstymas patalpoje

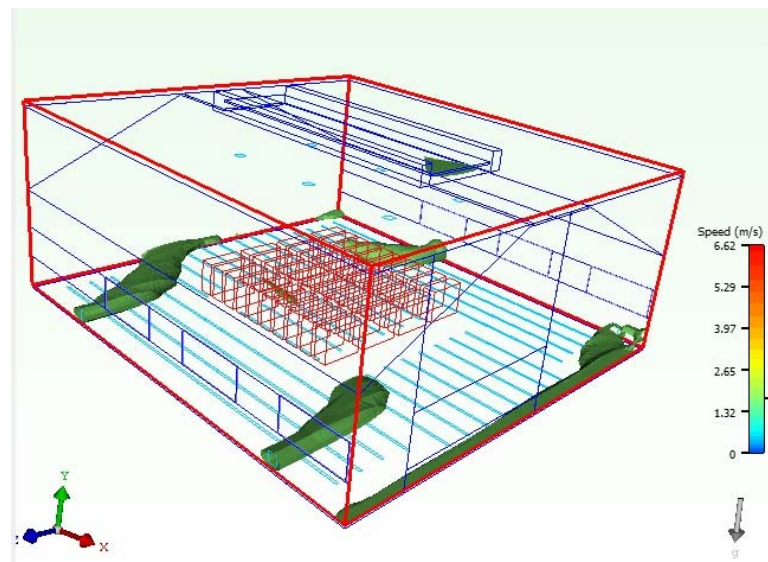


3.17 pav. Temperatūros pasiskirstymas 4,5 m aukštyje

Dėl veikiančių ventiliatorių oro greitis padidėja patalpos viduryje prie ištraukimo angos kraigo konstrukcijoje. Didžiausias oro greitis susidaro prie oro padavimo ventiliatorių (3.18 ir 3.19 pav).

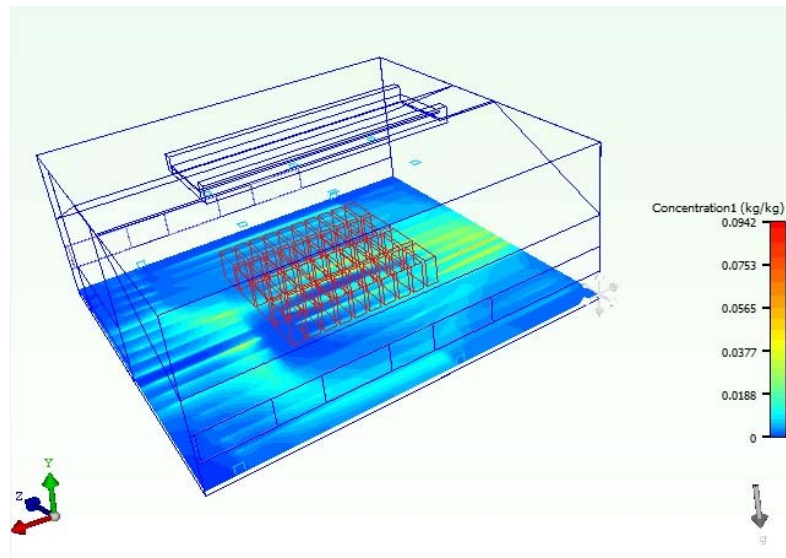


3.18 pav. Greičio pasiskirstymas patalpoje

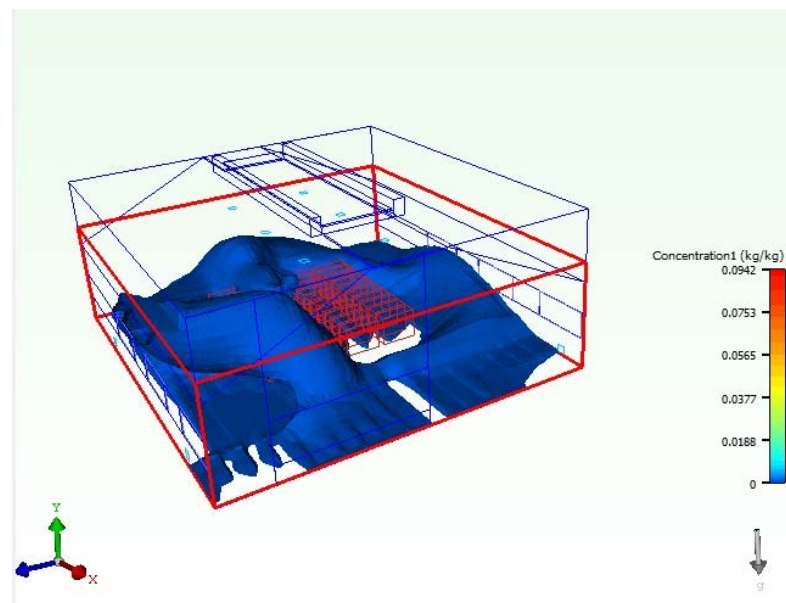


3.19 pav. Greičio pasiskirstymas prie oro padavimo ventiliatorių

Patalpoje sumontavus ventiliatorius drėgmės dalis pašalinama nuo išorinių sienų, tačiau tada drėgmės pertekliaus atsiranda patalpos viduryje ir dalis ant patalpos grindų. Veikdami ventiliatoriai dalį drėgmės pakelia nuo grindų paviršiaus, tačiau tik patalpos viduryje, todėl tiekiamo oro srovę reikėtų pakreipti tam tikru kampu, kad kuo didesnis oro kiekis būtų tiekiamas į grindų paviršių. Įdiegus ventiliatorius neišsprendžiama problema dėl drėgnų grindų. Todėl ir toliau šildymo sistema veiks netinkamai, grindinis šildymas veiks ne pagal paskirtį.



**3.20 pav.** Drėgmės pasiskirstymas ties grindų konstrukcija



**3.21 pav.** Drėgmės pasiskirstymas patalpoje

Iš gautos tyrimo informacijos matome, kad vėdinimo ir šildymo sistemos veikia, tačiau nėra užtikrinami projektiniai mikroklimato parametrai, dalis įrenginių nėra tinkamai eksploatuojami, vėdinimo sistema valdoma tik rankiniu būdu. Todėl „Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklėse“ pateikiami sprendiniai kaip tokio tipo pastatai turi būti šildomi ir vėdinami. Galvijų laikymo pastatai gali būti šildomi naudojant energetinius išteklius arba tik galvijų išskiriama šiluma [15].

Tvartai vėdinami taikant natūralaus (plyšinę, šachtinę) arba mechaninio vėdinimo sistemas. Vėdinimo sistemų tipai, kurie gali būti taikomi pieno bloko pastate:

1) plyšinė. Įrengiama tvarte be pastogės. Šviežias oras įeina per atviras ar uždengtas tinklu angas sienose, kurių dydis reguliuojamas šviesą praleidžiančiomis užuolaidomis. Užterštas oras šalinamas per kraige įrengtą nereguliuojamo ar reguliuojamo ploto plyšį. Ši sistema naudojama pieno bloko pastate, tačiau veikia neefektyviai.

2) šachtinė. Įrengiama apšiltintame su pastoge tvarte, melžykloje, pieno laikymo patalpoje. Šviežias oras įeina per specialias angas, orlaides, išdėstytas tolygiai sienose visu jų perimetru arba lubose, o užterštas – šalinamas viena ar keliomis šachtomis. Šachta įrengiama, kad pro ją į patalpų vidų nelytų ir nesnigtų. Sistema labai panaši į plyšinę, naudojamas natūralus vėdinimas, tik oras patenka per angas sienose, o šalinamas per šachtas.

3) mechaninė. Mechaninės (priverstinio oro judėjimo) vėdinimo sistemos įrengiamos didelėse melžyklose, priešmilžio patalpose. Melžykloms taikoma didesnio slėgio (10–30 Pa) vėdinimo sistema, derinanti vėdinimą ir šildymą, kai įpučiamasis ventiliatorius šviežią orą pertraukia per šildytuvą ir nukreipia į patalpą. Patalpa ne tik vėdinama, bet ir džiovinama. Ši sistema turi būti įdiegta nagrinėjamame pastate. Turi būti suderinta kokie drėgmės kiekiai bus šalinami vėdinimo sistema, kiek šilumos reikės patalpai šildyti bei kompensuoti dėl vėdinimo sistema pašalintos drėgmės.

### 3.4.3 Trečiasis etapas

Trečiuoju tyrimo etapu buvo analizuojami esami šildymo ir vėdinimo sistemų trūkumai, išmatuojami patalpos mikroklimato parametrai (santykinė drėgmė ir vidaus oro temperatūra). Pieno bloko pastate buvo atliekami drėgmės ir temperatūros matavimai, naudojant „HOBO“ duomenų kaupiklius. Matavimai prasidėjo 2015 m. spalio 20 d. 9 val., baigėsi 2015 m. spalio 27 d. 9 val. Matavimo tikslumui parinktas matavimo intervalas kas 10 minučių. Duomenų kaupikliai buvo išdėstyti penkiose pastato vietose:

- 1) Apie 1,4 m aukštyje ant šiaurinės lauko sienos tvirtinamas jutiklis norint išmatuoti drėgmę ir temperatūrą darbo zonoje.



3.22 pav. Jutiklio Nr. 1 tvirtinimo vieta

- 2) Ant šiaurinėje sienoje esančių lauko paėmimo grotelių tvirtinamas jutiklis, siekiant išmatuoti į patalpą tiekiamo oro parametrus.



3.23 pav. Jutiklio Nr. 2 tvirtinimo vieta

- 3) Apie 1,8 m aukštyje ant vidinės pieno bloko sienos (prie aparatinės patalpų).



3.24 pav. Jutiklio Nr. 3 tvirtinimo vieta

- 4) Ant pietinėje sienoje esančių lauko paėmimo grotelių tvirtinamas jutiklis, siekiant išmatuoti į patalpą tiekiamo oro parametrus.



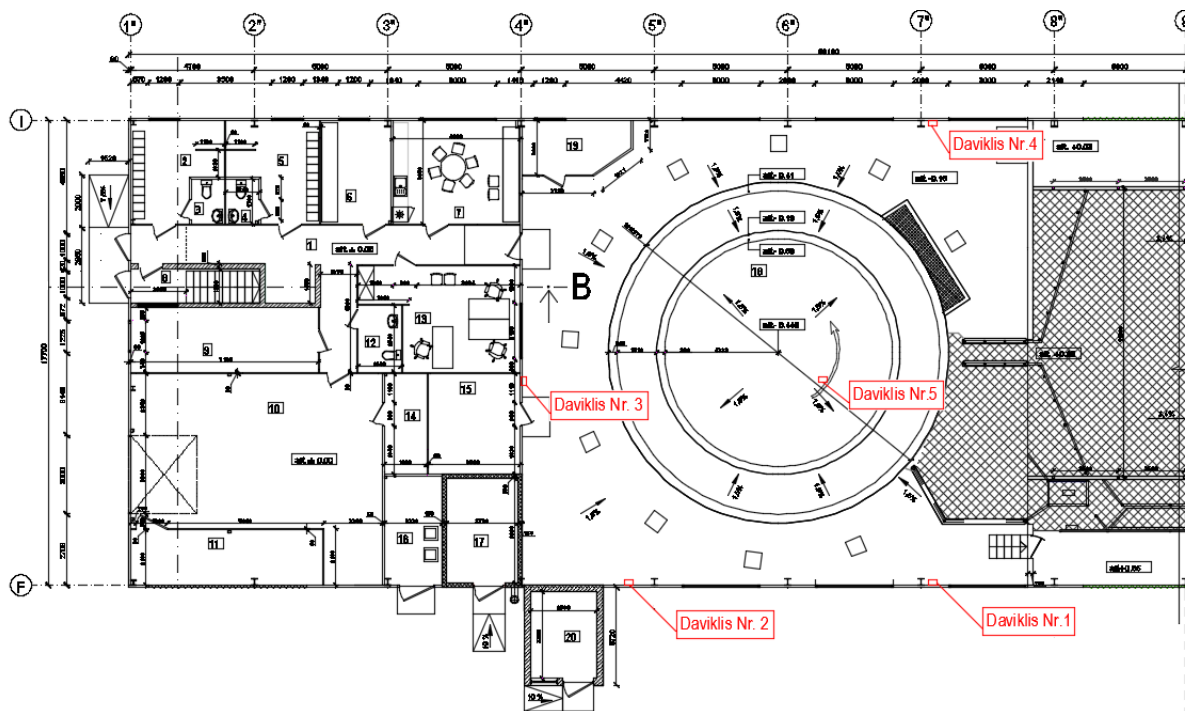
3.25 pav. Jutiklio Nr. 4 tvirtinimo vieta

- 5) Stogo kraigo zonoje, kai sklendės padėtis – atidaryta. Jutiklis tvirtinamas siekiant išmatuoti iš pieno bloko patalpos šalinamo oro parametrus.



3.26 pav. Jutiklio Nr. 5 tvirtinimo vieta

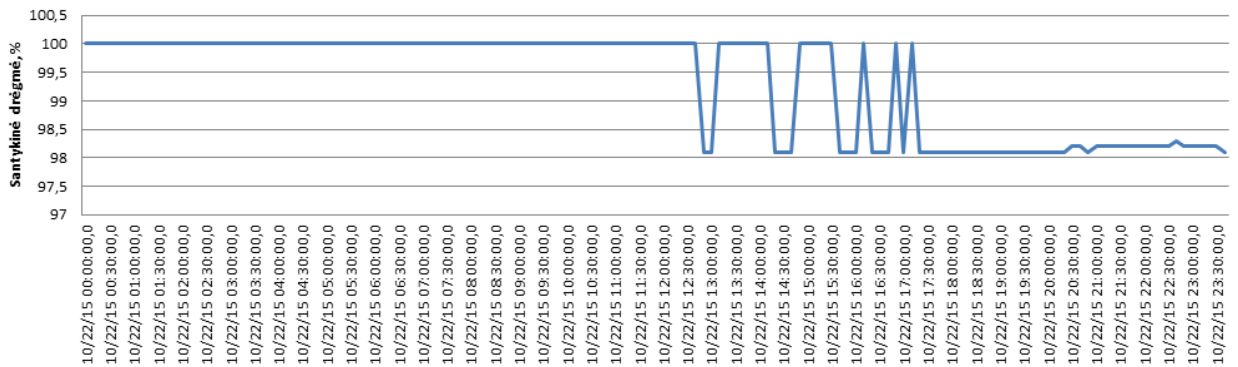
Jutiklių išdėstymo pieno bloko pastate schema pateikiama 3.27 paveiksle.



3.27 pav. Daviklių išdėstymo schema pastate

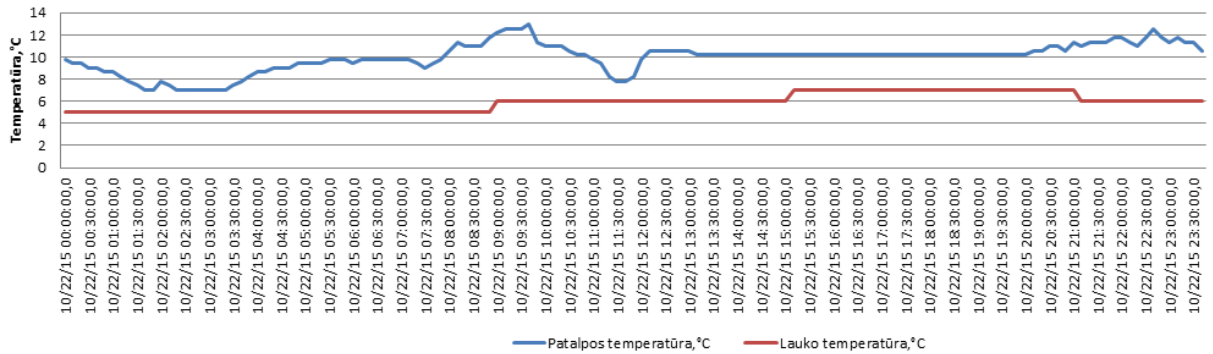
### 3.4.4 Gautų matavimo rezultatų įvertinimas

1 jutiklio duomenys



3.28 pav. Jutiklio Nr. 1 santykinės drėgmės duomenys

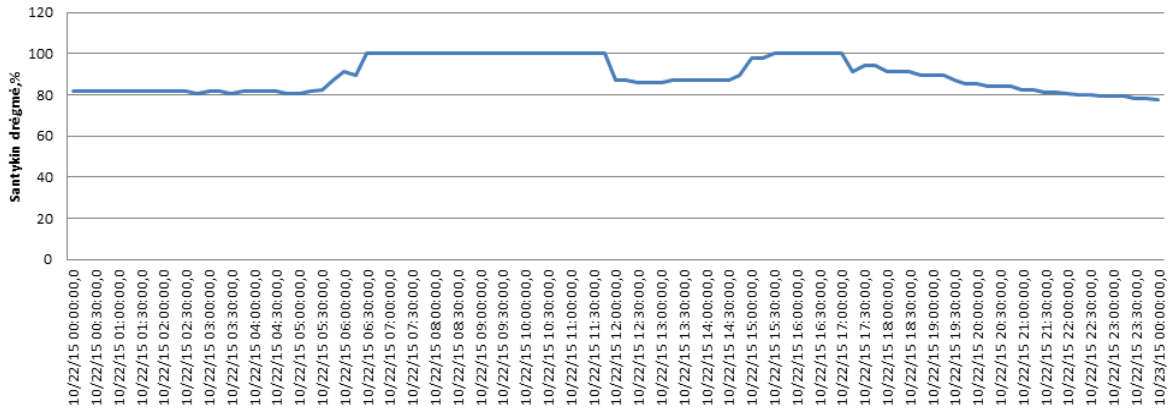
1 jutiklio duomenys



3.29 pav. Jutiklio Nr. 1 patalpos ir lauko temperatūros duomenys

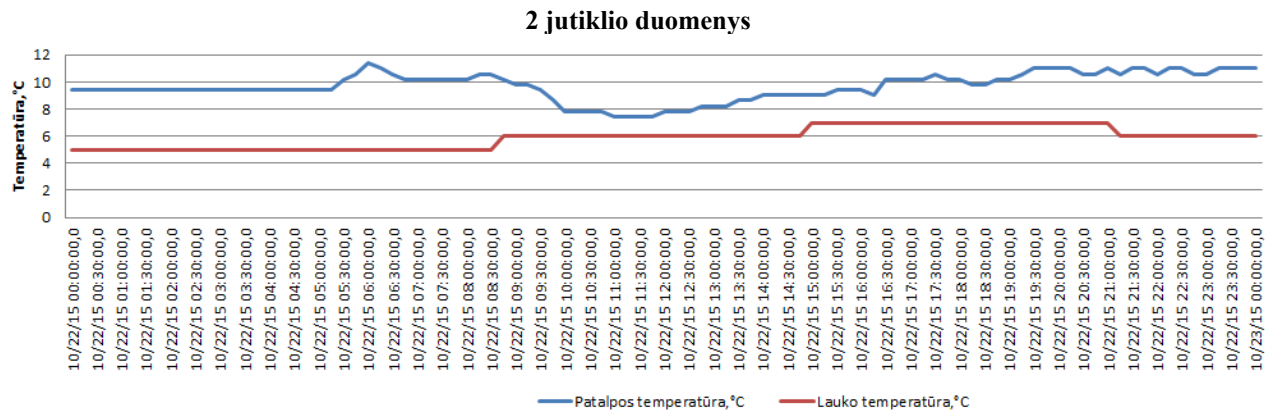
Pagal pirmojo jutiklio duomenis galima pastebėti, kad santykinė drėgmė prie išorinės sienos paviršiaus nuolat viršija 98 %, reiškia ant paviršiaus kondensuojasi vandens garai, konstrukcija pasidengia vandens lašais. Patalpos temperatūra neviršija 13°C. Ilgą laiką taip veikiama konstrukcija praranda savo savybes, atsiranda rūdys, pradeda irti apdailos medžiagos.

2 jutiklio duomenys



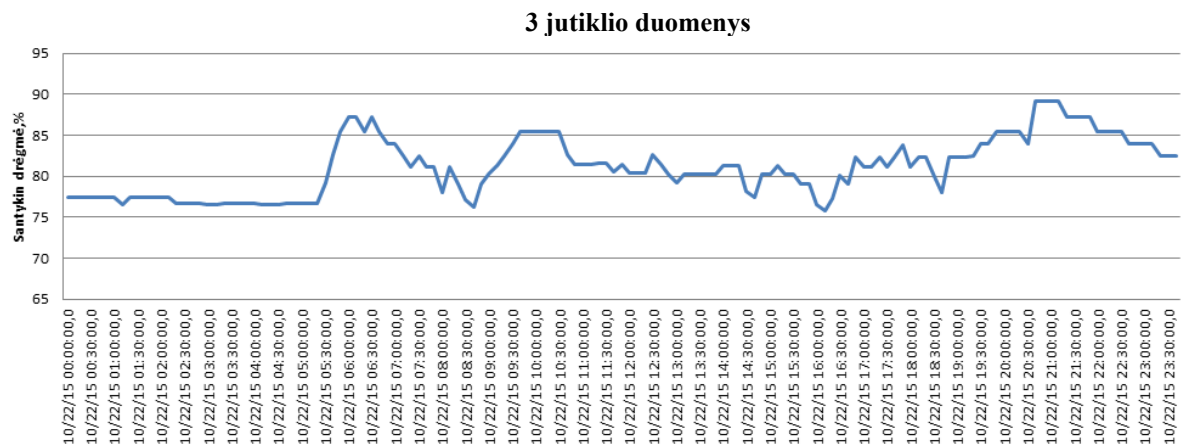
3.30 pav. Jutiklio Nr. 2 santykinės drėgmės duomenys



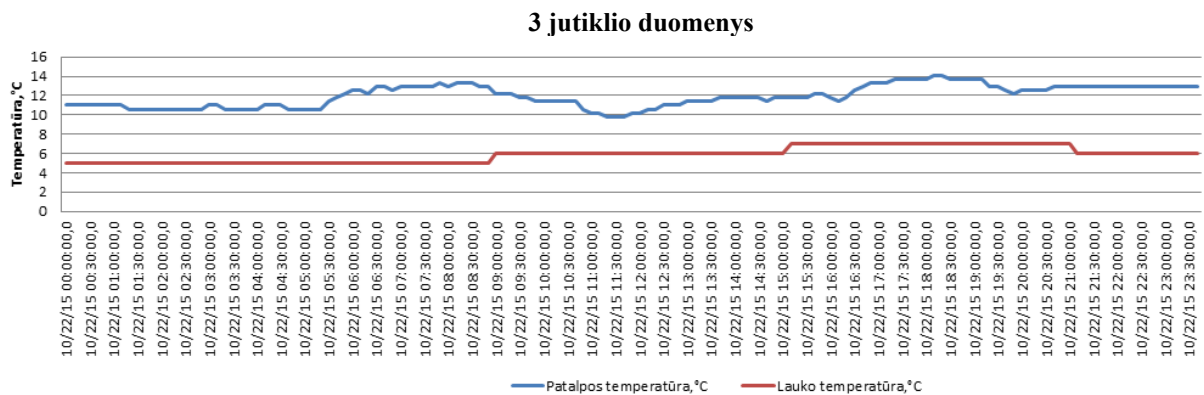


**3.31 pav.** Jutiklio Nr. 2 patalpos ir lauko temperatūros duomenys

Pagal antrojo jutiklio duomenis matoma, kad santykinės drėgmės maksimali reikšmė pasiekama, kai vykdomas melžimo bei plovimo procesas ir išsilaiko dar bent valandą laiko po šių procesų. Oro temperatūra vidutiniškai siekia 10°C. Vykstant technologiniams procesams išsiskiria didesnis šilumos kiekis, todėl oro temperatūra padidėja.



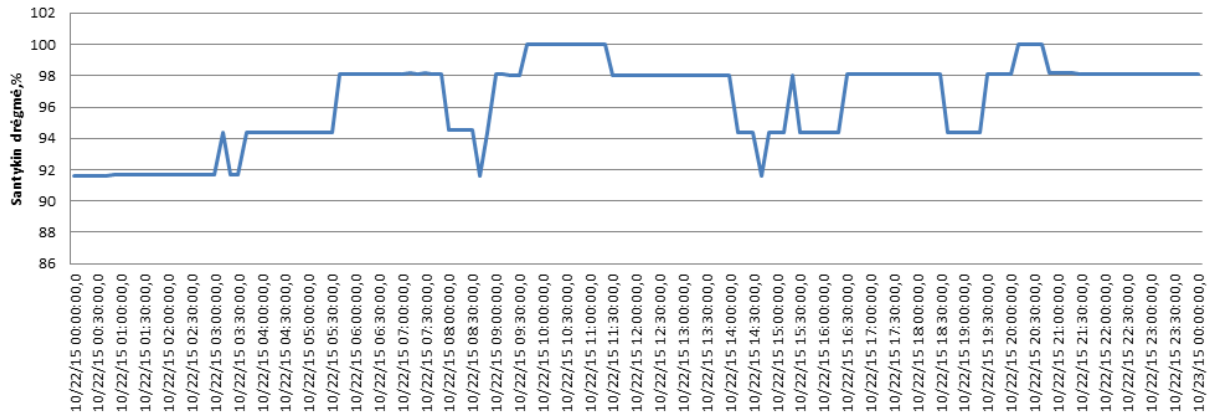
**3.32 pav.** Jutiklio Nr. 3 santykinės drėgmės duomenys



**3.33 pav.** Jutiklio Nr. 3 patalpos ir lauko temperatūros duomenys

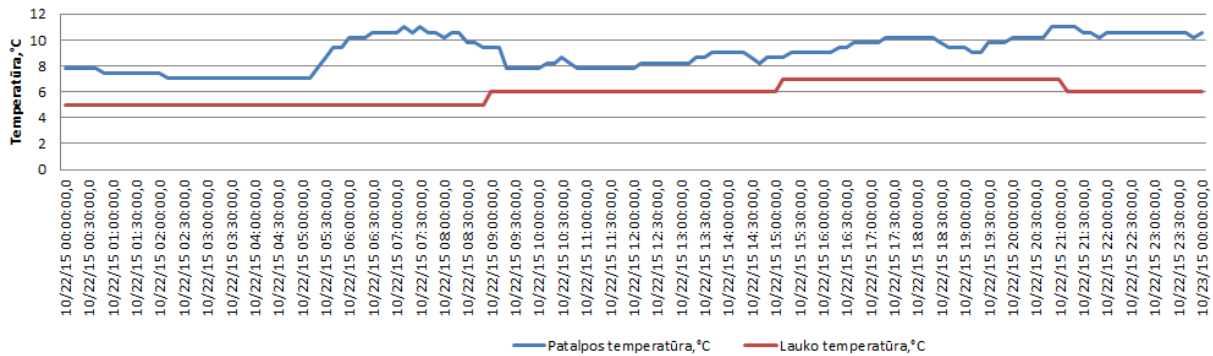
Pagal trečiojo jutiklio duomenis galima pastebėti, kaip nuolat kinta santykinės drėgmės kreivė. Matavimai atlikti ant vidinės pastato sienos, kur atitvara nesiriboja su šaltu paviršiumi, todėl įtakos duomenų parodymams turi kiekvienas veiksmas patalpoje: durų varstymas, žmonių judėjimas. Patalpos temperatūra aukštesnė nei prie išorinės sienos, bet neviršija 14°C.

#### 4 jutiklio duomenys



3.34 pav. Jutiklio Nr. 4 santykinės drėgmės duomenys

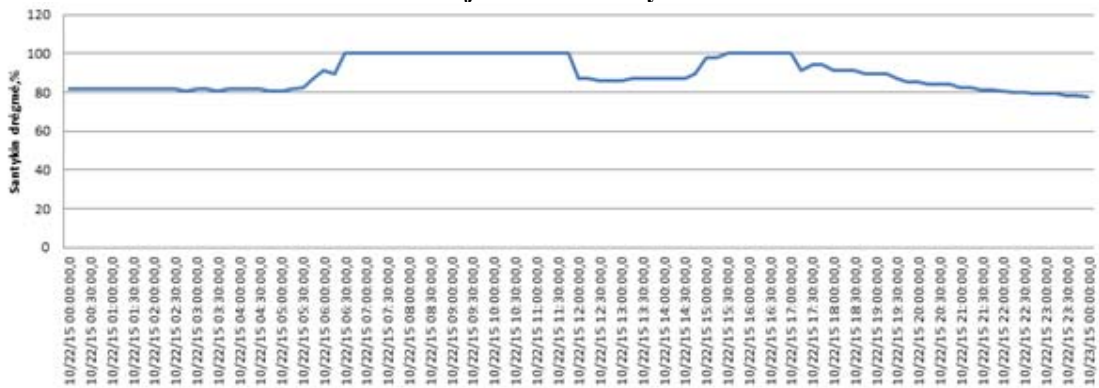
#### 4 jutiklio duomenys



3.35 pav. Jutiklio Nr. 4 patalpos ir lauko temperatūros duomenys

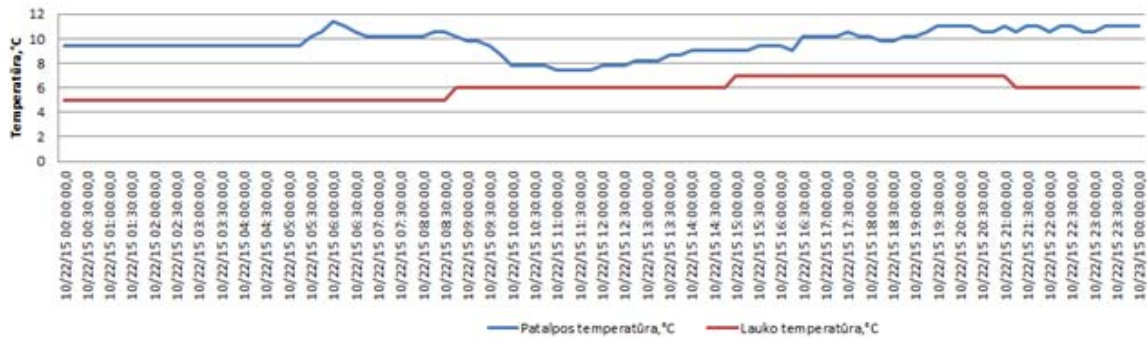
Pagal ketvirtojo jutiklio duomenis matoma, kad santykinės drėgmės maksimali reikšmė pasiekama, kai vykdomas plovimo procesas. Oro temperatūra vidutiniškai siekia 10-11°C.

#### 5 jutiklio duomenys



3.36 pav. Jutiklio Nr. 5 santykinės drėgmės duomenys

### 5 jutiklio duomenys



3.37 pav. Jutiklio Nr. 5 patalpos ir lauko temperatūros duomenys

Pagal penktojo daviklio duomenis matoma (kaip ir pagal antrojo daviklio duomenis), kad santykinės drėgmės maksimali reikšmė pasiekama, kai vykdomas melžimo bei plovimo procesas ir išsilaiko dar bent valandą laiko po šių procesų. Oro temperatūra vidutiniškai siekia 10,5 - 11°C. Gauti duomenys labai nežymiai skiriasi nuo antrojo daviklio parodymų.

3.1 lentelė. Didžiausia skaičiuojamoji galvijų laikymo patalpos oro santykinė drėgmė

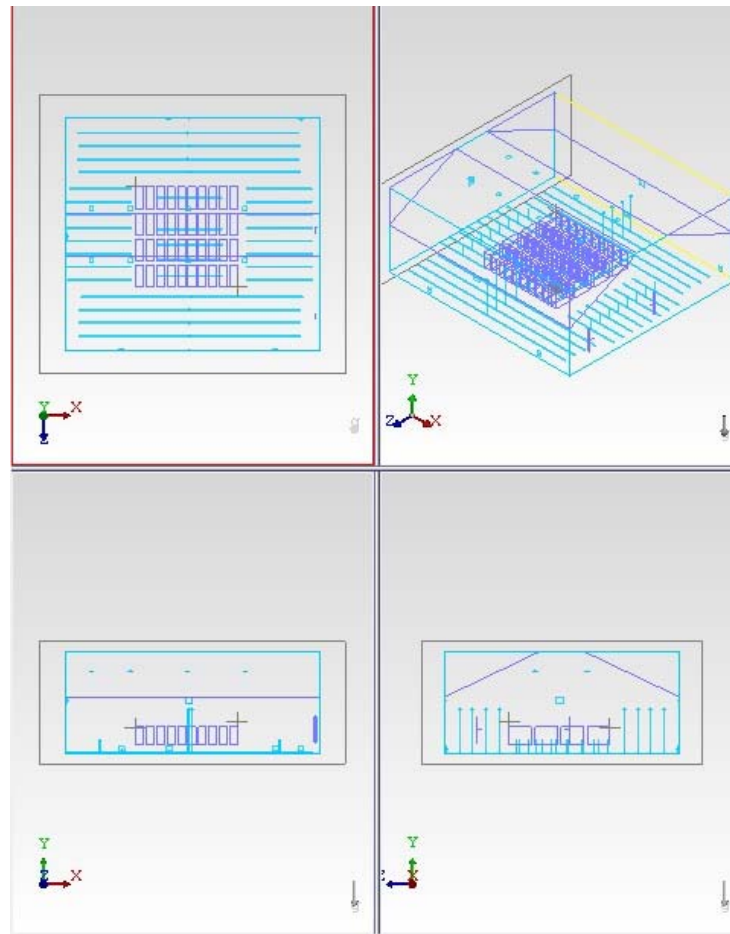
Patalpos temperatūra, $t_i$ °C	5	10	15	20
Patalpos oro santykinė drėgmė, $\varphi_i$ proc.	88	80	72	65

Matoma, kad santykinė oro drėgmė daviklių tvirtinimo vietose viršijo leistinas koncentracijas prie atitinkamų temperatūrų. Taigi patalpoje užsistovi dideli drėgmės kiekiai, neužtikrinama reikalinga temperatūra patalpoje dirbančiam personalui.

### Pastato modelis

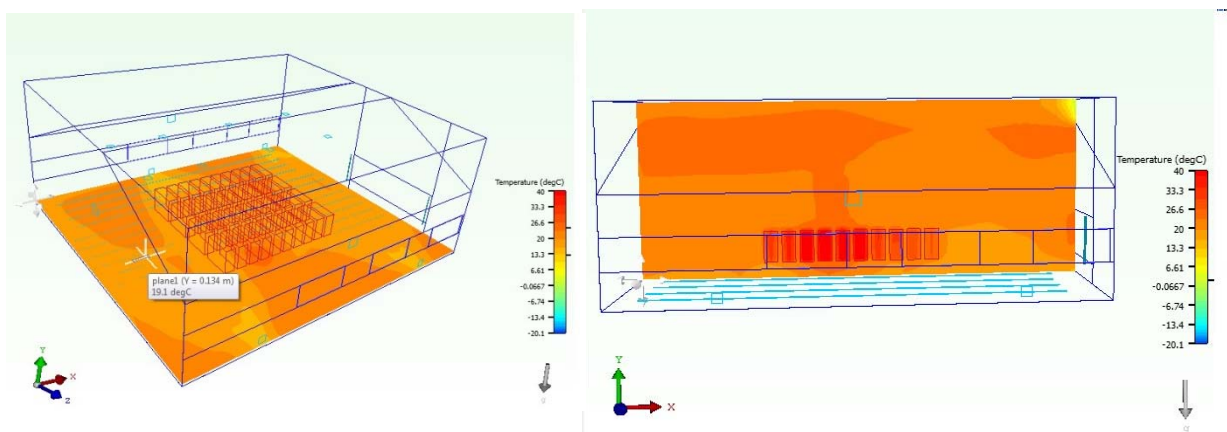
Kaip ir pirmame etape užduotos konstrukcijos išlieka tos pačios. Vietoje oro pritekėjimo angų imituojami ventiliatoriai (programoje fixed flow 1020 m<sup>3</sup>/h, 0,5 m aukštyje) su oro pašildymu, kurie tiekia į patalpą pašildytą 10°C temperatūros orą. Ventiliatorių oro tiekimo kryptis nustatoma 45° kampu, kad tiekiamas oras būtų tiekiamas į grindų konstrukciją. Taip patalpoje labiau pasiskirstys teršalai, oras patalpoje labiau susimaišys. Patalpoje grindinis šildymas paliekamas. Patalpos viršuje 6,3 m aukštyje suformuojami 10 oro ištraukimo difuzorių (fixed flow outflow), kurie šalina po 408 m<sup>3</sup>/h oro iš patalpos. Prie vartų konstrukcijos iš abiejų pusių, šaltam oro srautui sustabdyti įrengiamos vandeninės oro užuolaidos, tiekiančios po 6200 m<sup>3</sup>/h oro srautą, šildymo galingumas 9,3 kW. Darbo zonos komfortinei temperatūrai užtikrinti įrengiami trys vandeniniai oro šildytuvai, šildymo

galingumas po 3,1 kW. Šildytuvai nukreipti 35° kampu į darbo zoną ir montuojami 3,5 m aukštyje nuo esamų grindų paviršiaus. Esama situacija pateikiama 3.38 pav.



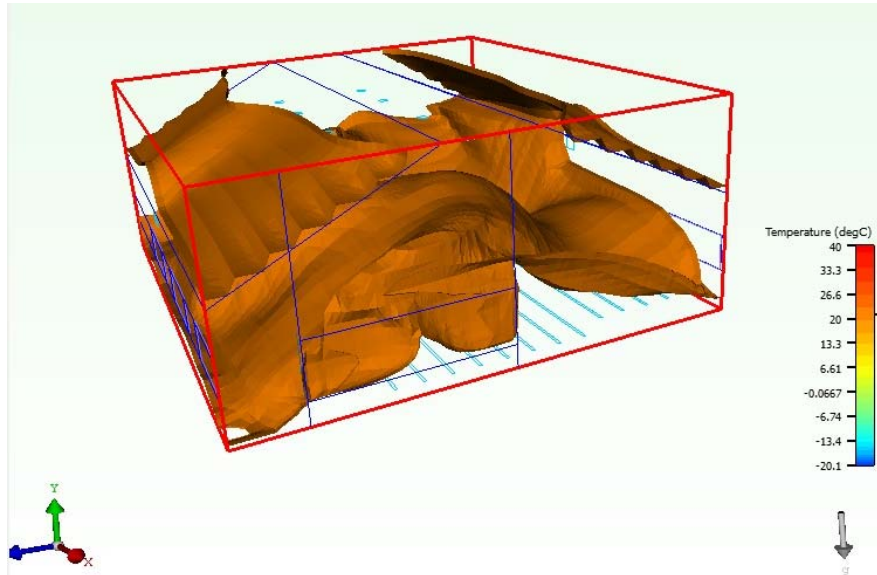
3.38 pav. Pieno bloko modelis

Pagal atliktus programos skaičiavimus galime pastebėti, kad temperatūra patalpoje pasiskirsto tolygiau. Pagal 3.39 pav. matome, kad temperatūra 0,1 m aukštyje nuo grindų paviršiaus siekia iki 19°C. Jaučiami mažesni temperatūrų skirtumai, užtikrinama reikalinga komfortinė patalpos temperatūra.

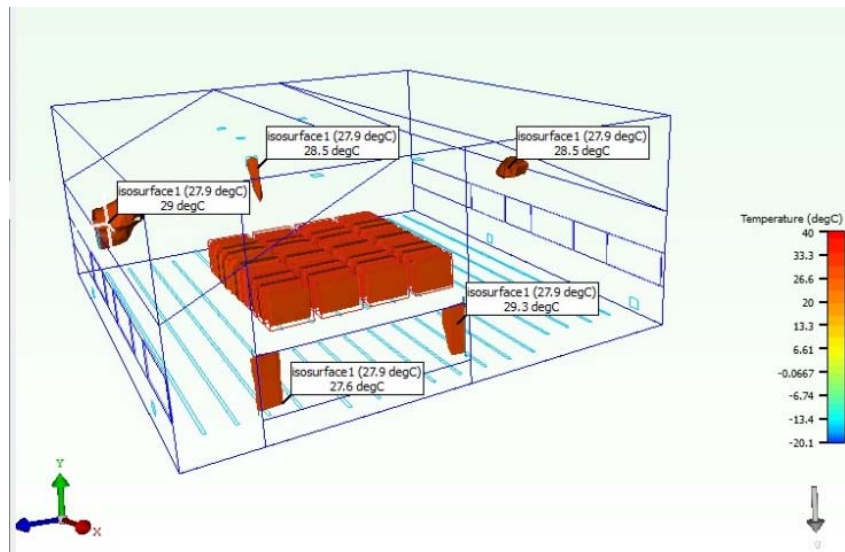


3.39 pav. Temperatūros pasiskirstymas patalpoje

Pagal 3.40 pav. 20°C temperatūra patalpoje tiek darbo zonoje, tiek kitose dalyse pasiskirsto tolygiai. Pagal 3.41 pav. temperatūra prie šilumos šaltinių vidutiniškai siekia apie 30°C. Išpučiamas šiltesnis oras, kuris nukeliavęs iki darbo zonos atvėsta iki reikalingos projektinės temperatūros.

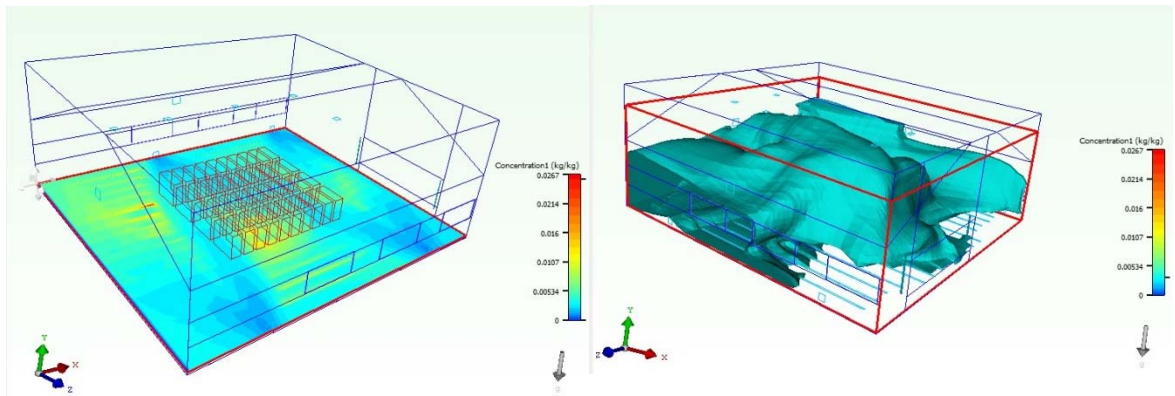


3.40 pav. 20°C temperatūros pasiskirstymas patalpoje



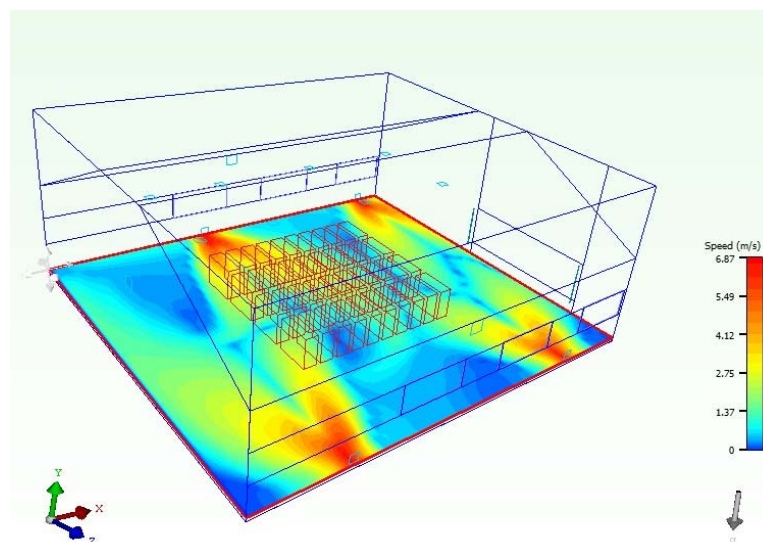
3.41 pav. Temperatūros pasiskirstymas prie šilumos šaltinių

Drėgmės koncentracija patalpoje, pasiskirsto tolygiau. Dalis drėgmės tiesiog nupučiama nuo patalpų grindų paviršiaus, tiekiant į patalpą pašildytą orą 45° kampu iš lauko. Drėgmės kiekis labiau susikaupia patalpos viduryje, kur yra pašalinamas vėdinimo sistema, o likusi dalis tiesiog nudžiovinama su tinkama šildymo sistema, šiuo atveju vandeniniais oro šildytuvais ir oro užuolaidomis.



3.42 pav. Drėgmės koncentracijos pasiskirstymas patalpoje

Didžiausias oro greitis pagal 3.43 pav. susidaro prie grindų paviršiaus, kur yra tiekiamas pašildytas oras iš lauko, taip patalpoje oras susimaišo, tolygiau pasiskirsto patalpos temperatūra.



3.43 pav. Oro greičio pasiskirstymas patalpoje

### 3.4.5 Tyrimo apibendrinimas

Buvo nagrinėjamas žemės ūkio paskirties komplekso 800 karvių pieno bloko pastatas. Šiame pastate vyksta karvių melžimo procesas, kurio metu išsiskiria dideli šilumos ir drėgmės kiekiai, todėl labai sudėtinga užtikrinti, kad patalpoje būtų komfortinė temperatūra žmonėms dirbti bei būtų tinkamai pašalinama drėgmė.

Tyrimo objekto problematika – šildymo ir vėdinimo sistemos veikia netinkamai. Nuolat išsiskiria dideli drėgmės kiekiai, vyksta plovimo procesas, vanduo užsistovi ant grindų

paviršiaus, todėl esamas grindinis šildymas veikia ne pagal paskirtį (veikia grindų džiovinimui). Todėl žiemos metu nagrinėjamoje patalpoje neužtikrinama net 16°C temperatūra. Nuo didelio drėgmės kiekio patalpoje esančios konstrukcijos koroduoja, atsilupa dažai, byra betoninės konstrukcijos.

Esamas pieno bloko pastatas buvo nagrinėjamas pagal tris variantus:

- 1) Analizuojama pieno bloko patalpa pagal parengto techninio projekto sprendinius
- 2) Analizuojama pieno bloko patalpa pagal darbo projekto sprendinius ir pagal faktą (tai yra kaip objektas yra pastatytas šiuo metu)

3) Analizuojami esami šildymo ir vėdinimo sistemų trūkumai, išmatuojami patalpos mikroklimato parametrai (santykinė drėgmė ir vidaus oro temperatūra) „HOBO“ duomenų kaupikliais, siūlomos alternatyvos pagerinti pieno bloko patalpos mikroklimato parametrus.

Atlikus matavimus, taip pat remiantis atskirais variantais buvo sudaryti modeliai „Flovent 10.1“ programa bei parinkta tinkama šildymo ir vėdinimo sistemos nagrinėjamai patalpai.

#### **3.4.6 Išvados**

1) Pagal atliktą tyrimą galima teigti, kad šildymo ir vėdinimo sistemos nagrinėjamame objekte suprojektuotos netinkamai.

2) Remiantis techninio projekto sprendiniais ir sukurtu mikroklimato parametru modeliu, pastebima, kad patalpoje neužtikrinama projektinė temperatūra darbo zonoje. Didžiausia drėgmės koncentracija susidaro ant išorinių lauko sienų.

3) Remiantis darbo projekto pateiktais sprendiniais ir sukurtu mikroklimato parametru modeliu, pastebima, kad patalpoje temperatūra ir drėgmė pasiskirsto tolygiau, tačiau komfortinė temperatūra patalpoje dirbantiems žmonėms neužtikrinama.

4) Atlikus drėgmės ir vidaus temperatūros matavimus „HOBO“ jutikliais, pastebėta, kad vidutinė vidaus oro temperatūra spalio mėnesį svyravo tarp 12-13°C. Didžiausiai drėgmės išsiskyrimai patalpoje buvo po melžimo, tai yra vykstant plovimui.

5) Trečiuoju etapu sukurtu mikroklimato parametru modeliu, įrodoma, kad šildymo ir vėdinimo sistemos veiks tinkamai. Šildymo sistemai bus projektuojami 3 vandeniniai oro šildytuvai po 3,1 kW, taip pat vartų zonoje 2 vandeninės oro užuolaidos po 9,3 kW. Vėdinimo sistemai bus naudojami oro tiekimo ventiliatoriai su pašildymu, kurių srovė nukreipta 45° kampu į grindų konstrukciją, oras bus ištraukiamas viršuje suprojektuotais 10 oro šalinimo difuzoriais.

## 4. PROJEKTAVIMO DALIS

### 4.1. Šildymo dalis

#### 4.1.1. Aiškinamasis raštas

Pieno bloko pastatas bus šildomas iš vietinės skysto kuro katilinės esančios pirmame aukšte. Šilumnešio parametrai 80/60 °C. Šilumnešio parametrai oriniam šildymui – 50/30°C. Sistemos tipas – kolektorinė, dvivamzdė. Projektinė šilumos šaltinio galia – 158,7 kW. Lyginamieji šilumos nuostoliai 60,05 W/m<sup>2</sup>. Pastate numatomi 5 kolektoriai, trys skirti radiatoriniam šildymui, vienas oriniam šildymui ir vienas montuojamas katilinėje. Kolektoriai montuojami į virštinkines kolektorines spinteles. Kolektoriai komplektuojami kartu su automatiniais nuorintojais ir vandens išleidimo kraneliais, taip pat rutuliniais čiaupais kolektorių uždarymui bei balansiniai ventiliai sistemos subalansavimui.

Šildymo prietaisai – plieniniai apatinio prijungimo radiatoriai, oriniai šildytuvai ir oro užuolaidos. Patalpų temperatūros reguliavimui yra numatyti termostatiniai ventiliai su programuojamomis termostatinėmis galvomis. Jų pagalba galima nustatyti paros arba savaitės temperatūrinius režimus. Kompresorinėje ir kuro sandėlyje šildymas neprojektuojamas. Oriniam šildymui šilumnešio temperatūra sumažinama katilinėje esančiame maišymo mazge. Žemiausiose šildymo sistemos vietose projektuojami vandens išleidikliai.

Tiek magistralinis, tiek skirstomasis vamzdynas yra iš daugiasluoksnių vamzdžių. Skirstomieji (daugiasluoksniai) vamzdynai į šildymo prietaisus montuojami grindų konstrukcijoje. Pirmo aukšto grindyse (ant grunto) ir antrame aukšte visi montuojami vamzdynai izoliuojami 10 mm storio putų polistireno kevalais. Vamzdynai, kertantys konstrukcijas turi būti montuojami plieno įvorėse ir atitinkamai izoliuoti.

#### 4.1.2. Projektinės sąlygos

Skaičiavimuose priimti lauko oro parametrai pagal Marijampolės miesto šalčiausio penkiadienio temperatūras:

a) lauko oro - šaltuoju metu  $t_{is} = -22$  °C,

Patalpų oro temperatūrų vertės parenkamos iš HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir viešosios paskirties pastatų mikroklimatas“, iš lentelės „Rekomenduojamos viešosios paskirties pastatų įvairių patalpų temperatūrų vertės šildymo sezonu“ [2]:

b) vidaus oro - šaltuoju metu  $t_{vid} = +17-22$  °C.



### 4.1.3. Šilumos nuostolių skaičiavimas

Patalpų šilumos nuostoliai pasireiškia trimis skirtingais būdais: per atitvaras, ilginius šiluminius tiltelius, dėl infiltracijos ir išorinių durų varstymo. Šilumos nuostolių skaičiavimas reikalingas pastato šildymo sistemos galios nustatymui, prietaisų parinkimui.

$$P_h = \Sigma\Phi_{el} + \Sigma\Phi_{\psi} + \Sigma\Phi_v \quad (4.1)$$

$P_h$  – projektinė šildymo sistemos galia, W.

$\Sigma\Phi_{el}$  – šilumos nuostoliai per atitvaras, W.

$\Sigma\Phi_{\psi}$  – šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius, W.

$\Sigma\Phi_v$  – šilumos nuostoliai dėl infiltracijos ir išorinių durų varstymo, W.

Skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.2 lentelėje. Detalesni skaičiavimai pateikiami 1, 2, 3 prieduose.

Lyginamieji šilumos nuostoliai nustatomi:

$$q_{lyg} = \frac{\Sigma P_h}{A_{\text{s.p.}}} = \frac{47256,57}{786,97} = 60,05 \text{ W/m}^2 \quad (4.2)$$

čia:  $P_h$  – suminiai pastato šilumos nuostoliai;

$A_{\text{s.p.}}$  – šildomų patalpų plotas.

4.2. lentelė. Šilumos nuostolių suvestinė

Patalpos Nr.	Patalpos pavadinimas	Projektinė patalpos temperatūra	Šilumos nuostoliai per atitvaras	Šilumos nuostoliai per ilginius tiltelius	Šilumos nuostoliai dėl infiltracijos ir išorinių durų varstymo	Šildymo galia
101	Koridorius	18 °C	6,94 W/K	0,81 W/K	92,17 W/K	3997 W
102	Moterų persirengimo patalpa	22 °C	9,50 W/K	0,99 W/K	4,75 W/K	671 W
103	WC	22 °C	0,38 W/K	0,00 W/K	0,79 W/K	52 W
104	WC	22 °C	0,38 W/K	0,00 W/K	0,78 W/K	52 W
105	Vyrų persirengimo patalpa	22 °C	4,50 W/K	0,90 W/K	4,72 W/K	446 W
106	Skalbykla – valytojos patalpa	18 °C	5,32 W/K	1,71 W/K	4,24 W/K	451 W
107	Virtuvė	20 °C	10,89 W/K	1,42 W/K	7,76 W/K	844 W
108	Laiptinė	18 °C	4,38 W/K	0,81 W/K	80,98 W/K	3447 W
109	Tech. apžiūros patalpa	18 °C	4,67 W/K	1,16 W/K	7,06 W/K	516 W
110	Techninė patalpa	18 °C	30,62 W/K	3,15 W/K	46,60 W/K	3215 W
112	WC	22 °C	0,38 W/K	0,00 W/K	1,53 W/K	85 W
113	Aparatinė	18 °C	1,86 W/K	0,00 W/K	7,54 W/K	376 W
114	Chemikalų patalpa	18 °C	0,57 W/K	0,00 W/K	2,29 W/K	115 W
115	Sandėlis	18 °C	1,22 W/K	0,00 W/K	4,95 W/K	248 W
116	Generatorinė	18 °C	6,55 W/K	0,96 W/K	3,66 W/K	447 W
117	Katilinė	18 °C	6,83 W/K	1,19 W/K	8,27 W/K	652 W
118	Pieno blokas	18 °C	161,66 W/K	12,11 W/K	486,57 W/K	26414 W

119	Techninė patalpa	20 °C	9,29 W/K	0,97 W/K	3,38 W/K	546 W
201	Holas	18 °C	10,01 W/K	1,06 W/K	12,50 W/K	943 W
202	WC	22 °C	4,98 W/K	0,41 W/K	2,10 W/K	405 W
203	WC	22 °C	1,98 W/K	0,26 W/K	1,41 W/K	161 W
204	Pagalbinė patalpa	18 °C	4,05 W/K	0,55 W/K	2,92 W/K	301 W
205	Kabinetas	20 °C	22,64 W/K	3,17 W/K	9,88 W/K	1499 W
206	Kabinetas	20 °C	6,38 W/K	0,36 W/K	7,58 W/K	602 W
207	Kabinetas	20 °C	6,42 W/K	0,37 W/K	7,57 W/K	603 W
208	Konferencijų salė	20 °C	20,32 W/K	23,67 W/K	23,67 W/K	1898 W

#### 4.1.4. Projektinė šilumos šaltinio galia

$$\Sigma P_h = 47257$$

Šilumos šaltinio projektinė šiluminė galia apskaičiuojama:

$$P = \frac{1,07 \times \Sigma P_h}{\eta_2 \times \eta_3} = \frac{1,07 \times 47257}{0,87 \times 0,97} = 59918,23 \text{ W} = 59,92 \text{ kW} \quad (4.3)$$

$\eta_2$  - šilumos šaltinio naudingumo koeficientas (skysto kuro katilas, automatinis reguliavimas 0,87).

$\eta_3$  - šildymo sistemos magistralinių skirstomųjų vamzdynų termoizoliacijos naudingumo koeficientas (vamzdynų termoizoliacija atitinka reikalavimus 0,97).

#### 4.1.5. Šildymo prietaisų skaičiavimas ir parinkimas

Patalpoms, kuriose planuojamas radiatorinis šildymas, šilumos nuostoliams padengti suprojektuoti plieniniai plokščių radiatoriai. Skaičiuojant parenkamas koeficientas  $f$ , kuris įvertina šiluminį režimą bei koeficientas  $\beta$ , kuris priklauso nuo prietaiso įrengimo patalpoje.

Reikalingas šildymo prietaiso galingumas gaunamas:

$$P_{s.pr.} = P_h * \beta * f \quad (4.4)$$

čia:  $P_h$  – šildymo prietaiso galia;

$\beta$  - koeficientas nurodantis prietaiso įrengimą patalpoje (kai kliūčių nėra – 1, kai radiatorius po palangę – 1,05).

$f$  – perskaičiavimo koeficientas. Parodo kiek procentų didesnis ar mažesnis šildymo prietaisas reikalingas esant nuokrypiams nuo standartinės tiekiamo ir grįžtamo šilumnešio temperatūros.

Parenkamas prietaiso galingumas, kuris patenka į 5-10 % ribas  $P_{s.pr.}$ . Realus galingumas gaunamas:

$$P_{realus} = \frac{P_{par}}{f} \quad (4.5)$$

Šilumos prietaiso talpa nustatoma pagal jo tipą ir aukštį. Šilumos prietaisų parinkimas vaizduojamas 4.3 lentelėje.

#### 4.3. lentelė. Šildymo prietaisų suvestinė

Pat. Nr.	P <sub>h</sub> , W	q <sub>tiok</sub> , °C	q <sub>gr</sub> , °C	q <sub>i</sub> , °C	P <sub>par.</sub> , W	Prietaisų sk.	Šildymo prietaiso		
							matmenys	tipas	talpa, l
1	2	3	4	5	9	11	12	13	14
101	3997	80	60	18	2097	2	500x1400	22	
102,103	692	80	60	22	708	1	500x900	11	
104,105	477	80	60	22	551	1	500x700	11	
106	451	80	60	18	523	1	500x600	11	
107	843	80	60	20	924	1	500x1100	11	
108	3447	80	60	18	3638	1	500x1800	33	
109	516	80	60	18	523	1	500x600	11	
110	3244	80	60	18	1648	2	500x1100	22	
112	84	80	60	22	192	1	500x400	10	
113	376	80	60	18	436	1	500x500	11	
114	114	80	60	18	214	1	500x400	10	
115	247	80	60	18	267	1	500x500	10	
116	446	80	60	18	523	1	500x600	11	
117	651	80	60	18	698	1	500x800	11	
118	26565	50	30	18	3100 9300	3 2	515x570x313 1562x639x549	-	
119	546	80	60	18	611	1	500x700	11	
201	943	80	60	18	1049	1	500x700	22	
202	405	80	60	22	472	1	500x600	11	
203	160	80	60	22	192	1	500x400	10	
204	301	80	60	18	349	1	500x400	11	
205	1499	80	60	20	750	2	500x900	11	
206	601	80	60	20	664	1	500x800	11	
207	603	80	60	20	664	1	500x800	11	
208	1897	80	60	20	995	2	500x1200	11	

#### 4.1.5. Šildymo kaloriferių parinkimas (prie oro tiekimo ventiliatorių)

Apskaičiuojama šildymo kaloriferio galia:

Į patalpą tiekiamo oro temperatūra +10°C, išorės oro temperatūra -22°C, ventiliatoriaus tiekiamas oro srautas žiemos metu 1020 m<sup>3</sup>/h.

$$N=0,278 \times L_t \times c \times (t_t - t_0) = 0,278 \times 1020 \times 1,2 \times (10 - (-22)) = 10,9 \text{ kW} \quad (4.6)$$

Reikalingi keturi kaloriferiai po 10,9 kW. Bendra kaloriferių šildymo galia 43,6 kW.

#### 4.1.6. Šildymo sistemos hidraulinė skaičiuotė

Šildymo sistemos hidraulinė skaičiuotė atliekama tam, kad sužinotume kokie hidrauliniai pasipriešinimai yra sistemoje ir naudojantis šiais duomenimis parinktume cirkuliacinius siurblius. Hidraulinė skaičiuotė atliekama tiek radiatoriniam šildymui, tiek oriniam šildymui.

Braižoma aksonometrinė schema, suskirstomi ruožai su skirtinga šilumine galia ir ilgiais. Šilumnešio srautas pratekantis kiekviename ruože apskaičiuojamas:

$$G = \frac{0,86 \times P}{t_{tik} - t_g} \times \beta_1 \times \beta_2 \quad (4.7)$$

Nustatomas ruožo ilgis, iš vamzdžių gamintojų pateikiamų lentelių parenkame vandens tekėjimo greitį  $v$ , vamzdžio skersmenį  $d$ , taip pat vamzdynų slėgio nuostolius dėl trinties  $R$ . Pagal esamas ruožo vietines kliūtis surandame ir apskaičiuojame slėgio nuostolius dėl kliūčių (alkūnių, trišakių, perėjimų).

Skaičiuojama 1 ruožas radiatoriniam šildymui ir 1 ruožas oriniam šildymui. Pagal gautus žiedo slėgio nuostolius, parenkami du cirkuliaciniai siurbliai. Nustatomas absoliutinis ir procentinis slėgių skirtumas tarp hidrauliškai nepatogiausio ir hidrauliškai patogiausio žiedo, kad būtų galima parinkti balansuojančią armatūrą. Šildymo sistemos hidrauliniai skaičiavimai pateikiami 4 priede.

#### **4.1.7. Šildymo sistemos pagrindinių įrenginių parinkimas**

##### **Cirkuliacinių siurblių parinkimas**

Projektuojamai šildymo sistemos cirkuliacijai palaikyti reikalingas cirkuliacinis siurblys, kuris parenkamas atsižvelgiant į didžiausią suminį vandens srautą ir nepatogiausio žiedo slėgio nuostolius. Parenkami du siurbliai, vienas – radiatorinio šildymo kontūrams, kitas – orinio šildymo kontūrams. Radiatorinio šildymo nepatogiausio žiedo slėgio nuostoliai 18,69 kPa, srautas – 1,14 m<sup>3</sup>/h. Orinio šildymo nepatogiausio žiedo slėgio nuostoliai 26,82 kPa, srautas – 0,9 m<sup>3</sup>/h. Parinkti cirkuliaciniai siurbliai ir jų darbo kreivės pateikiamos 10 priede.

##### **4.1.8. Katilinės projektavimas**

Pastatas šilumą gauna iš vietinės skysto kuro katilinės įrengtos pastato pirmame aukšte. Katilo galingumas paskaičiuotas taip, kad būtų užtikrintas šilumos tiekimas šildymui ir vėdinimui šaltuoju laikotarpiu -22°C.

Pastato šilumos poreikiai:

šildymui – 86,3 kW

karštam vandeniui - 17 kW.

vėdinimui 55,4 kW

Katilinėje numatytas vienas 160 kW skysto kuro (kuras - dyzelinis) katilas su moduluojančio galingumo degikliu (60-100%), kuris tiekia šilumą į kolektorių, iš kur šiluma

paskirstoma šilumos vartotojams. Katilinėje numatytas kolektorius, iš kurio vamzdynai skirstomi šildymo, vėdinimo ir karštojo vandentiekio sistemoms. Lauke suprojektuotas išorės temperatūros jutiklis, kuris duoda signalą valdikliui. Valdiklis pagal išorės lauko temperatūrą, valdo šildymo sistemos temperatūrą, siurblių darbą. Šalia katilinės, priestate, suprojektuota plieninė kuro talpykla. Taip pat katilinėje projektuojamas 1000l vandens šildytuvas, išsiplėtimo indai, cirkuliaciniai siurbliai ir kita reikalinga armatūra. Automatika katilinės valdymui komplektuojama kartu su katilu.

Degimo produktai šalinami nerūdijančio plieno DN160 dūmtraukiu, kuris katilinės patalpoje izoliuojamas nedegia 50 mm šilumos izoliacija. Dūmtraukis lauke izoliuojamas 25 mm nedegia šilumos izoliacija ir apskardinamas cinkuoto plieno lakštais, įrengiamas kondensato nuvedimą iš dūmtraukio. Dūmtraukis iškeliamas virš aukščiausios stogo vietos 0,5 m.

#### 4.1.9. Sąnaudų kiekių žiniaraštis

4.5. lentelė. Sąnaudų kiekių žiniaraštis

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1.	Plieninis apatinio pajungimo radiatorius, komplekte: termostatinis ventilis su išankstinio nustatymo funkcija, nuorinimo ventilis, pakabinimo laikikliai, $t_{maks} = 110^{\circ}C$ , $p_d = 10$ bar 192 W (80/60/20°C), 10-500-400	vnt.	3	-
2.	Tas pats, 267 W, 10-500-500	vnt.	1	-
3.	Tas pats, 349 W, 11-500-400	vnt.	1	-
4.	Tas pats, 436 W, 11-500-500	vnt.	1	-
5.	Tas pats, 523 W, 22-500-600	vnt.	4	-
6.	Tas pats, 551 W, 11-500-700	vnt.	2	-
7.	Tas pats, 698 W, 11-500-800	vnt.	3	-
8.	Tas pats, 708 W, 11-500-900	vnt.	3	-
9.	Tas pats, 924 W, 11-500-1100	vnt.	1	-
10.	Tas pats, 995 W, 11-500-1200	vnt.	2	-
11.	Tas pats, 1049 W, 22-500-700	vnt.	1	-
12.	Tas pats, 1668 W, 22-500-1100	vnt.	2	-
13.	Tas pats, 2097 W, 22-500-1400	vnt.	2	-
14.	Tas pats, 3638 W, 33-500-1800	vnt.	1	-
15.	Vandeninis oro šildytuvas, galia 3,1 kW, oro srautas 2000 m <sup>3</sup> /h, matmenys 515x570x313	vnt.	3	-
16.	Vandeninė oro užuolaida, galia 9,3 kW, oro srautas 6200 m <sup>3</sup> /h, matmenys 1562x639x549	vnt.	2	-
17.	Termostatinė galva	vnt.	27	-
18.	H tipo radiatoriaus jungtis	vnt.	27	-
19.	Virštinkinė kolektorinė spintelė, 11 žiedų, 795x710x120 mm	vnt.	1	-
20.	Virštinkinė kolektorinė spintelė, 10 žiedų, 795x660x120 mm	vnt.	1	-
21.	Tas pats, 6 žiedai, 435x760x120 mm	vnt.	1	-
22.	Tas pats, 5 žiedai, 435x710x120 mm	vnt.	1	-
23.	Tas pats, 2 žiedai, 350x660x120 mm	vnt.	1	-

24.	Automatinis oro išleidiklis	vnt.	12	-
25.	Radiatorinio šildymo kolektorius, 11 žiedų	vnt.	1	-
26.	Radiatorinio šildymo kolektorius, 10 žiedų	vnt.	1	-
27.	Radiatorinio šildymo kolektorius, 6 žiedų	vnt.	1	-
28.	Radiatorinio šildymo kolektorius, 5 žiedų	vnt.	1	-
29.	Kolektorius oriniam šildymui, 2 žiedų	vnt.	1	-
30.	Rutulinis čiapas Ø50	vnt.	2	-
31.	Tas pats, Ø40	vnt.	2	-
32.	Tas pats, Ø32	vnt.	2	-
33.	Tas pats, Ø26	vnt.	2	-
34.	Tas pats, Ø20	vnt.	2	-
35.	Balansinis ventilis, $K_v = 1,05$ , $t_{maks} = 120^\circ\text{C}$	vnt.	1	-
36.	Balansinis ventilis, $K_v = 4,53$ , $t_{maks} = 120^\circ\text{C}$	vnt.	1	-
37.	Balansinis ventilis, $K_v = 0,47$ , $t_{maks} = 120^\circ\text{C}$	vnt.	1	-
38.	Balansinis ventilis, $K_v = 1,72$ , $t_{maks} = 120^\circ\text{C}$	vnt.	1	-
39.	Balansinis ventilis, $K_v = 2,50$ , $t_{maks} = 120^\circ\text{C}$	vnt.	1	-
40.	Daugiasluoksnis PE-Xc/AL/ PE-Xc vamzdis, $t_{maks} = 95^\circ\text{C}$ , $p_d = 10$ bar, 50x4 mm;	m <sup>c</sup>	10	-
41.	Tas pats, 40x3,5 mm;	m <sup>c</sup>	8	-
42.	Tas pats, 32x3 mm;	m <sup>c</sup>	38	-
43.	Tas pats, 26x3 mm;	m <sup>c</sup>	34	-
44.	Tas pats, 20x2 mm;	m <sup>c</sup>	230	-
45.	Tas pats, 18x2 mm;	m <sup>c</sup>	50	-
46.	Tas pats, 16x2 mm;	m <sup>c</sup>	513	-
47.	Pūsto polietileno vamzdžių izoliacija 50x10 mm	m <sup>c</sup>	10	-
48.	Tas pats, 40x10 mm	m <sup>c</sup>	8	-
49.	Tas pats, 32x10 mm	m <sup>c</sup>	38	-
50.	Tas pats, 26x10 mm	m <sup>c</sup>	34	-
51.	Tas pats, 20x10 mm	m <sup>c</sup>	230	-
52.	Tas pats, 18x10 mm	m <sup>c</sup>	50	-
53.	Tas pats, 16x10 mm	m <sup>c</sup>	513	-
54.	Patalpos termostatas	vnt.	1	-
55.	Dviegis vožtuvas su servo pavara (Belimo), 3/4" pajungimas, 6.5 m <sup>3</sup> /h kvs, pilnai atsidaro per 18 s, IP20	vnt.	1	-
56.	Fasoninės dalys	kompl.	1	-
57.	Šildymo sistemos montavimas	m	883	-
58.	Šildymo sistemos hidraulinis išbandymas	m	883	-
<b>Katilinės įrenginiai</b>				
1.	Skysto kuro katilas 160 kW	vnt.	1	-
2.	Cirkuliacinis siurblys radiatorinio šildymo sistemai, 1,14 m <sup>3</sup> /h, 1,9 m. El duomenys: 230V/50Hz. Terpė: vanduo.	vnt.	1	-
3.	Cirkuliacinis siurblys orinio šildymo sistemai, 0,9 m <sup>3</sup> /h, 2,7 m. El duomenys: 230V/50Hz. Terpė: vanduo.	vnt.	1	-

## 4.2. Vėdinimo dalis

### 4.2.1. Aiškinamasis raštas

Esamame pieno bloko pastate yra suprojektuotos 2 vėdinimo sistemos. P-1 įrenginys aprūpins administracines ir buitines patalpas, o P- 2 įrenginys – pieno bloko patalpą. Suprojektuoti du atskiri vėdinimo įrenginiai. Administracinių patalpų įrenginys bus

įrengiamas antro aukšto pastogės erdvėje, o P-2 sistemos įrenginys bus montuojamas pieno bloko patalpos viršutinėje dalyje ant specialios platformos. P-1 sistemos tiekiamo oro kiekis +2055 m<sup>3</sup>/h, šalinamo oro kiekis -1696 m<sup>3</sup>/h, o P-2 sistemos šalinamo oro kiekis -4080 m<sup>3</sup>/h. I-1, I-2 sistemos vietinės, jomis užterštas oras iš tualetų patalpų bus šalinamas kanaliniais ventiliatoriais į lauką. N-1 ir N-2 – natūralaus vėdinimo sistemos, kuriomis oras šalinamas iš generatorinės ir katilinės patalpų. Oras pritekės į šias patalpas per groteles sienoje. Šiose patalpose užtikrinama vienkartinė oro apykaita. Oras į atskiras patalpas tiekiamas ir šalinamas lubiniais oro tiekimo ir šalinimo skirstytuvais ir difuzoriais.

P-1 įrenginio oro paėmimo grotelės montuojamos sienoje – ortakis nuo įrenginio iki sienos izoliuojamas. Oro šalinimas iš vėdinimo įrenginių bus išvedamas pro stogą. Taip šalinamas iš patalpų oras bus išmetamas tiesiai į lauką, nepakenkiant imamo iš lauko oro kokybei. Vėdinimo sistemų išvadai apsaugomi stogeliais ir grotelėmis nuo atmosferinių kritulių ir paukščių patekimo į vėdinimo sistemą. Triukšmo mažinimui sistemoje prie įrenginio suprojektuoti triukšmo slopinimo įtaisai.

#### 4.2.2. Oro kiekiai patalpų vėdinimui

Oro kiekiai žemės ūkio paskirties pastato patalpų vėdinimui parenkami naudojantis STR 2.09.02:2005 “Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas” 1 priedo lentelę “Oro kiekio projektinės reikšmės” [3] bei „Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklėmis“ ŽŪ TPT 01:2009 [15].

4.6 lentelė. Oro kiekis patalpoje, tenkantis 100 kg galvijo masės ir galvijui

Rodikliai	Karvėms ir priaugliui, virš 12 mėn.	Naujagimiams veršeliams	Veršeliams, nuo 2 sav. iki 4 mėn.	Veršeliams ir priaugliui, nuo 4 iki 12 mėn.
Oro kiekis, tenkantis 100 kg galvijo svorio, m <sup>3</sup> /h:				
žiema	17	-	-	-
pavasarij ir rudeni	35	-	-	-
vasara	70	-	-	-

Parinkta, kad galvijai sveria apie 600 kg, viso pieno bloko pastate vienu metu būna iki 40 galvijų. Pagal reglamentuojamas tiekiamo ir šalinimo oro kiekių reikšmes buvo parinkti oro kiekiai, kurie užtikrins tinkamą patalpų mikroklimatą. Parinkti oro kiekiai pateikiami 4.7 lentelėje.

4.7. lentelė. Reglamentuojami ir parinkti oro kiekiai patalpų vėdinimui

Sistemos žymuo	Patalpos Nr.	Pavadinimas	Patalpos plotas, m <sup>2</sup>	Reglamentuojamas tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Reglamentuojamas šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Parentkamas tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Parentkamas šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h
I-1	103	WC	2,14	-	72,0	-	72
I-1	104	WC	2,13	-	72,0	-	72
I-2	112	WC	4,16	-	72,0	-	72
I-1	202	WC	6,73	-	72,0	-	72
I-1	203	WC	4,53	-	72,0	-	72
N-1	116	Generatorinė	9,02	33	33	33	33
N-2	117	Katilinė	10,87	33	33	33	33
<b>Σ</b>						66	426
<b>P-1</b>	202	WC	6,73	72,0	-	72	-
	203	WC	4,53	72,0	-	72	-
	101	Koridorius	30,32	54,6	-	72	-
	102	Moteryų persirengimo patalpa	11,72	211,0	158,4	230	158
	105	Vyrų persirengimo patalpa	11,65	209,7	158,4	230	158
	106	Skalbykla – valytojos patalpa	10,45	-	150,5	150	150
	107	Virtuvė	19,15	68,9	-	69	69
	109	Tech. apžiūros patalpa	17,41	22,6	-	23	23
	110	Techninė patalpa	61,27	79,7	-	80	80
	113	Aparatinė	20,45	73,6	-	74	74
	114	Chemikalų patalpa	6,21	-	89,4	89	89
	115	Sandėlis	13,44	-	193,5	194	194
	119	Techninė patalpa	8,33	10,8	-	40	40
	201	Holas	36,42	65,6	-	66	-
	204	Pagalbinė patalpa	9,35	33,7	-	34	100
	205	Kabinetas	31,65	113,9	-	114	114
206	Kabinetas	24,28	87,4	-	87	87	
207	Kabinetas	24,25	87,3	-	87	87	
208	Konferencijų salė	75,84	273,0	-	273	273	
<b>Σ</b>						2055	1696
<b>P-2</b>	118	Pieno blokas (vasarą)	332,48	16800	16800	16800	16800
		Pieno blokas (žiema)	332,48	4080	4080	4080	4080
		Pieno blokas (pavasarij ir rudenį)	332,48	8400	8400	8400	8400



### 4.2.3. Oro tiekimo difuzorių parinkimas

Oro skirstytuvai parenkami pagal firmų gamintojų katalogus. Skirstytuvus parenkame atsižvelgiant į:

- 1) Atstumas A tarp dviejų oro skirstytuvų, kai oras pučiamas vienas kito kryptimi;
- 2) Atstumas B iki artimiausios sienos;
- 3) Atstumas C nuo skirstytuvo iki darbo zonos erdvės.

Atstumas nuo skirstytuvo iki darbo zonos randamas iš darbo patalpų aukščio atėmę darbo zonos aukštį:  $C = 3,0 - 1,8 = 1,2$  m. Kiekvienam skirstytuvui parinkti naudojama nelygybė:

$$0,75 \times \left(\frac{A}{2} + C\right) \leq l_{0,2} \leq \left(\frac{A}{2} + C\right) \quad (4.8)$$

$$0,75 \times (B + C) \leq l_{0,2} \leq (B + C) \quad (4.9)$$

Parinkimo duomenys pateikiami 4.8 lentelėje.

**4.8. lentelė.** Oro tiekimo difuzorių parinkimas

Patalpos Nr.	Pavadinimas	Difuzorius	L0,2	Debitas	Garso lygis	Slėgio nuostoliai	Prietaisų kiekis
202	WC	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,6-2,1	72	20 dB	90 Pa	1
203	WC	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,4-1,8	72	20 dB	90 Pa	1
101	Koridorius	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,5-2,0	72	20 dB	90 Pa	1
102	Moterų persirengimo patalpa	Apvalus, Ø200, oras išpučiamas visomis kryptimis	2,0-2,6	230	19 dB	100 Pa	1
105	Vyrų persirengimo patalpa	Apvalus, Ø200, oras išpučiamas visomis kryptimis	2,0-2,6	230	19 dB	100 Pa	1
106	Skalbykla – valytojos patalpa	Apvalus, Ø160, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,9-2,5	150	25 dB	130 Pa	1
107	Virtuvė	Apvalus, Ø100, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,9-2,5	69	25 dB	150 Pa	1
109	Tech. apžiūros patalpa	Apvalus, Ø100, oras išpučiamas viena kryptimi	1,4-1,9	23	10 dB	40 Pa	1
110	Techninė patalpa	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,7-2,3	80	20 dB	90 Pa	1
113	Aparatinė	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,6-2,2	74	20 dB	90 Pa	1
114	Chemikalų patalpa	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,5-2,0	89	23 dB	95 Pa	1

115	Sandėlis	Apvalus, Ø160, oras išpučiamas visomis kryptimis	2,3-3,0	194	25 dB	160 Pa	1
119	Techninė patalpa	Apvalus, Ø100, oras išpučiamas viena kryptimi	1,5-2,0	40	15 dB	70 Pa	1
201	Holas	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas viena kryptimi	2,0-2,6	66	10 dB	40 Pa	1
204	Pagalbinė patalpa	Apvalus, Ø100, oras išpučiamas viena kryptimi	1,7-2,2	34	17 dB	60 Pa	1
205	Kabinetas	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	2,2-2,9	114	27 dB	150 Pa	1
206	Kabinetas	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,8-2,4	87	23 dB	100 Pa	1
207	Kabinetas	Apvalus, Ø125, oras išpučiamas visomis kryptimis	1,8-2,4	87	23 dB	100 Pa	1
208	Konferencijų salė	Apvalus, Ø160, oras išpučiamas visomis kryptimis	2,0-2,6	137	25 dB	130 Pa	2

#### 4.2.4. Oro šalinimo difuzorių parinkimas

Oro šalinimo skirstytuvai parenkami pagal firmų gamintojų katalogus. Parenkat atsižvelgiama į reikalingą šalinamo oro debitą bei garso lygį sistemoje. Parinkimo duomenys pateikiami 4.9 lentelėje.

4.9. lentelė. Oro šalinimo difuzorių parinkimas

Patalpos Nr.	Pavadinimas	Difuzorius	Debitas	Garso lygis	Slėgio nuostoliai	Prietaisų kiekis
103	WC	Buitinis ventiliatorius	72	-	-	1
104	WC	Buitinis ventiliatorius	72	-	-	1
112	WC	Buitinis ventiliatorius	72	-	-	1
202	WC	Buitinis ventiliatorius	72	-	-	1
203	WC	Buitinis ventiliatorius	72	-	-	1
102	Moterų persirengimo patalpa	Stačiakampis, Ø250	158	20 dB	35 Pa	1
105	Vyrų persirengimo patalpa	Stačiakampis, Ø250	158	20 dB	35 Pa	1
106	Skalbykla – valytojos patalpa	Stačiakampis, Ø250	150	18 dB	30 Pa	1
107	Virtuvė	Stačiakampis, Ø125	69	25 dB	60 Pa	1
109	Tech. apžiūros patalpa	Stačiakampis, Ø125	23	2 dB	12 Pa	1
110	Techninė patalpa	Stačiakampis, Ø160	80	20dB	38 Pa	1
113	Aparatinė	Stačiakampis, Ø160	74	18 dB	35 Pa	1
114	Chemikalų patalpa	Stačiakampis, Ø160	89	22 dB	45 Pa	1
115	Sandėlis	Stačiakampis, Ø200	194	22 dB	40 Pa	1

119	Techninė patalpa	Stačiakampis, Ø125	40	8 dB	18 Pa	1
204	Pagalbinė patalpa	Stačiakampis, Ø160	100	24 dB	60 Pa	1
205	Kabinetas	Stačiakampis, Ø160	114	25 dB	65 Pa	1
206	Kabinetas	Stačiakampis, Ø160	87	22 dB	45 Pa	1
207	Kabinetas	Stačiakampis, Ø160	87	22 dB	45 Pa	1
208	Konferencijų salė	Stačiakampis, Ø200	137	15 dB	25 Pa	2
118	Pieno blokas	Stačiakampis, Ø315	408	28 dB	80 Pa	10

#### 4.2.5. Aerodinaminių nuostolių sistemoje skaičiavimas

Norint parinkti tinkamiausią vėdinimo sistemos įrenginį ir užtikrinti stabiliausią ir ekonomiškiausią ventiliatoriaus darbą buvo atliekami aerodinaminių nuostolių sistemoje skaičiavimai. Skaičiuojant buvo vertinamas tolimiausias ir nepatogiausias ruožas, jo trišakiai, balnai, alkūnės ir kitos detalės. Įvertinamas pasipriešinimas ortakiuose, nustatomas reglamentuojamas greitis juose. Magistraliniuose vamzdynuose negali viršyti 8 m/s, o atšakose 6 m/s.

Braižomos aksonometrinės vėdinimo sistemos schemas, nustatomi ruožų ilgiai bei oro kiekiai kiekviename ruože. Iš gamintojų pateikiamų lentelių nustatomas ortakio skersmuo  $d$ , oro greitis  $v$ , trinties nuostoliai  $R$ . Apskaičiuojamas dinaminis slėgis:

$$P_{din} = \frac{v^2 \times \rho}{2} \quad (4.10)$$

čia:  $v$  – oro greitis ortakiuose, m/s;

$\rho$  – oro tankis  $\text{kg/m}^3$ .

Nustatomi ruožo slėgio nuostoliai sandauga ruožo ilgio ir trinties nuostolių. Vertinami slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių.

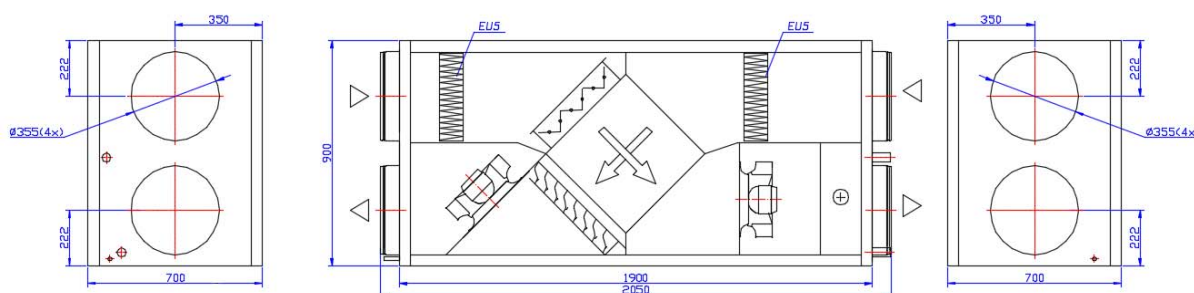
Pagal gautus didžiausius pasipriešinimus vėliau parenkamas reikalingas ventiliatorius. Skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.10 lentelėje.

4.10. lentelė. Aerodinaminių nuostolių sistemoje skaičiavimas

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	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, Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	80	3,8	100	3,00	4,50	5,40	0	17,1	1,40	18,50	L(1,4 Pa).
2	363	3,8	160	5,00	1,90	15,00	0	7,22	42,00	49,22	P(25 Pa),T (17 Pa).
3	386	1,4	160	5,30	2,10	16,85	0	2,94	22,00	24,94	T (22 Pa).
4	460	1,8	160	6,40	3,00	24,58	0	5,4	30,00	35,40	T (30 Pa).
5	532	3,2	200	4,70	1,30	13,25	0	4,16	32,00	36,16	P (12 Pa),T (20 Pa).
6	992	0,5	250	5,60	1,30	18,82	0	0,65	19,00	19,65	T (19 Pa).
7	1251	2,0	250	7,10	2,00	30,25	0	4	32,00	36,00	T (32).
8	2055	2,0	355	5,80	0,90	20,18	0	1,8	66,50	68,30	P (35 Pa),L (3,5 Pa), T (28 Pa).
9-1	2055	1,5	355	5,80	0,90	20,18	0	1,35	18,00	19,35	P(18 Pa).
9-2	2055	0,5	560	2,30	0,10	3,17	1,2	0,05	3,81	3,86	LG(1,2).
Σ										311,38	

#### 4.2.6. Vėdinimo sistemos įrenginių parinkimas

Pieno bloko pastatui parenkami du vėdinimo įrenginiai. P – 1 sistemos vėdinimo įrenginys parenkamas pagal tiekiamo oro kiekį +2055 m<sup>3</sup>/h ir šalinamo oro kiekį -1696 m<sup>3</sup>/h. P – 2 sistemos įrenginys parenkamas pagal šalinamo oro kiekį -4080 m<sup>3</sup>/h. P-1 sistemos įrenginys sudarytas iš ventiliatorių, plokštelinio šilumokaičio, filtrų ir vandeninio oro šildytuvo, įrenginio pasipriešinimas 312 Pa. P-2 sistemos įrenginys sudarytas iš ventiliatoriaus, kuris tiesiogiai šalins orą iš patalpos į lauką.



4.3. pav. P – 1 sistemos įrenginio principinė schema

P – 1 įrenginiui apskaičiuojama šildymo kaloriferio galia:

$$N=0,278 \times L_t \times c \times (t_t - t_0) = 0,278 \times 2055 \times 1,2 \times (20 - (-22)) = 28,8 \text{ kW} \quad (4.11)$$

Kadangi įrenginio naudingumo koeficientas 58 %, tai reikalinga kaloriferio galia bus:

$$N=28,8 \times 0,42 = 11,8 \text{ kW} \quad (4.12)$$

#### 4.2.7. Natūralaus vėdinimo sistema (pieno blokui vasaros metu)

Natūralaus vėdinimo sistema pieno bloko patalpai vasaros metu buvo apskaičiuota su tvartų vėdinimo sistemos skaičiuokle esančios [www.agroakademija.lt](http://www.agroakademija.lt) tinklalapyje [20]. Įvedus reikalingas pieno bloko patalpos ilgio ir pločio reikšmes gauti rezultatai pateikiami 4.12 lentelėje.

4.12. lentelė. Natūralios vėdinimo sistemos pieno bloko patalpai skaičiavimų rezultatai

Numatomas kraigo bendras plotas (m <sup>2</sup> )	14
Numatomas šoninių oro įėjimo angų bendras plotas (m <sup>2</sup> ) vasarą	28
Numatomas šoninių oro įėjimo angų bendras plotas (m <sup>2</sup> ) žiemą (projektavimui ši reikšmė nenaudojama)	10,5
Numatomas kraigo plotis (m)	1,05

#### 4.2.7. Natūralaus vėdinimo sistema (katilinės ir generatorinės patalpos)

Natūralus vėdinimas generatorinės ir katilinės patalpose projektuojamas natūralus. Patalpose užtikrinama vienkartinė oro kaita per valandą. Oro ištraukimas numatytas cinkuotos skardos ortakiais, o oro paėmimas per groteles duryse. Atliktas aerodinaminis natūralaus vėdinimo skaičiavimas. Pagal reikalingą oro debitą ir ilgį nustatyta ortakio skersmuo  $d$ , oro greitis, kuris neturėtų viršyti 1 m/s, trinties nuostoliai  $R$  ir dinaminis slėgis  $p_{din}$ . Įvertintos vietinės kliūtys, tai yra groteles ir stogelis. Apskaičiuoti slėgio nuostoliai ortakyje:

$$\Delta p = R \times l \times n + Z \quad (4.13)$$

Nustatytas ortakyje susidarantis slėgis:

$$p_{grav} = h \times (\rho_e - \rho_i) \times g, Pa \quad (4.14)$$

čia:  $h$  – kanalo aukštis, m;

$\rho_e$  – lauko oro tankis  $kg/m^3$ .

$\rho_i$  – patalpos oro tankis  $kg/m^3$ .

$g$  – laisvojo kritimo pagreitis  $m/s^2$ .

Slėgio nuostoliai kanale turi neviršyti jame susidarancio slėgio:

$$\Delta p < p_{grav} \quad (4.15)$$

Skaičiavimo rezultatai pateikiami 4.13 lentelėje.

**4.13. lentelė.** Aerodinaminis natūralaus vėdinimo sistemos skaičiavimas

Kanal o (ortakio) Nr.	Debitas, $m^3/h$	Ilgis, m	Kanalo matmenys $d$ , mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai $R$ , Pa/m'	$R \times l \times n$ , Pa	Dinaminis slėgis $p_{din}$ , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių $Z$ , Pa	$R \times l \times n + Z$ , Pa	$p_{grav}$
1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	15
N-1	33	3,5	d200	0,30	0,01	0,04	0,05	2,5	0,14	0,17	0,3
N-2	33	3,5	d200	0,30	0,01	0,04	0,05	2,5	0,14	0,17	0,3

## 5. TECHNOLOGINĖ– ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖ DALIS

### 5.1. Šildymo sistemos technologinė dalis

#### 5.1.1. Medžiagų ir gaminių charakteristikos

##### Plieniniai radiatoriai

Pastato šildymo sistemos prietaisai plieniniai, pagaminti iš 1,25 mm storio valcuoto plieno, padengti antikorozinė danga ir nudažyti balta spalva. Maksimali darbinė temperatūra – 110°C, maksimalus slėgis – 0,6 MPa. Kronšteinai (tvirtinami prie sienos) įeina į komplektą. Šildymo prietaisai apatinio pajungimo.

##### Daugiasluoksniai plastikiniai vamzdžiai

Šildymo sistemos atšakoms, magistralėms, stovams naudoti daugiasluoksnius PE-Xc/Al/PE-Xc vamzdžius, kurių Ø16x2, Ø18x2, Ø20x2, Ø26x3, Ø32x3.0, Ø40x3.5, Ø50x4.0. Vamzdis sudarytas iš bazinio PE-Xc vamzdžio, kuris padengtas lazeriu suvirintu aliuminio apvaskalu ir apsaugotas apsauginiu PE-Xc sluoksniu. Vamzdis tiekiamas strypais arba rulone.

##### 5.1. lentelė. Techninės charakteristikos

Maksimali darbo temperatūra	95°C
Maksimali trumpalaikė temperatūra	110°C
Maksimalus ilgalaikis darbo slėgis	10 bar
Linijinis šiluminio plėtimosi koeficientas (vamzdžio)	0,025 mm/m°K
Linijinis šilumos laidumo koeficientas (vamzdis)	0,43W/m°K
Vamzdžio šiurkštumas	0,003-0,007 mm

##### Kolektoriai

Tiekiamojo šilumnešio kolektorius ir grįžtančio vandens kolektorius pagaminti iš žalvarinių vamzdžių. Padavimo ir paskirstymo įtaisų detalės pagamintos iš nerūdijančio plieno.

Paskirstymo komplekto sudėtis:

- 2 oro pašalinimo vožtuvai,
- 2 vandens išleidimo vožtuvai,

Kiekvieno šildymo kontūro įėjime įmontuoti vožtuvai su termoelektrinio reguliavimo rankenėlėmis. Grįžtamajame paskirstymo įrenginio kontūre sumontuoti balansiniai vožtuvai pratekančio vandens kiekio reguliavimui ir atskirymui. Kolektoriai gali būti nuo 2 iki 12 atšakų.

Kolektoriai komplektuojami su balansiniais ventiliais, oro, vandens išleidėjais, atjungimo ir reguliavimo armatūra.

Maksimalus slėgis 10 barų.

## 5.2. lentelė. Kolektorių matmenys

Sekcijų skaičius	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L [mm]	245	300	355	410	465	520	575	360	685

### Kolektorinės spintelės

Gaminamos iš cinkuotos skardos, paviršius emaliuotas. Kolektoriaus spintelės būna įvairių tipų: spintelės tvirtinamos ant sienos paviršiaus arba sienoje, arba spintelės montuojamos atvirai. Šoninės spintelės sienelės būna nuo 110 iki 160 mm, šias spinteles galima pritaikyti įvairiems sienos storiams. Šiame pastate naudoti spinteles montuojamas sienos konstrukcijose. Sienoje montuojamų spintų aukštis ir gylis reguliuojamas tokiose ribose: aukštis 705 – 805 mm, o gylis 110 – 160 mm.

### Rutuliniai ventiliai

Šildymo sistemoje naudojami rutuliniai ventiliai, kurių maksimalus slėgis 16 barų, kai temperatūra 120°C.

### Balansiniai ventiliai

Balansinis ventilis skirtas sureguliuoti šildymo sistemų vandens srautus. Jie pilnai užtikrina hidraulinį šildymo sistemų sureguliuojimą. Balansinių ventilių maksimalus slėgis 20 bar, maksimali temperatūra 120°C.

### Termostatiniai ventiliai

Termostatinis ventilis su termostatine galva – tai automatiškai dirbantis temperatūros reguliatorius, nereikalaujantis elektrinio maitinimo. Maksimalus slėgis 10 bar, maksimali temperatūra 120°C. Statomas ant paduodamos vandens linijos prie šildymo prietaiso.

Termostatinė galva iš gamyklos tiekama su žymekliu. Jis pirmiausia nustatomas ties atžyma 5. Tokiu būdu ant termostato galvos galima pažymėti kiekvieną pageidaujamą patalpos temperatūrą.

### Šiluminė izoliacija

Termoizoliacinis pūsto polietileno kevalas  $D_{vid} - 16 \div 18$  mm,  $\delta = 20$  mm. Pūsto polietileno izoliacinis kevalas skirtas vamzdžių šiluminei izoliacijai. Šilumos laidumo koeficientas  $\lambda = 0,035$  W(m\*K).

## 5.2. Ekonominė dalis

Pieno bloko pastato šildymo sistemos kainos nustatymas reikalingas apskaičiuoti ir iš anksto numatyti ekonomiškai pagrįstas projektinių sprendinių parengimo, vykdymo ir



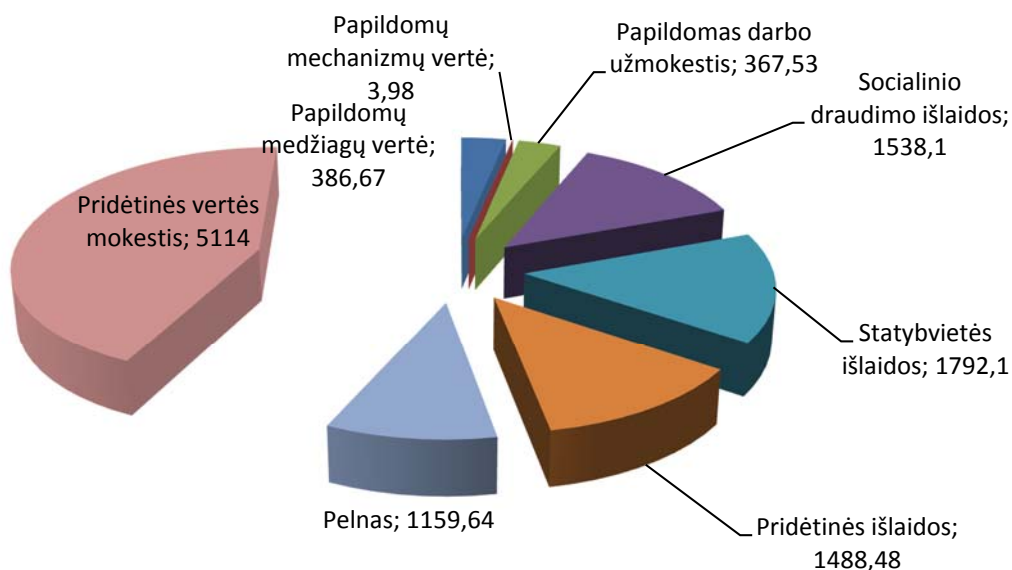
valdymo išlaidas. Atsižvelgiant į rinkos sąlygas, baigiamuosius statybos sutarties rezultatus, atsiskaitymo už atliktus darbus būdus ir kt. veiksnius suformuojama pieno bloko pastato šildymo sistemos skaičiuojamoji kaina.

Buvo sudaryti šildymo sistemos medžiagų ir darbų kiekių žiniaraščiai, pagal kuriuos buvo parengta lokalinė sąmata. Sąmatoje pateikti darbai, kiekiai, kainos bei bendra darbų vertė. Darbų kaina yra suskirstyta į dvi grupes: tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.

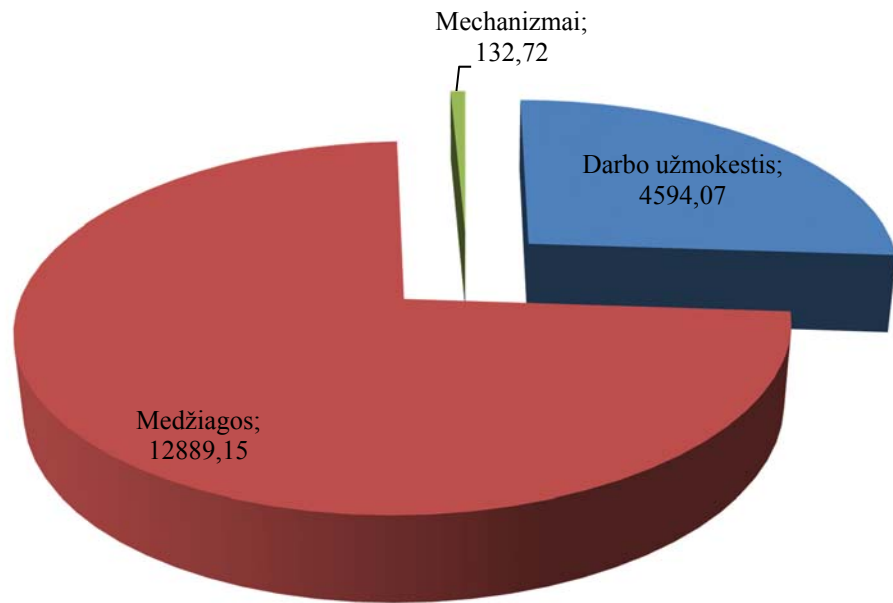
**Tiesioginės išlaidos** sudarytos iš medžiagų, mechanizmų ir darbo užmokesčio ir socialinio draudimo išlaidų. Į medžiagų vertę įskaičiuotas (skaičiavimuose ir normose nenumatytų ar į juos neįtrauktų) medžiagų kainų kompensavimas, kuris apskaičiuotas 3 % pagrindinių medžiagų dydžio. Į mechanizmų eksploatavimo vertę įskaičiuotas 3 % dydžio papildomų mechanizmų kompensavimas.

**Netiesioginės išlaidos** sudarytos iš pridėtinių išlaidų ir pelno. Pridėtinės išlaidos - 30 % darbininkų darbo užmokesčio dydžio. Normatyvinis pelnas - 5 % tiesioginių ir pridėtinių išlaidų sumos.

Magistriniame darbe buvo skaičiuojama šildymo sistemos lokalinė sąmata, parengtas darbo užmokesčio, medžiagų ir mechanizmų žiniaraštis. Pagal medžiagų sąnaudų žiniaraštį buvo parinkti atitinkami prietaisai ir medžiagos. Šildymo sistemos montavimo darbų kaina 33314 Eur, kas yra 40,82 Eur už kvadratinį metrą.



5.1 pav. Šildymo sistemos montavimo kainos sudėtis (Eur).



**5.2 pav.** Šildymo sistemos darbo užmokesčio, medžiagų ir mechanizmų poreikis (Eur)

## IŠVADOS

1. Pieno bloko pastatui Marijampolės apskrityje, įvertinus pastato architektūrą, patalpų išdėstymą, tiriamojo darbo rezultatus, Lietuvos Respublikoje galiojančius statybos techninius reglamentus, higienos normas ir kitus teisės aktus, suprojektuotos šildymo ir vėdinimo sistemos.

2. Tyrimo metu buvo vertinama esama pieno bloko patalpa pagal techninio projekto ir pagal darbo projekto sprendinius, buvo atlikti drėgmės ir temperatūros matavimai „HOBO“ jutikliais, taip pat sudaryti patalpos modeliai modeliavimo programa „Flovent 10.1“. Atlikus šildymo ir vėdinimo sistemos efektyvumo tyrimą pastebėta, kad patalpoje susiformuoja didelė santykinė drėgmė bei neužtikrinama komfortinė oro temperatūra. Parinkta efektyvesnė šildymo ir vėdinimo sistema. Šildymo sistemai bus projektuojami 3 vandeniniai oro šildytuvai po 3,1 kW, taip pat vartų zonoje 2 vandeninės oro užuolaidos po 9,3 kW. Vėdinimo sistemai bus naudojami 4 oro tiekimo ventiliatoriai (+4080 m<sup>3</sup>/h) su pašildymu, kurių srovė nukreipta 45° kampu į grindų konstrukciją, oras bus ištraukiamas pro viršuje suprojektuotus 10 oro šalinimo difuzorių (-408 m<sup>3</sup>/h).

3. Šildymo sistemai suprojektuota skysto kuro katilinė, kurios galia 160 kW (šildymas 86,3 kW, vėdinimas 55,4 kW, karšto vandens ruošimui 17 kW). Radiatoriniam šildymui temperatūrinis režimas 80 / 60°C, oriniam šildymui 50 / 30°C, vėdinimo sistemai ir kaloriferiams 80 / 60°C.

4. Suprojektuoti šildymo sistemos prietaisai: plieniniai radiatoriai, vandeniniai oriniai šildytuvai, vandeninės oro užuolaidos. Šilumnešio temperatūros reguliavimas atliekamas dviejų eigių vožtuvais, patalpos termostatais, elektroterminėmis pavaromis bei termostatiniais ventiliais su regulatoriais. Sistemos subalansavimui suprojektuoti balansiniai ventiliai.

5. Pieno bloko pastato vėdinimui suprojektuoti du įrenginiai. Administracinėms ir buitinėms patalpoms suprojektuotas įrenginys su plokšteliu šilumokaičiu (P-1 sistema). P-1 sistemos tiekiamo oro kiekis +2055 m<sup>3</sup>/h, šalinamo oro kiekis -1696 m<sup>3</sup>/h. P-2 sistemai, tai yra pieno bloko patalpai suprojektuotas oro šalinimo ventiliatorius, kuris šalins -4080 m<sup>3</sup>/h.

6. Pieno bloko patalpai vasaros metu oras bus tiekiamas pro keturis oro tiekimo ventiliatorius po 4200 m<sup>3</sup>/h. Oras bus šalinamas pro viršuje esančią kraigo konstrukciją, kurios plotas 14 m<sup>2</sup>.

7. Generatorinės ir katilinės vėdinimui suprojektuotos natūralios traukos sistemos (L=33 m<sup>3</sup>/h).

8. Pieno bloko pastato šildymo sistemai buvo atliktas ekonominės dalies skaičiavimas, parengta šildymo sistemos lokalinė sąmata. Apskaičiuota šildymo sistemos kaina 40310 Eur.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas. 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2015 m. lapkričio 1 d.
2. Lietuvos higienos norma HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimate“.
3. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“. Valstybės žinios, 2013, Nr. 128-6543.
4. Statybos techninis reglamentas STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“. Valstybės žinios, 2013-12-17, Nr. 129-6566.
5. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(1):2005 „Esminiai statinio reikalavimai. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“. Valstybės žinios, 2005, Nr. 115-4195.
6. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“. Valstybės žinios, 2002, Nr. 96-4233.
7. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“. Valstybės žinios, 2002, Nr. 106-4776.
8. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(4):2008 „Esminis statinio reikalavimas Naudojimo sauga“. Valstybės žinios, 2008, Nr. 1-34.
9. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(5):2008 „Esminis statinio reikalavimas Apsauga nuo triukšmo“. Valstybės žinios, 2008, Nr. 35-1256.
10. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.01(6):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“. Valstybės žinios, 2008, Nr. 35-1255.
11. Statybos techninis reglamentas STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Energijos poreikis šildymui“. Valstybės žinios, 2008-05-22, Nr. 58-2185.
12. E.Isevičius; A.Jurelionis; G.Andriukaitienė; V.Grybauskienė; A.Sudintas. Mokomoji knyga: „Pastatų inžinerinių sistemų bakalaurinio baigiamojo darbo rengimo metodiniai nurodymai“, Kaunas 2011.
13. VILIŪNAS Gediminas. (2011). *Statybos kainos apskaičiavimo metodiniai nurodymai*. Mokomoji knyga. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011, 86p.
14. RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“. Valstybės žinios, 2002, Nr. 96-4230.
15. Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklės. ŽŪ TPT 01:2009. Valstybės žinios, 2009-08-27, Nr. 102-4272.
16. „Gyvulininkystės technologijų inžinerija“. Rolandas Bleizgys, Jonas Čėsna. Akademija, 2012 m.

17. „Melžiamų karvių besaičio laikymo pastatai ir įrenginiai“. MWPS-7, Septintasis leidimas, 2000 m.
18. Statybos techninis reglamentas STR 2.03.01:2001 “statiniai ir teritorijos reikalavimai žmonių su negalia reikmėms”. Valstybės žinios, 2001-06-22, Nr. 53-1898.
19. Prieiga per internetą: <http://www.pienoukis.lt/naudinga-zinoti/apie-ekologine-gyvulininkyste-iii-pastatu-mikroklimatas-ir-serimas/> [žiūrėta: 2015-12-01].
20. Prieiga per internetą: <http://www.agroakademija.lt/inzinerija/sprendimai/?Sid=441> [žiūrėta: 2015-12-01].
21. Natūralios traukos oro kiekių skaičiuoklė. Prieiga per internetą: <http://www.agroakademija.lt/skaiciuokles/skaiciuokle5.asp> [žiūrėta: 2015-12-10].
22. Vandenių oro šildytuvų parinkimas. Prieiga per internetą: <http://vtsclima.lt/VOLCANO.html> [žiūrėta: 2015-11-25].
23. Vandenių oro užuolaidų parinkimas. Prieiga per internetą: <http://www.orfejas.lt/produktai/oro-uzuolaidos> [žiūrėta: 2015-11-24].
24. Radiatorių parinkimas. Prieiga per internetą: [http://www.kermi.lt/Lietuva/Unterlagen/Heiztechnik/Technische\\_Unterlagen/index.phtml](http://www.kermi.lt/Lietuva/Unterlagen/Heiztechnik/Technische_Unterlagen/index.phtml) [žiūrėta: 2015-12-12].
25. Prieiga per internetą: <http://www.henco.be/en/home/> [žiūrėta: 2015-12-14].
26. Vėdinimo įrenginių parinkimas. Prieiga per internetą: <http://www.komfovent.lt/> [žiūrėta: 2015-12-15].
27. Oro skirstytuvų ir difuzorių parinkimas. Prieiga per internetą: <http://www.swegon.lt/produktai/oro-skirstytuvai-difuzoriai-groteles/> [žiūrėta: 2015-12-15].
28. Cirkuliacinių siurblių parinkimas. Prieiga per internetą: <http://lt.grundfos.com/> [žiūrėta: 2015-12-19].