



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

**Dainius Remeikis**

**Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas siekiant A  
energinio naudingumo klasės**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Dr. Valdas Paukštys

**KAUNAS, 2018**

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

**ADMINISTRACINIO PASTATO STIKLINIŲ FASADŲ  
MODELIAVIMAS SIEKIANT A ENERGINIO NAUDINGUMO  
KLASĖS**

Baigiamasis magistro projektas  
Darnūs ir energetiškai efektyvūs pastatai (kodas 621H24001)

**Vadovas**

(parašas) dr. Valdas Paukštys  
(data)

**Recenzentas**

(parašas) dr. Jurgita Černeckienė  
(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Dainius Remeikis  
(data)

**KAUNAS, 2018**

Darbu atliko SPM-6

Studentas:

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardē*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

Darbo vadovas:

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardē*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

Katedros vedējas:

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardē*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

**Konsultantai:**

Projektinē dalis

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardē*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

Ekonomiskā dalis

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardē*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

Grafiskā dalis

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardē*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*



## KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

(Fakultetas)

(Studento vardas, pavardė)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Baigiamojo projekto pavadinimas“

### AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 \_\_\_\_ m. \_\_\_\_\_ d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Dainius Remeikis**, baigiamasis projektas tema „**Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas siekiant A energinio naudingumo klasės**“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

\_\_\_\_\_  
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

\_\_\_\_\_  
(parašas)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS**

**TVIRTINU:** Pastatų inžinerinių sistemų studijų  
programos vadovas  
lektorius Juozas Vaičiūnas

\_\_\_\_\_  
*pareigos, vardas, pavardė, data, parašas*

**TVIRTINU:** Pastatų energinių sistemų katedros  
vedėjas  
profesorius Tadas Ždankus

\_\_\_\_\_  
*pareigos, vardas, pavardė, data, parašas*

**SPM-6** grupės studentui(ei)

**Dainius Remeikis**

\_\_\_\_\_  
*vardas, pavardė*

**Baigiamojo darbo tema:** **Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas siekiant A  
energinio naudingumo klasės**

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

**Baigiamojo darbo turinys:**

**Aiškinamasis raštas**

**Atlikti**

Statinio charakteristika, statybos vietos, statybos reglamentavimo ir teisės sąlygos

Architektūrinė dalis

Ekonominė dalis

- ekonominiai skaičiavimai

Statinio inžinerinių sistemų dalis

- šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo dalis
- vandentiekio ir nuotekų šalinimo dalis
- dujotiekio dalis
- kitų inžinerinių sistemų dalis

Išorės inžinerinių sistemų dalis

Mokslinis tiriamasis darbas \_\_\_\_\_

Darbo sauga ir aplinkosauga

**Brėžiniai**

**Brėžinių skaičius**

Pastato planai, fasadas, pjūviai

Statinio inžinerinės sistemos

Ekonominiai rodikliai

Kiti brėžiniai:

**Vadovas:**

\_\_\_\_\_  
*parašas*

**Lektorius Valdas Paukštys**

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

**Užduotį gavau:**

\_\_\_\_\_  
*parašas*

**Dainius Remeikis**

\_\_\_\_\_  
*vardas, pavardė, data*

Remeikis, Dainius. Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas siekiant A energinio naudingumo klasės *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas dr. Valdas Paukštys; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Pastatų energinis efektyvumas

Reikšminiai žodžiai: *Stiklo fasadai, energinis efektyvumas, modeliavimas, orientacija.*

Kaunas, 2018. 55 p.

## **SANTRAUKA**

*Baigiamajame magistro darbe tyrimo metu modeliavau ir tyriau skirtingų faktorių įtaką pastato energiniam naudingumui, kaip pastato fasade langų užimamo ploto dalis, pastato fasadų orientacija pasaulio kryptimis, pasyvios apsaugos nuo saulės priemonės. Šiomis priemonėmis mėginau pasiekti A energinio naudingumo klasę. Atlikus tyrimą buvo suprojektuotos šildymo ir vėdinimo sistemos administraciniam pastatui esančiam Kauno rajone. Sudaryta vėdinimo sistemos lokalinė sąmata.*

Remeikis, Dainius. MODELING OF GLASS FACADES OF ADMINISTRATIVE BUILDING TO ACHIEVE THE ENERGY EFFICIENCY CLASS A: *Master's* thesis in engineering systems of buildings / supervisor assoc. prof. Valdas Paukštys. The Faculty of Civil Engineering And Architecture, Kaunas University of Technology.

Research area and field: building's energy systems, ventilation systems

Key words: Glass facades, energy efficiency, modeling, orientation.

Kaunas, 2018. 55 p.

## **SUMMARY**

*During the final master's thesis, I designed and studied the influence of different factors to the energy performance of the building, as the part of occupied area by windows of the building facade, the orientation of the building's facades in global directions, and passive sunscreens. By these means, I have been trying to achieve the energy efficiency of class A. In the course of the research, heating and ventilation systems were designed in a administrative building, located in the Kaunas district. A localized cost estimate of the ventilation system was made.*

## TURINYS

<b>IVADAS</b> .....	8
<b>1. LITERATŪROS APŽVALGA</b> .....	9
<b>2. EKSPERIMENTINĖ DALIS</b> .....	14
2.1 Tyrimo objektas .....	14
2.2 Tyrimo metodika.....	15
2.3 Tyrimo rezultatai .....	18
2.4 Rezultatų analizė.....	24
<b>3. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS</b> .....	26
3.1 Bendrieji duomenys .....	26
3.2 Sklypas .....	26
3.3 Pastato architektūriniai sprendiniai .....	26
<b>4. KONSTRUKCINĖ DALIS</b> .....	27
4.1 Pamatai .....	27
4.2 Perdangos ir stogas .....	27
4.3 Išorinės sienos.....	27
4.4 Vidinės sienos .....	27
4.5 Langai, vitrinos ir durys.....	27
<b>5. PROJEKTINĖ DALIS</b> .....	28
5.1 Aiškinamasis raštas.....	28
5.2 Normatyviniai statybos techniniai dokumentai .....	28
5.3 Projektuojamo pastato susiejimas su tiriamąja dalimi .....	29
5.4 Informacija apie šildymo sistemas, jų pasirinkimo pagrindimas.....	29
5.5 Informacija apie natūralias, mechanines vėdinimo sistemas.....	29
5.6 Sprendimus pagrindžiantys skaičiavimai .....	30
5.6.1 Šildymo sistemos skaičiavimai: .....	30
5.6.2 Vėdinimo sistemos skaičiavimai .....	33
<b>6. EKONOMINĖ DALIS</b> .....	35
<b>IŠVADOS</b> .....	36
<b>LITERATŪROS SĄRAŠAS</b> .....	37
<b>PRIEDAI</b> .....	38

## IVADAS

Pastatų energinis naudingumas labai priklauso nuo pastatų fasadų pobūdžio, nes langai yra atsakingi už 20-40% energijos nuostolių. Didelio ploto stiklo fasadų naudojimas reikalauja išsamių tyrimų, siekiant išvengti didelių energijos sąnaudų šildymui aušinimui (karšto klimato šalyse) metų eigoje. Todėl šiame tyrime yra nagrinėjamas langų ir sienų ploto santykio ir pasyviųjų apsaugos nuo saulės priemonių įtaka metiniam šilumos energijos suvartojimui.

Šio darbo metu sieksiu ištirti skirtingų faktorių įtaką pastato energiniam naudingumui. Visas tyrimas bus atliktas naudojant NRG modeliavimo programinę įrangą. Pirmas iš faktorių bus pastato fasade langų užimamo ploto dalis ir vertinsiu kaip kinta pastato energetinė klasė. Nagrinėsiu kelis fasadų variantus ir stebėsiu kaip kinta pastato energetiniai parametrai. Taip pat tirsiu pastato fasadų orientacijos pasaulio kryptimis, bei pasyvių apsaugos nuo saulės priemonių įtaką pastato energinio naudingumo klasei. Šiomis priemonėmis mėginsiu pasiekti A energinio naudingumo klasę ir tęsiu projektinę dalį atsižvelgdamas į gautus rezultatus.



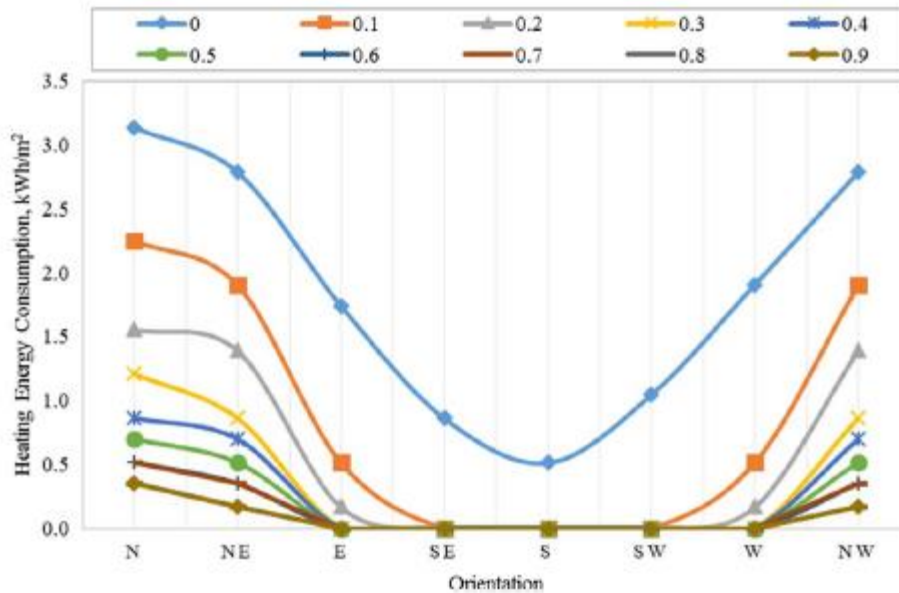
## 1. LITERATŪROS APŽVALGA

Per pastaruosius dešimtmečius energijos vartojimo efektyvumo tyrimas buvo vienas svarbių klausimų statybos sektoriuje. Pagrindiniai tikslai - sumažinti energijos suvartojimą, mažinti išmetamo anglies dioksido kiekį ir kurti bei naudoti tvarius, energetiškai efektyvius sprendinius. Nustatyta, kad energijos suvartojimas pastatuose sudaro didelę pasaulinio energijos suvartojimo dalį, todėl reikalingi į šią problematiką orientuoti tyrimai. Pérez-Lombard ir kt. [1] teigiama, kad besivystančiose šalyse gyvenamųjų ir komercinių pastatų energijos suvartojimas sudaro 30-40 proc. visos šalyje suvartotos energijos, o Alghoul ir kt. [2] pranešė, kad kai kuriose besivystančiose šalyse pastatai yra atsakingi už daugiau nei 40% energijos suvartojimo. Komerciniams pastatams energija daugiausiai naudojama apšvietimo sistemoje, o gyvenamuosiuose pastatuose daugiausia naudojama šildymui ir vėsinimui [3]. Pastatų energinis naudingumas labai priklauso nuo pastatų fasadų pobūdžio, nes langai yra atsakingi už 20-40% energijos nuostolių, kaip ištyrė Lee ir kt. [3]. Stiklinis pastato fasadas įkūnija save kaip sėkmingiausių pasaulio miestų simboliu. Didelio ploto stiklo fasadų naudojimas reikalauja išsamių tyrimų, siekiant išvengti didelių energijos sąnaudų aušinimui ir šildymui metų eigoje.

Pastaraisiais metais naujų komercinių pastatų statyba Lietuvoje žymiai išaugo, o tarp jų matoma ryški įstiklintų fasadų tendencija. Dėl saulės spindulių pritekėjimo šaltuoju metų laiku, šildymo kaštai yra sumažinami, tačiau vasaros sezono metu tai virsta į nereikalingo šilumos pertekliaus problemą. Be to, langai taip pat laikomi pagrindiniu šilumos nuostolių šaltiniu žiemą, nes jų izoliacinė vertė gali būti labai maža, palyginti su pastatų išorinėmis sienomis ir stogais [4]. Komercinių pastatų kontekste daugelis mokslinių straipsnių autorių nurodo, kad oro kondicionavimo sistemos yra atsakingos už didelį dalyvavimą metiniame elektros energijos suvartojime [4]. Atliekant tyrimą karšto klimato vietovėje, net 45% pastato aušinimo apkrovos buvo dėl pilnai įstiklintų pastato fasadų. Todėl langų dydis, užimamas plotas ir orientacija yra svarbūs parametrai, kurie tam tikru mastu gali paveikti pastatų eksploatacines savybes. Šiame tyrime yra nagrinėjamas langų ir sienų ploto santykio, pasyviųjų apsaugos nuo saulės priemonių bei pastato orientacijos pasaulio kryptių atžvilgiu įtaka metiniam šilumos energijos suvartojimui.

Viename iš analizuotų mokslinių straipsnių atliekamas tyrimas Tripolio miestelyje, Libijoje. Tyrime nagrinėjamas langų ir sienų ploto santykio bei pastato orientacijos pasaulio kryptių atžvilgiu įtaka metiniam šilumos ir aušinimo energijos suvartojimui. Tiriamoje biuro patalpoje yra įrengtas paprastas vienkameris stiklo paketas. EnergyPlus programinė įranga yra naudojama apskaičiuoti šildymo, aušinimo ir bendros energijos suvartojimą, kai WWR (lango-sienos plotų santykis) vertės yra tarp 0 ir 0,9 ir tiriama visų pasaulio šalių kryptių atžvilgiu. Tiriamos patalpos matmenys: 4.0×4.0×4.0 m. Vienkamerio stiklo paketo užpildas: oras. Lango šilumos perdavimo koeficientas  $U_w=2.72 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Programinė EnergyPlus simuliacinė įranga naudojama kartu su SketchUp modeliavimo

programa bei OpenStudio duomenų apdorojimo ir pateikimo programine įranga. Patalpos komponentai yra modeliuojami kaip adiabatiniai, išskyrus sieną su langu, kurio matmenys yra keičiami. Patalpa yra sukama pasaulio krypčių atžvilgiu, 45° žingsniu ir kiekvieno žingsnio metu yra renkami duomenys, išmėginant visas WWR vertes. Gauti rezultatai pateikiami žemiau esančiuose grafikuose.



1 pav. Metinės šilumos sąnaudos su duomenimis apie patalpos orientaciją pasaulio šalių kryptimis ir WWR vertę. [4]

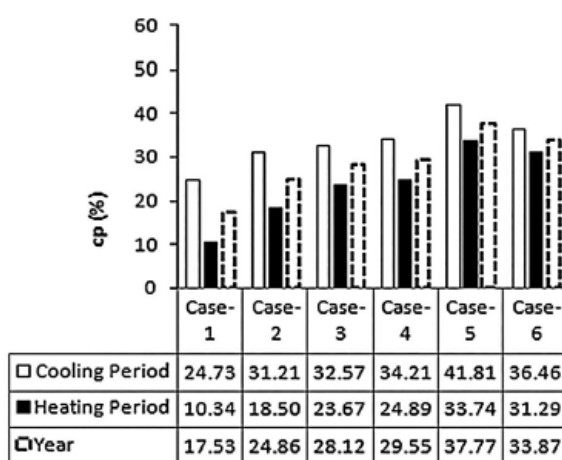
Nors tyrimas atliktas šiltojo klimato šalyje bei skiriasi tyrimo tikslai ir metodika, visgi galima išvelgti ir naudingos informacijos. Tyrimo rezultatai rodo, jog didėjant įstiklintos sienos procentui ir taip didėjant saulės spindulių pritekėjimui į patalpą, pastebimas aiškus šilumos sąnaudų patalpai šildyti poreikio mažėjimas. Pietinėje dalyje pastebimas ryškiausias šio reiškinio efektas, o šiaurinėje silpniausias.

Kitas tyrimas buvo atliktas Bangladeše, kuriuo tirta pasyvių apsaugos priemonių nuo saulės efektyvumas. Tai nėra Lietuvos klimato zonoje esanti šalis, nes šalčiausia metų temperatūra yra 6,7°, tačiau šis tyrimas atspindi pasyviųjų apsaugos nuo saulės priemonių efektyvumą vasaros metu. Tyrimo metu naudojama programinė įranga EnergyPlus. Sumodeliavus pastatą, kurio matmenys 4,5 x 5,91 x 3,5 m., vienoje sienoje įrengiamas langas, kurio matmenys 0,91 x 1,1 m. Pasitelkus programinę įrangą buvo projektuojami įvairių matmenų ir nuotolių nuo lango stogeliai ir šoninės briaunos, varijuojama jų padėtis ir bendra konfigūracija. Renkami duomenys, pasukant analizuojamą sieną visomis pasaulio šalių kryptimis. [5]

Case	Overhangs (m)		Distance above the window (m)	Side fin with 1 m width	
	Width	Depth		Depth of the right side (m)	Depth of the left side (m)
1	1.1	0.5	-	-	-
2	1.1	1	-	-	-
3	2	1	-	-	-
4	2	1	0.2	-	-
5	2	1	-	1	-
6	2	1	-	-	1

2 pav. Stogelių ir šoninių briaunų konfigūracijos. [5]

Duomenys, atspindintys įvairių konfigūracijų efektyvumą, išreiškiami veiksmingumo koeficientu  $cp$ , kuris rodo naudojamų priemonių veiksmingumą mažinant patalpų šilumos perteklių dėl krintančių saulės spindulių. [5]

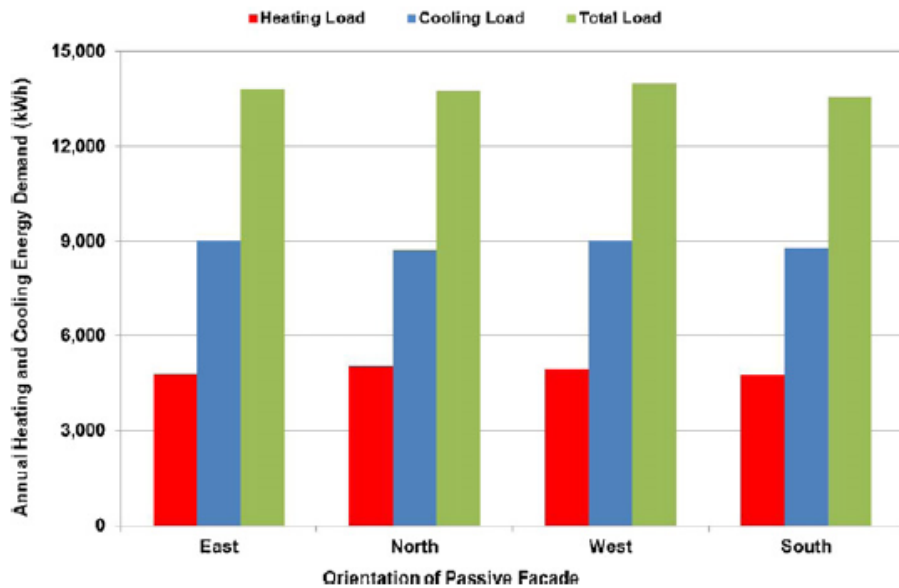


3 pav. Veiksmingumo koeficiento vertės šilumos poreikio, vėdinimo poreikio periodais ir per visus metus, kai tiriama atitvara nukreipta į pietus. [5]

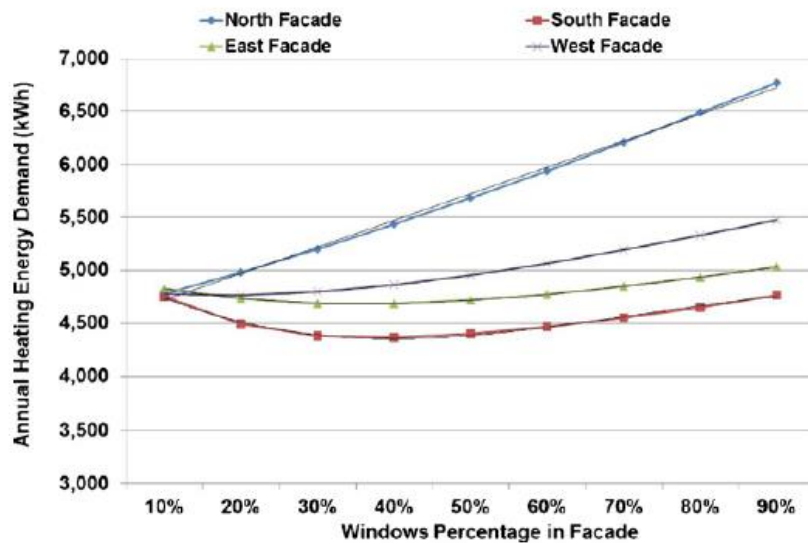
Iš rezultatų matoma, jog geriausia stogelio ir šoninės briaunos konfigūracija yra nr. 6 (stogelio matmenys 2 x 1 m, be nuotolio nuo lango, o šoninė briauna kairėje pusėje).

Paskutinis nagrinėtas mokslinis tyrimas atliktas Jordanijoje, nagrinėjant standartinio tipo gyvenamąjį namą. Analizuojamas pastatas sumodeliuotas naudojant TRNSYS programinę įrangą. Šio tyrimo pobūdis yra panašus į pirmąjį. Analizuojamos energijos sąnaudos šildymui ir vėsinimui, priklausomai nuo pastato analizuojamo fasado pasukimo pasaulio šalių kryptimis.

Gauti rezultatai pateikti žemiau esančiuose grafikuose.[6]



4 pav. Kasmetinės energijos sąnaudos šildymui, aušinimui ir suma, priklausomai nuo tiriamojo fasado pasukimo krypties pasaulio šalių atžvilgiu. [6]



5 pav. Kasmetinės energijos sąnaudos šildymui, priklausomai nuo langų užimamo ploto fasade [6]

Tyrimo metu nustatyta, jog suminės energijos sąnaudos siekiant šiluminio komforto metų eigoje yra 14,001 kWh, 13,833 kWh, 13,761 kWh ir 13,565 kWh atitinkamai, kai analizuojamas fasadas atsuktas į vakarus, rytus, šiaurę ir pietus. Tad matome, jog siekiant energijos taupymo, pagrindinis pastato fasadas turi būti atsuktas į pietinę pusę. [6]

Antrasis grafikas rodo, jog optimaliausi langų užimami procentiniai plotai fasaduose yra 10% ir 20% šiauriniame ir vakariniame fasaduose, o pietiniame ir rytiniame 40%.

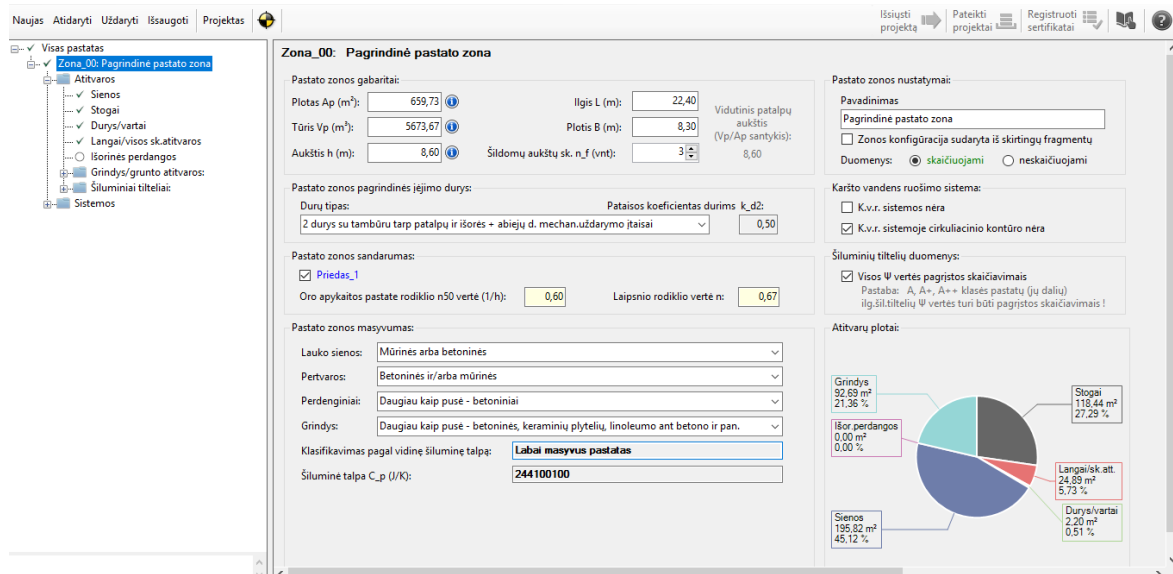
Atlikus mokslinės literatūros analizę, matoma, jog nepavyko rasti straipsnių tiksliai mano atliekama tematika, tačiau pavyko rasti informacijos, dalinai susijusios su ja. Pastebima akivaizdi

tendencija, kad beveik visi rasti tyrimai atlikti pietinėse šalyse, kur kitaip nei Lietuvoje, nėra ryškių sezoninių metų laikų ir žemiausia metų temperatūra nepriartėja prie neigiamos. Taip pat, kitaip nei mano tyrimas, daugelis tyrimų atliekami mažo mastelio principu, imant tik principinius modelius, nemėginama analizuoti langų dydžio ir pasyviųjų apsaugos priemonių nuo saulės naudojimo kartu.



## 2.2 Tyrimo metodika

Tyrimas atliekamas naudojantis NRG pastatų energinio sertifikavimo programine įranga.

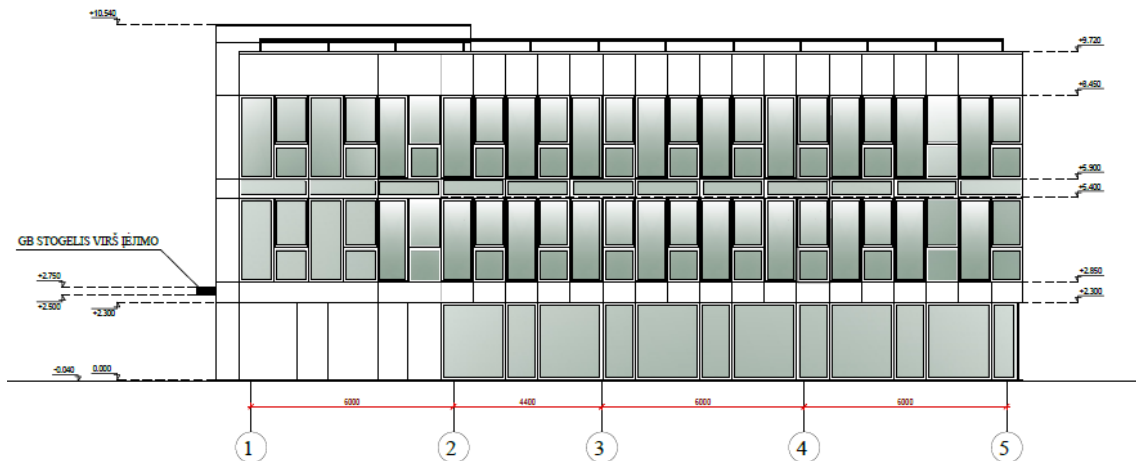


8 pav. NRG programa.

Pirma dalis

Siekiant iširti langų užimamo ploto fasaduose įtaką pastato energiniam naudingumui, su NRG programine įranga buvo nagrinėjami trys fasadų atvejai:

- 1) Kai fasadus dengia didelė dalis stiklo. Pateikiamas pagrindinio fasado vaizdas, kur langai dengia  $183,88 \text{ m}^2$  iš  $239,3 \text{ m}^2$  fasado ploto.



9 pav. Pirmasis skaičiavimo variantas.

- 2) Kai fasadus dengia vidutinė dalis stiklo. Pateikiamas pagrindinio fasado vaizdas, kur langai dengia  $86,27 \text{ m}^2$  iš  $239,3 \text{ m}^2$  fasado ploto.



10 pav. Antrasis skaičiavimo variantas.

- 3) Kai fasadus dengia maža dalis stiklo. Pateikiamas pagrindinio fasado vaizdas, kur langai dengia  $28,99 \text{ m}^2$  iš  $239,3 \text{ m}^2$  fasado ploto.



11 pav. Trečiasis skaičiavimo variantas.

Modeliuojant koreguojami to pačio pastato fasadai pagal tris atvejus ir analizuojama kaip kinta pastato šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti, šilumos nuostoliai per pastato langus ir sienas bei kiti rodikliai. Naudojantis programa, pastatai klasifikuojami į energinio naudingumo klases.

Priartėjimo metodu (vieno lango žingsniu) mažiname fasadų langų plotus su tikslu kaip įmanoma labiau priartėti prie A energinio naudingumo klasės. Užfiksuoju šią ribą ir išreiškiame procentais kokia fasado dalis turi būti langai, kad būtų sėkmingai pasiekta A pastato energinio naudingumo klasė.

Antra dalis

Toliau analizuojamas pastato pasyviųjų priemonių nuo saulės poveikis pastato energiniam naudingumui. Tyrimas taip pat atliekamas su NRG programavimo įranga.



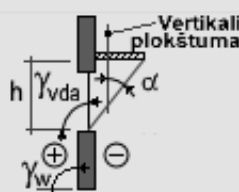
Apsaugos nuo Saulės spinduliuotės priemonės:

Stogelis

Peršviečiamas:  Ne  Taip      Kampas  $\alpha^\circ$ :

Stogelio visuminės saulės energijos praleisties koeficientas g:

Naudoti deklaruojamą reikšmę

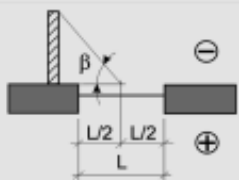


Šoninė briauna - KAIRĖJE (žiūrint iš patalpos)

Peršviečiama:  Ne  Taip      Kampas  $\beta^\circ$ :

Briaunos visuminės saulės energijos praleisties koeficientas g:

Naudoti deklaruojamą reikšmę

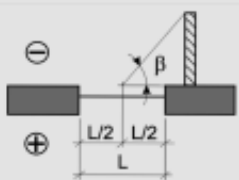


Šoninė briauna - DEŠINĖJE (žiūrint iš patalpos)

Peršviečiama:  Ne  Taip      Kampas  $\beta^\circ$ :

Briaunos visuminės saulės energijos praleisties koeficientas g:

Naudoti deklaruojamą reikšmę

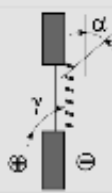


Žaliuzės

Peršviečiamos:  Ne  Taip  Judriosios      Kampas  $\alpha^\circ$ :

Žaliuzių visuminės saulės energijos praleisties koeficientas g:

Naudoti deklaruojamą reikšmę



12 pav. Apsaugos nuo Saulės spinduliuotės priemonių koregavimo langas.

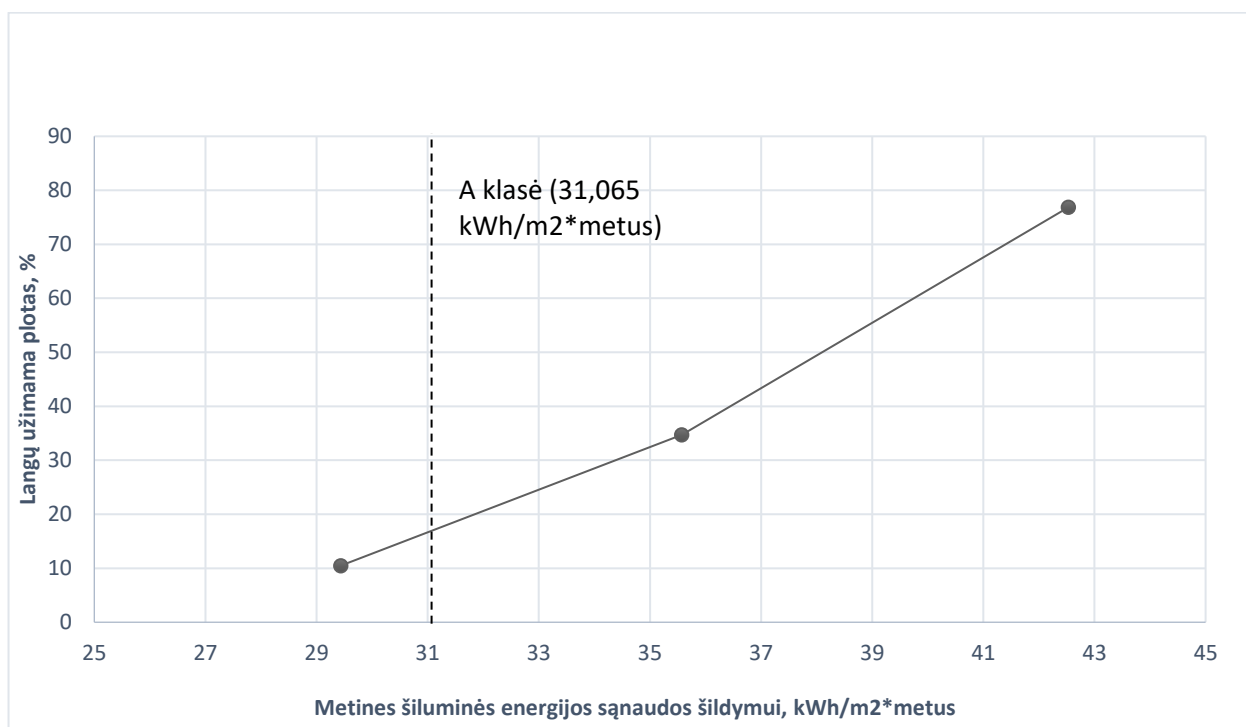
Koreguojami stogelių kampai ir sekami rezultatai ta pačia metodologija kaip ir pirmajame tyrime. Randame koks langų stogelių pasvirimo kampas  $\alpha$  yra optimaliausias šiam pastatui. Tiriame kiek yra sumažinamos metinės šilumos energijos sąnaudos šildymui ir vėsinimui. Taip pat ištiriamas žaliuzių efektyvumas pastato energinių sąnaudų mažinimui.

Pagal gautus duomenis suprojektuojamas optimaliausias analizuojamo pastato variantas.

## 2.3 Tyrimo rezultatai

Pirma dalis

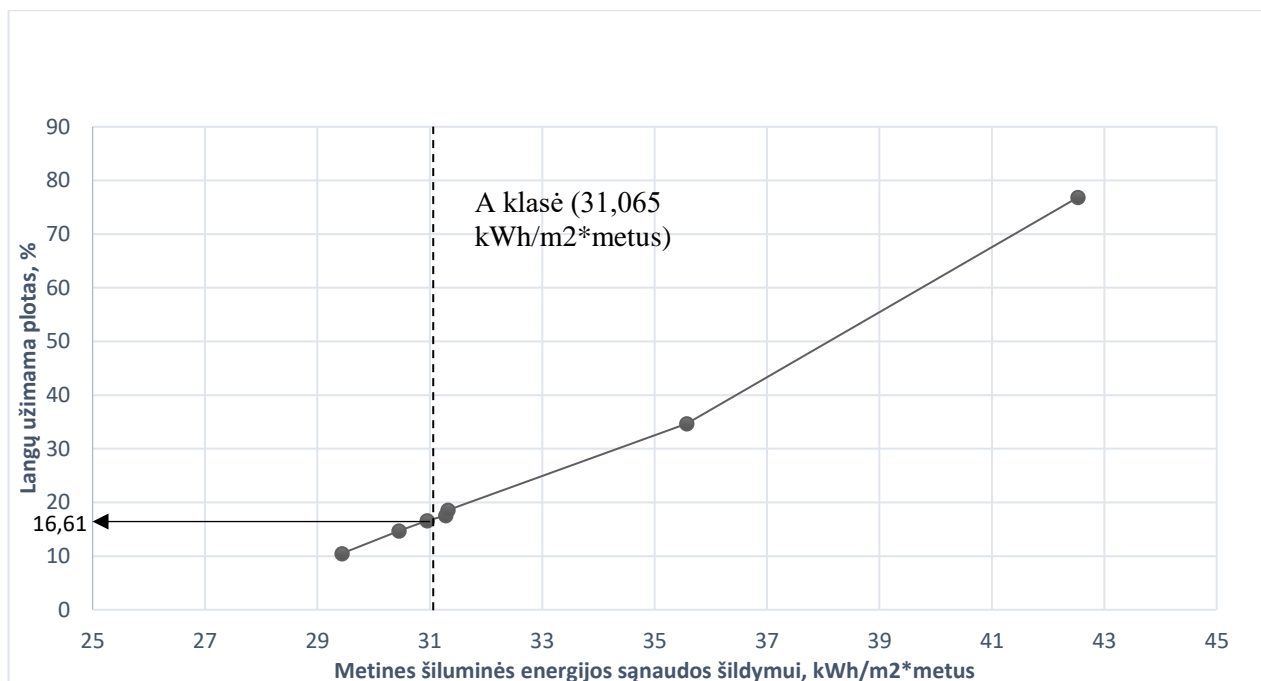
Pirmos tyrimo dalies rezultatai iš NRG programos.



13 pav. Trys analizuoti atvejai. Punktyru pažymėta A klasės riba pagal NRG.

Langų užimama plotas, %:	10.48	76.84	34.69
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui, kWh/m²*metai	29.44	42.53	35.57

Kaip matoma iš analizuotų atvejų tik mažiausiai įstiklintas patenka į A energinio naudingumo klasės ribą. Siekiant turėti maksimalų langų skaičių ir vis dar išlaikyti pastatą A energinio naudingumo klasėje, vieno lango žingsniu ( $2,24 \text{ m}^2$ ) koreguojami fasadų plotai su tikslu kiek įmanoma labiau priartėti prie A klasės ribos (punktyrinė linija žiūr. 13 pav.).



14 pav. Patikslinta esminė grafiko vieta koreguojant plotus 2,24 m<sup>2</sup> (vieno lango) žingsniu.

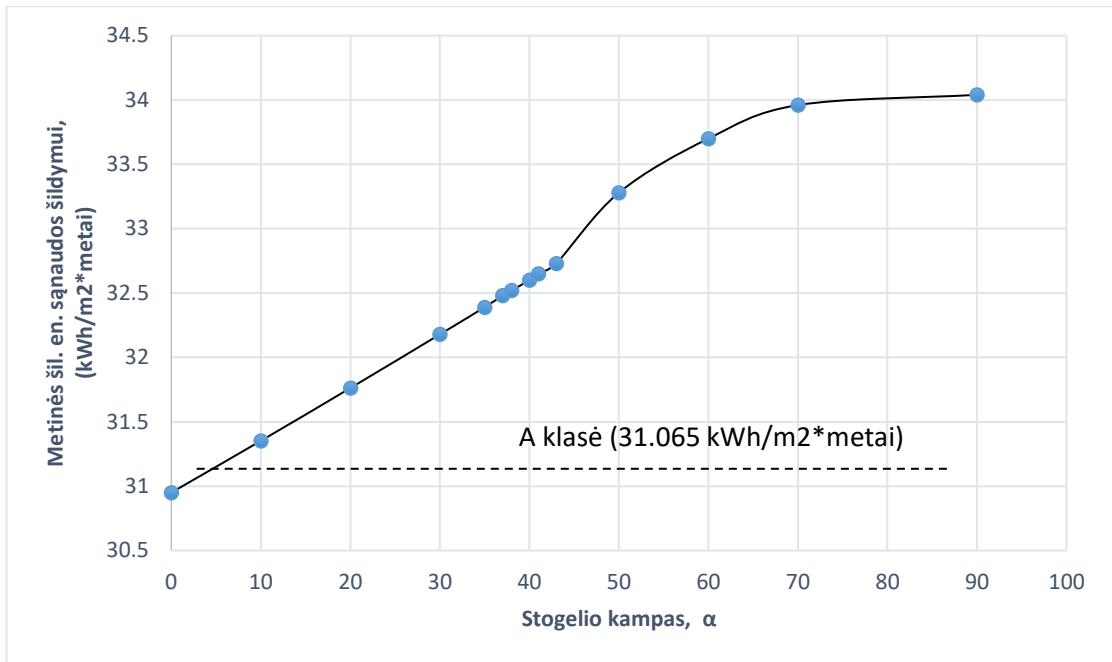
Langų užimama plotas, %:	10.48	14.71	16.61	17.57	18.54	34.69	76.84
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui, kWh/m <sup>2</sup> *metai	29.44	30.45	30.95	31.28	31.32	35.57	42.53

Atlikus papildomus keturis modeliavimus, rastas taškas kuriame įstiklinimo procentas yra maksimalus ir vis dar pastatas yra A energinio naudingumo klasėje. Ši riba yra kai fasaduose langų užimamas plotas siekia 16,61 %. Tuo momentu metinės šiluminės energijos sąnaudos šildymui siekia 30,95 kWh/m<sup>2</sup>\*metus.

#### Antra dalis

Naudojant rastą optimalų langų kiekį tyrimas tęsiamas siekiant ištirti apsauginių nuo saulės spinduliuotės stogelių efektyvumą. Stogeliai įrengiami ant pietinio ir vakarinio fasadų, kur jų efektyvumas yra didžiausias.

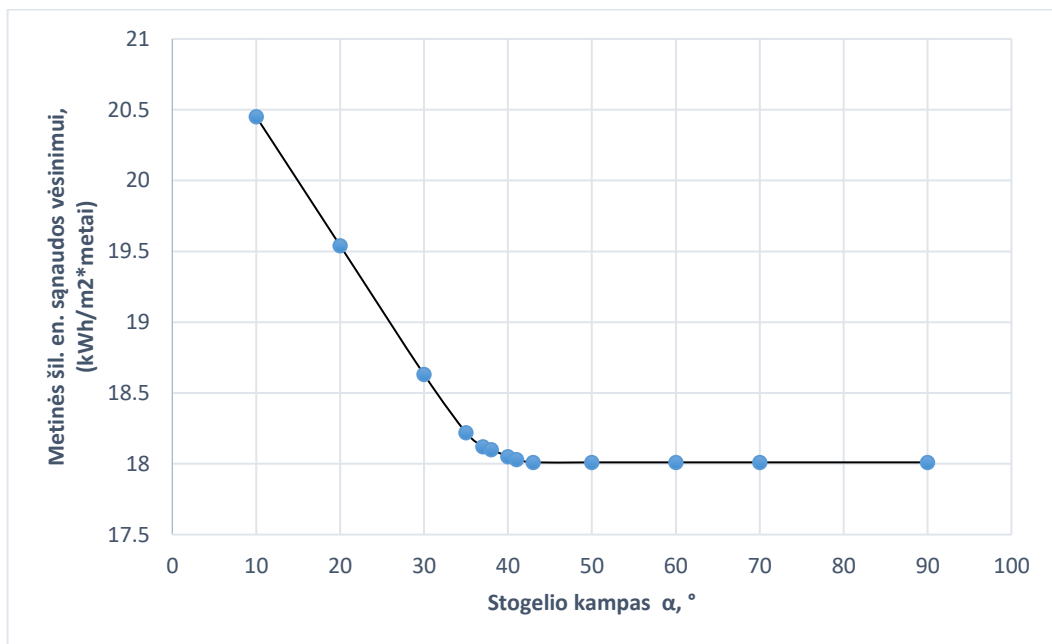
Pirmiausia randamas efektyviausias stogelių pasvirimo kampas. Tai daroma keičiant stogelio posvyrio kampą 10 laipsnių intervalais.



15 pav. Metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui kitimas keičiant stogelių virš langų kampą.

Stogelio kampas, $\alpha$	0	10	20	30	35	37	38	40	41	43	50	60	70	90
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui, (kWh/m <sup>2</sup> *metai)	30.95	31.352	31.762	32.179	32.39	32.48	32.52	32.6	32.65	32.73	33.28	33.7	33.96	34.04

Matoma, jog didėjant stogelio kampui, metinės šiluminės energijos sąnaudos didėja. Tai yra logiška, nes kampui didėjant, mažėja šilumos pritekėjimai dėl saulės spindulių, kas turi būti kompensuojama šildymo sistemų. Norint pamatyti tikrąjį stogelių efektyvumą, lyginama kaip kinta šiluminės energijos sąnaudos vėsinimui.

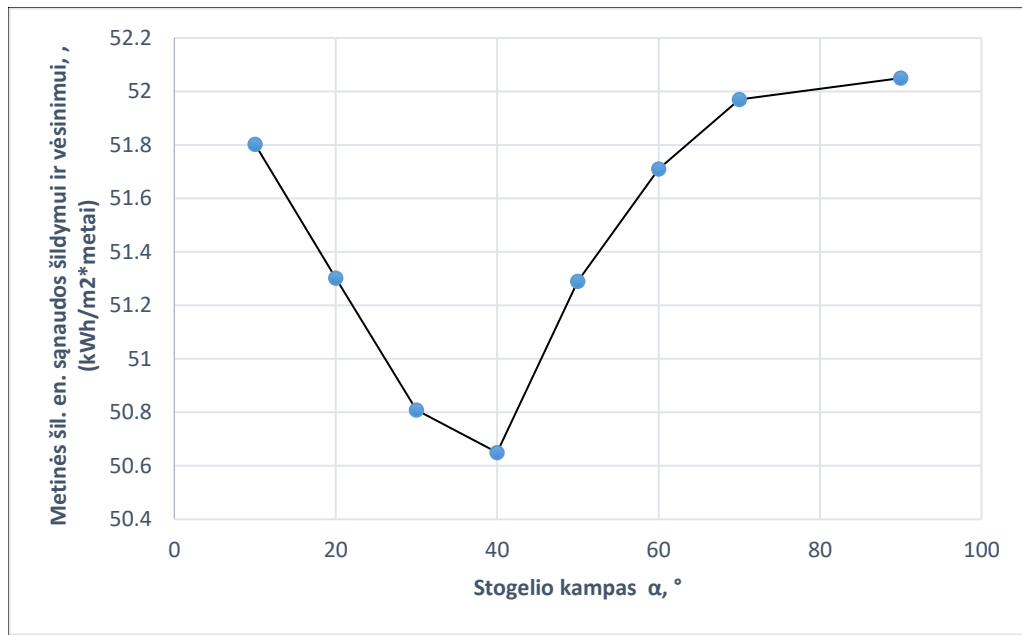


16 pav. Metinių šiluminės energijos sąnaudų vėsinimui kitimas keičiant stogelių virš langų kampą.

Stogelio kampas $\alpha$ , °	10	20	30	35	37	38	40	41	43	50	60	70	90
Metinės šil. en. sąnaudos vėsinimui, (kWh/m <sup>2</sup> *metai)	20.45	19.54	18.63	18.22	18.12	18.1	18.05	18.03	18.01	18.01	18.01	18.01	18.01

Gautame grafike matoma, jog didinant stogelių posvyrio kampą, mažinamos energijos sąnaudos vėsinimui.

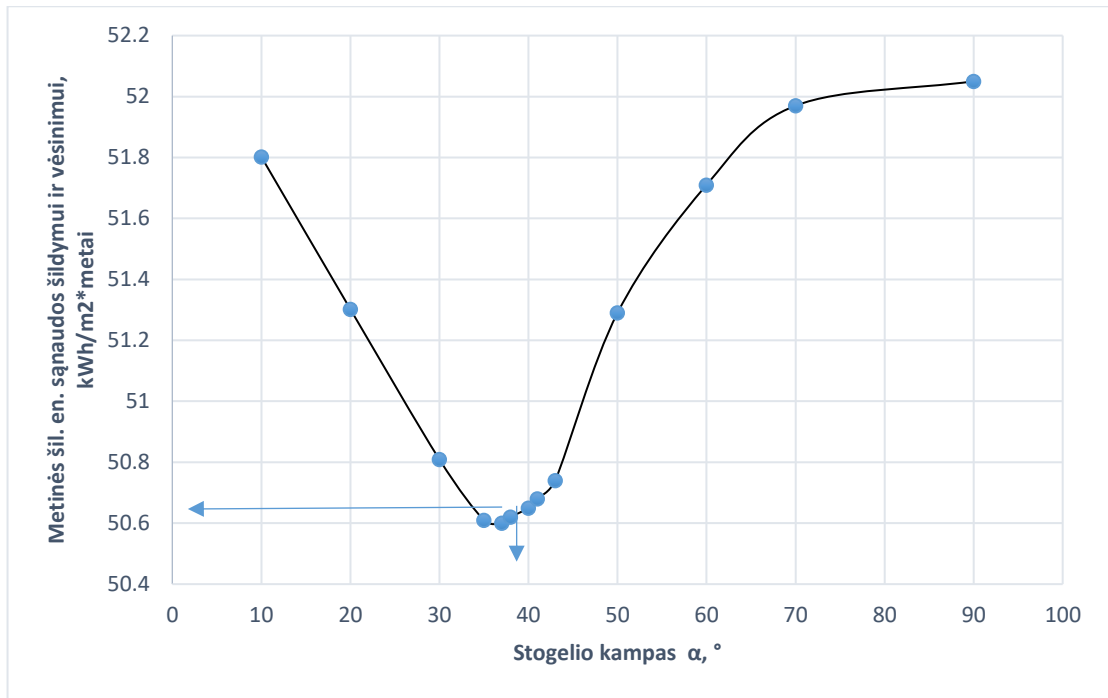
Apjungiami abu grafikai į vieną siekiant analizuoti metinės šiluminės energijos sąnaudas vėsinimui ir šildymui.



17 pav. Metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui ir vėsinimui kitimas keičiant stogelių virš langų kampą.

Stogelio kampas, $\alpha$	10	20	30	40	50	60	70	90
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui ir vėsinimui, kWh/m <sup>2</sup> *metai	51.802	51.302	50.809	50.65	51.29	51.71	51.97	52.05

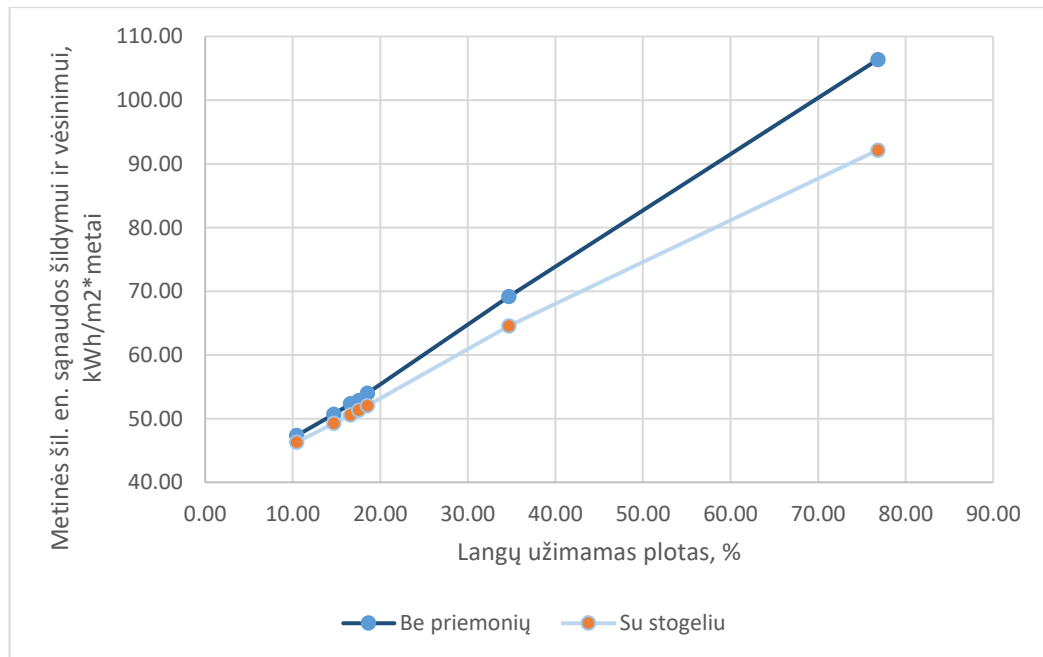
Matoma, jog metinės šiluminės energijos sąnaudos šildymui ir vėsinimui yra mažiausios stogelių posvyrio kampui esant 30-50° laipsnių ribose. Kaip ir langų ploto tyrime, siekiant gauti tikslesnius rezultatus atliekamos papildomos modeliacijos šiose laipsnių ribose.



18 pav. Metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui ir vėsinimui kitimas keičiant stogelių virš langų kampą. Patikslinta esminė vieta.

Stogelio kampas, $\alpha$	10	20	30	35	37	38	40	41	43	50	60	70	90
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui ir vėsinimui, kWh/m <sup>2</sup> *metai	51.802	51.302	50.809	50.61	50.6	50.62	50.65	50.68	50.74	51.29	51.71	51.97	52.05

Rezultatuose matome, jog optimaliausias stogelių posvyrio kampas yra 37 laipsniai, kada metinės šiluminės energijos sąnaudos šildymui ir vėsinimui yra lygios 50,6 kWh/m<sup>2</sup>\*metus.

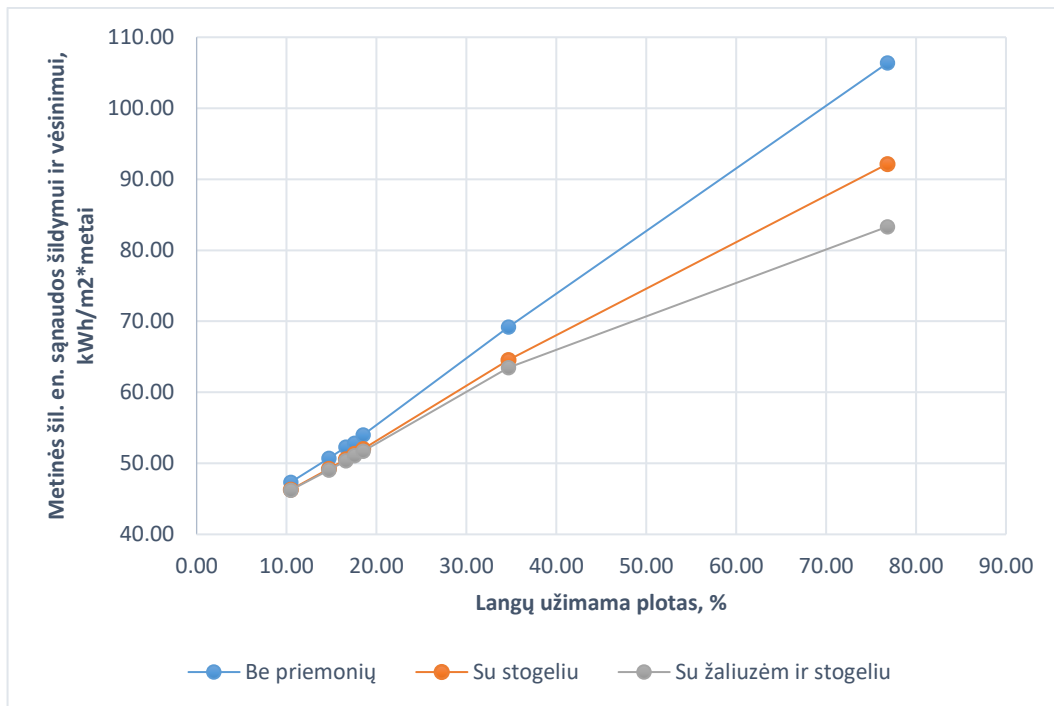


19 pav. Metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui ir vėsinimui kitimas priklausomai nuo langų fasade užimamos dalies. Su stogeliu ir be.

Langų užimama plotas, %:		10.48	14.71	16.61	17.57	18.54	34.69	76.84
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui ir vėsinimui, kWh/m <sup>2</sup> *metai	Be priemonių	47.36	50.71	52.32	52.83	54.01	69.19	106.39
	Su stogeliu	46.3	49.26	50.6	51.34	52.03	64.55	92.17

Iš šio grafiko matome kokią įtaką metinėms šiluminėms energijos sąnaudoms šildymui ir vėsinimui sudaro išanalizuotų priemonių naudojimas. Matoma, jog didėjant langų plotui, didėja ir efektyvumas.

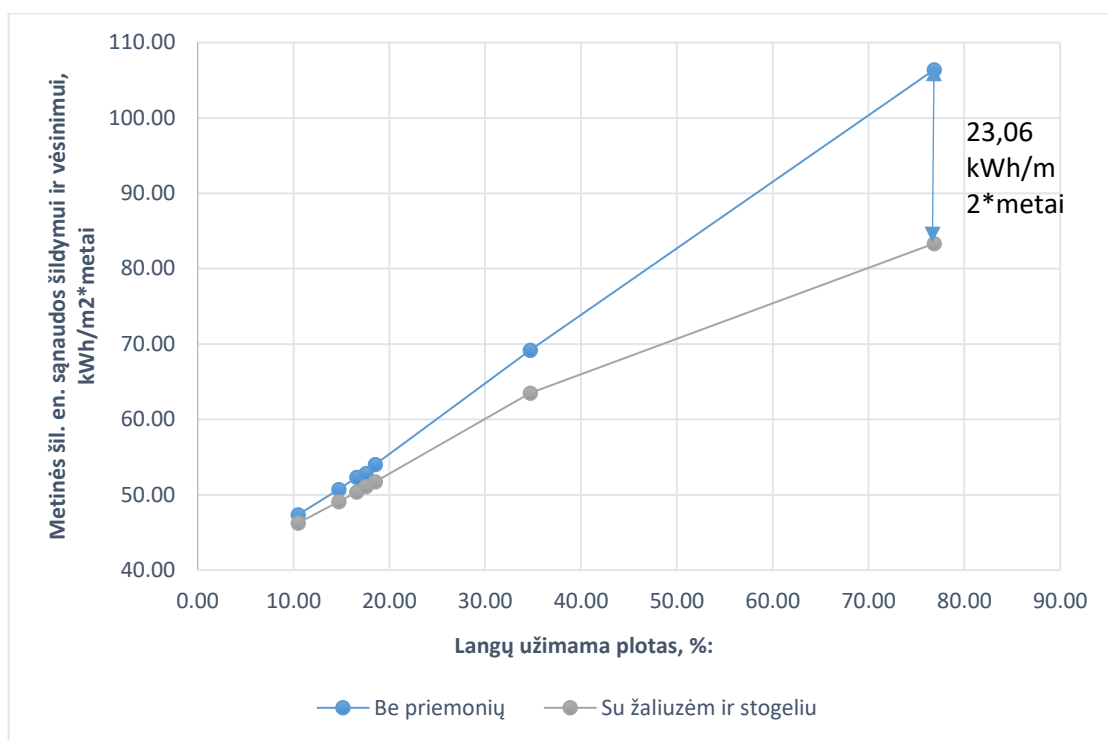
Toliau išanalizuojamas žaliuzių naudojimo efektyvumas. Prie prieš tai buvusio grafiko pridėdama kreivę rodanti kaip kinta metinės šiluminės energijos sąnaudos prie esamos modelio pridėdant žaliuzes.



20 pav. Metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui ir vėsinimui kitimas priklausomai nuo langų fasade užimamos dalies. Be apsaugos nuo saulės spinduliuotės priemonių, su stogeliu ir su žaliuzėmis ir stogeliu.

Langų užimama plotas, %:		10.48	14.71	16.61	17.57	18.54	34.69	76.84
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui ir vėsinimui, kWh/m <sup>2</sup> *metai	Be priemonių	47.36	50.71	52.32	52.83	54.01	69.19	106.39
	Su stogeliu	46.3	49.26	50.6	51.34	52.03	64.55	92.17
	Su žaliuzėmis ir stogeliu	46.24	49.08	50.38	51.1	51.74	63.5	83.33

NRG modeliavimo programinėje įrangoje pasirinkta naudoti judriąsias žaliuzes.



21 pav. Metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui ir vėsinimui kitimas priklausomai nuo langų fasade užimamos dalies. Palyginamas šiluminės energijos sąnaudų skirtumas tarp priemonių nenaudojimo ir žaliuzių kartu su stogeliu naudojimo.

Langų užimama plotas, %:	10.48	14.71	16.61	17.57	18.54	34.69	76.84	
Metinės šil. en. sąnaudos šildymui ir vėsinimui, kWh/m <sup>2</sup> *metai	Be priemonių	47.36	50.71	52.32	52.83	54.01	69.19	106.39
	Su žaliuzėm ir stogeliu	46.24	49.08	50.38	51.1	51.74	63.5	83.33

Pavaizdavus modeliavimo rezultatus, matoma, jog didėjant langų užimam plotui fasaduose, didėja ir analizuojamų priemonių efektyvumas. Naudojant visas išanalizuotas priemones, esant 76,84% fasado įstiklinimui, yra sutaupoma 23,06 kWh/m<sup>2</sup>\*metus metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui ir vėsinimui.

## 2.4 Rezultatų analizė

Pirmoje dalyje išanalizavus tris užsibrėžtus atvejus, nustatyta, kad tik trečiuoju, mažiausiai langų turinčiu atveju pavyko pasiekti A energinio naudingumo klasę. Siekiant turėti maksimalų langų kiekį ir vis dar būti A energinio naudingumo klasėje, apskaičiuotas optimaliausias variantas analizuojamam pastatui – 16,61% (39,07 m<sup>2</sup>) fasado turi būti langai, šiomis sąlygomis metinės šiluminės energijos sąnaudos šildymui - 30,62 kWh/m<sup>2</sup>\*metus.

Antroje dalyje nustatytas optimaliausias apsauginių nuo saulės spinduliuotės stogelių pasvirimo kampas –  $\alpha=37^\circ$ . Šiomis sąlygomis metinės šiluminės energijos sąnaudos šildymui ir vėsinimui 50,6 kWh/m<sup>2</sup>\*metus. Nenaudojant stogelio – 52,32 kWh/m<sup>2</sup>\*metus.



Išanalizuotas žaliuzių nuo saulės efektyvumas. Iš grafikų matosi, jog esant 76,84% fasadų ploto padengta langais, žaliuzių ir stogelių naudojimas sutaupo 23,06 kWh/m<sup>2</sup>\*metus metinių šiluminės energijos sąnaudų šildymui ir vėsinimui.

### 3. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

#### 3.1 Bendrieji duomenys

Analizuojamas objektas yra trijų aukštų mūrinis statinys. Jis yra priskiriamas visuomeninių pastatų grupei, tai administracinės patalpos, kuriose yra įsikūrusios trys skirtingos įmonės.

- sklypo plotas: 889,36 m<sup>2</sup>;
- pastato plotas: 272,05 m<sup>2</sup>;
- pastato tūris: 2725,94 m<sup>3</sup>;
- pastato aukštis: 10,84 m<sup>2</sup>;

#### 3.2 Sklypas

Analizuojamas pastatas stovi taisyklingo stačiakampio formos sklype. Ribojasi su Ringuvos gatve. Pastatas ir stovėjimo aikštelė išnaudoja beveik visą sklypo plotą, likusi dalis yra apželdinta veja.

#### 3.3 Pastato architektūriniai sprendiniai

Esamas pastatas yra trijų aukštų, administracinės paskirties. Pastato aukštai yra nuomojami skirtingoms įmonėms, visų aukštų išplanavimai yra beveik identiški, skiriasi tik kelių patalpų matmenys. Aukštų administracinės erdvės yra atskirtos viena nuo kitos gipskartoniu dengtomis pertvaromis. Į pastato pirmąjį aukštą numatyta vaikščioti per vieną pagrindinį įėjimą. Į likusius aukštus yra patenkama per laiptinę. Virš pietinio fasado langų yra sumontuoti stogeliai nuo saulės spinduliuotės.

## **4. KONSTRUKCINĖ DALIS**

### **4.1 Pamatai**

Statinio pamatai gręžtiniai gelžbetoniniai poliai. Iš išorės rostverko dalis apšiltinta 105 mm putų polistirenu EPS, cokolis apšiltintas dar papildomai 75 mm.

### **4.2 Perdangos ir stogas**

Statinyje sumontuotos 250 mm gelžbetoninės, monolitinės perdangos, stogas sutapdintas, apšiltintas 300 mm putų polistirolu. Papildomai 20-200 mm naudojama nuolydžiui kurti. Stogo U vertė 0,11 W/(m<sup>2</sup> K).

### **4.3 Išorinės sienos**

Statinio sienos iš surenkamų gelžbetonio plokščių, vėdinamos. Apdaila iš fibrocementinių plokščių, apšiltinama 30 mm nedegiu kietos ir papildomai minkštos mineralinės vatos sluoksniu.

### **4.4 Vidinės sienos**

Vidinės patalpos viena nuo kitos atskirtos gipskartonių dengtomis pertvaromis.

### **4.5 Langai, vitrinos ir durys**

Statinyje montuojami langai, kurių šilumos perdavimo koeficientas -  $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ .

## **5. PROJEKTINĖ DALIS**

### **5.1 Aiškinamasis raštas**

Atlikus tiriamąją dalį buvo priimti projektiniai sprendimai dėl langų išdėstymo ir matmenų pastato fasaduose. Dėl tiriamosios dalies mažos apimties, buvo nuspręsta projektuoti pastato vėdinimo ir šildymo sistemas. Žinant, jog vienas pastato fasadas beveik pilnai įstiklintas, buvo nuspręsta prie šio fasado patalpų įrengti konvektorinę šildymo sistemą. Likusiose patalpose įrengtas radiatorinis šildymas. Konvektoriai ir radiatoriai numatyti prijungti prie tos pačios šildymo sistemos – šilumos punkto prijungto prie miesto tinklų. Suprojektuoti ir įrengti įrenginiai, veikiantys nustatytais režimais negali viršyti higienos normose numatytų garso lygių, neturi trukdyti aplinkiniams, ar pastate dirbantiems asmenims. Suprojektuotos sistemos turi visapusiškai atitikti gaisrinės saugos taisyklių numatytas saugos normas, visi įrenginiai turi būti tinkamai izoliuoti bei apsaugoti nuo galimų gaisro sukėlimo atvejų. Suprojektuotos inžinerinės sistemos privalo palaikyti tinkamas mikroklimato sąlygas, nustatytas higienos normų. Visi įrenginių įrengimo darbai turi būti atliekami laikantis visų priešgaisrinių reikalavimų. Energijos suvartojimas turi būti maksimaliai ekonomišką, šiluminė energija turi būti tausojama.

### **5.2 Normatyviniai statybos techniniai dokumentai**

Normatyviniai statybos techniniai dokumentai yra:

- 1) statybos techniniai reglamentai – Vyriausybės įgaliotos institucijos teisės aktai, kurie nustato statinių, jų statybos, naudojimo ir priežiūros techninius reikalavimus tiesiogiai arba nuorodomis į standartus arba statybos ar statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisykles;
- 2) statybos taisyklės, statinių naudojimo ir techninės priežiūros taisyklės – ministerijų, Vyriausybės įstaigų, kitų valstybės institucijų ar juridinių asmenų dokumentai, kurie nurodo statybos techninių reglamentų įgyvendinimo būdus ir metodus;
- 3) pripažintos nacionalinės standartizacijos institucijos nustatyta tvarka parengti ir priimti statybos srityje taikomi Lietuvos standartai, taip pat kaip Lietuvos standartai perimti Europos ir tarptautiniai standartai;
- 4) techniniai įvertinimai – Reglamente (ES) Nr. 305/2011 nustatytais atvejais ir tvarka parengti ir išduoti Europos techniniai įvertinimai arba Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka parengti ir išduoti nacionaliniai techniniai įvertinimai. Pastarieji rengiami, kai nėra parengtų atitinkamų Lietuvos ar tarptautinių, Europos standartų, neplanuojama šių standartų rengti, taip pat kai juose numatytas vertinimo metodas yra netinkamas bent vienos esminės statybos produkto charakteristikos atžvilgiu

arba kai atitinkamame standarte nenumatomas vertinimo metodas bent vienos esminės statybos produkto charakteristikos atžvilgiu;

5) metodiniai nurodymai, rekomendacijos – projektavimo ir statybos įmonių, valstybės, mokslo, studijų ir kitų institucijų paskelbti savanoriškai taikomi dokumentai, kurie nurodo būdus ir metodus, kaip įgyvendinti statybos techninius reglamentus;

### 5.3 Projektuojamo pastato susiejimas su tiriamąja dalimi

Projektavimas bus atliekamas su pakoreguotu pastatu, naudojant išanalizuotas priemones tiriamojame magistrinio darbo dalyje. Naudojant išanalizuotas priemones, pastato fasadai permodeliuojami, kad pastatas būtų A energinio naudingumo klasėje. Gauta, jog optimalus langų kiekis fasaduose yra lygus 9,79 %.



22 pav. Permodeliuotas analizuojamas pastatas naudojant ištirtas priemones.

### 5.4 Informacija apie šildymo sistemas, jų pasirinkimo pagrindimas

Šiltas vanduo į patalpas būtų tiekiamas iš šilumos punkto. Pastato aukštuose įrengta radiatorinė ir konvektorinė šildymo sistema. Pastato fasadai nėra stikliniai, tad radiatorinė sistema yra tinkama šiam pastatui. Visuose aukštuose viena iš patalpų turi langus einančius nuo lubų iki grindų, kas neleidžia montuoti radiatorinio šildymo dėl estetinių priežasčių, tad šiose patalpose įrengiamas konvektorinis šildymas. Konvektoriai įleidžiami į patalpos grindis. Kiekviename aukšte prie kolektoriaus įrengiamas šilumos skaitiklis. Taip visi aukštai turi atskirą šilumos apskaitą.

### 5.5 Informacija apie natūralias, mechanines vėdinimo sistemas

Pastato beveik visose patalpose numatoma mechaninė vėdinimo sistema. Naudojami vėdinimo įrenginiai yra su rekuperacinėmis sistemomis. Kiekvienas aukštas turi individualią vėdinimo sistemą,

su atskirais vėdinimo įrenginiais. Tokiu būdu visi pastato aukštai gali reguliuoti vėdinimą pagal savo poreikius.

## 5.6 Sprendimus pagrindžiantys skaičiavimai

### 5.6.1 Šildymo sistemos skaičiavimai:

Projektiniai savitieji šilumos nuostoliai  $H$  – šilumos srautas, pereinantis per pastato atitvaras iš vidaus į išorę, kai temperatūrų skirtumas 1 K, W/K.

$$H = H_{el} + H_{\varphi} + H_v, \text{ W/K} \quad (1)$$

čia: -  $H_{el}$  savitieji šilumos nuostoliai per atitvaras, W;

$H_{\varphi}$  - savitieji šilumos nuostoliai per ilginis šiluminius tiltelius, W;

$H_v$  - savitieji šilumos nuostoliai dėl vėdinimo, W

Patalpos atitvarų, išskyrus besiribojančiu su gruntu, savitieji šilumos nuostoliai:

$H_{el}$  apskaičiuojami:

$$H_{el} = U \cdot A \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_0 + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (2)$$

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

$A$  – atitinkamos atitvaros arba atitvaros dalies, su vienoda šilumine varža, plotas, m<sup>2</sup>;

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

$b_u$  – pataisa, jeigu atitvara ribojasi su nešildoma patalpa;

$k_0$  – pataisa, dėl atitvaros padėties pasaulio šalių atžvilgiu;

$k_w$  – pataisa, dėl vėjo įtakos;

$k_h$  – pataisa, dėl šildymo prietaisų rūšies;

Skaičiavimuose reikia atsižvelgti į šiuos esančius ilginis šiluminius tiltelius:

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

Atitinkamo ilginio šilumos tiltelio projektiniai šilumos nuostoliai  $H_{\Psi}$ , W nustatomi pagal formulę:

$$H_{\Psi} = \Psi \cdot l \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_0 + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (3)$$

$\Psi$  – ilginio šiluminio tiltelio šilumos perdavimo koeficientas, W/mK;

$l$  – ilginio šiluminio tiltelio ilgis, m.

Jei ilginis šiluminis tiltelis yra skiriančioje dvi patalpas atitvaroje, tada kiekvienai patalpai priskiriama puse nuostolius atsirandančių dėl šio tiltelio.

$$H_V = \sum H_{ev} + \sum H_{in} + \sum H_{nv} + \sum H_{de}; \quad (4)$$

$H_{ev}$  – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl priverstinės vėdinimo sistemos, W/K;

$H_{in}$  – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos, W/K;

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

$H_{de}$  – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių durų varstymo, W/K;

Skaičiavimai atliekami įvertinant klimato duomenis Kauno miestui.

Patalpai šildyti reikalinga projektinė šiluminė galia  $P_h$ , W, nevertinant šilumos pritekėjimų:

$$P_h = \sum \Phi_{\epsilon\lambda} + \sum \Phi_{\Psi} + \Phi_{\tau\omega}; \quad (5)$$

$\Phi_{\epsilon\lambda}$  – šilumos nuostoliai per atitvaras, W;

$\Phi_{\Psi}$  – šilumos nuostoliai per ilginius šilumos tiltelius, W;

$\Phi_{\tau\omega}$  – patalpos vėdinimo šilumos nuostoliai, W.

Debitas kg/h yra paskaičiuojamas

$$G = P_h / (1,163 \cdot \Delta t) \quad (6)$$

$\Delta t$  – tiekiamo ir gražinamo vandens temperatūrų skirtumas °C;

$P_h$  - ruožo šiluminis krūvis W;

Hidraulinius nuostolius sudaro trinties nuostoliai ir nuostoliai dėl vietinių kliūčių:

$$\Delta p = R \cdot l + Z, \text{ (Pa)} \quad (7)$$

$R$  - vamzdinių vieno tiesinio m pasipriešinimas dėl trinties, Pa/m;

$$R = (\lambda/d) \cdot (v^2/2) \cdot \rho \quad (8)$$

$\lambda$  – hidraulinės trinties koeficientas;

$d$  - vamzdžio vidinis skersmuo;

$v$  - vandens tekėjimo greitis;

$\rho$  - vandens tankis;

Vietiniai nuostoliai -  $Z$  (Pa);

$$Z = \sum \zeta \cdot (v^2/2) \cdot \rho \quad (9)$$

$\zeta$  - vietinės kliūtės koeficientas;

Vamzdžių skersmenys, lyginamieji trinties nuostoliai, tėkmės greitis ir vietinių kliūčių koeficientai randami lentelėse.

Skaičiuojamosios šildymo sistemos vamzdžiai parenkami iš gamintojo katalogų. Mano atveju buvo imti daugiasluksniai vamzdžiai (Uponor).

Ruožo Nr.	Ph, W	G, kg/h	l, m	ds, mm	R, Pa/m	R*I, Pa	v, m/s	Σξ	Δp, Pa	Z, Pa	R*I+Z+Δp, Pa	Vietinės kliūtys
						Tiesios atkarpos			Prietaisai	Vietinės kliūtys		
1 žiedas per šildymo prietaisą												
Šilumokaitis	40551	1743	-	-	-	-	-	-	20000	-	20000	-
1	40551	1743	10,48	40x4	100	1048	0,6	10,5	-	1890	2938	rutul. ventylis - 2; 5xalkūnės - 2; trišakis tiesiai - 0,5;
2	17056	733	3,15	25x2.5	210	661,5	0,65	1,8	-	380,25	1041,75	trišakis tiesiai - 0,8; susiaurėjimas - 1;
3	9509	409	3,05	25x2.5	100	305	0,4	2,8	-	224	529	alkūnė - 2,8;
Reguliuojamas kolektorius	9509	409	-	-	-	-	-	-	10000	-	10000	-
4	204	9	30,1	20x2.5	98	2949,8	0,3	21	-	945	3894,8	7xalkūnės - 3
Sild. Priet. Konvektorius	4984	214	-	-	-	-	-	-	5000	-	5000	-
4'	4984	214	30,1	20x2.5	98	2949,8	0,3	21	-	945	3894,8	7xalkūnės - 3
Reguliuojamas kolektorius	9509	409	-	-	-	-	-	-	20000	-	10000	-
3'	9509	409	3,05	25x2.5	100	305	0,4	2,8	-	224	529	alkūnė - 2,8;
2'	17056	733	3,15	25x2.5	210	661,5	0,65	0,8	-	169	830,5	trišakis tiesiai - 0,8;
1'	40551	1743	10,55	40x4	100	1055	0,6	10	-	1800	27855	rutul. ventylis - 2; 5xalkūnės - 2; trišakis tiesiai - 0,5; filtras-20 kPa; atbulinis vožtuvas- 5kPa;
Suma 2 bendras:											82618,05	
Reguliavimo ventilyje sukuriamas hidraulinis pasipriešinimas ir nustatymo padėtis:											-	

23 pav. Hidraulinį nuostolių skaičiavimas.

Kad dėl šildomo vandens tūrio didėjimo šildymo sistemos darbas nesutriktų parenkamas išsiplėtimo indas. Reikalingas jo tūris nustatomas apytiksliai pagal bendrą šildymo sistemos tūrį.

Apskaičiuojamas vandens tūris sistemoje:

$$V_{sist} = V_{\check{S}\check{S}} + V_{\check{S}P} + V_v = 1.458 + 291,25 + 51,717 = 344,42 \text{ l} \quad (10)$$

Vandens tūri vamzdyne:

$$V_v = \frac{\pi \cdot d^2}{2} * l =$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0.40^2}{2} \cdot 18,2 + \frac{3.14 \cdot 0.25^2}{2} \cdot 16,1 + \frac{3.14 \cdot 0.20^2}{2} \cdot 160 + \frac{3.14 \cdot 0.18^2}{2} \cdot 203,4$$

$$+ \frac{3.14 \cdot 0.16^2}{2} \cdot 493,2 + \frac{3.14 \cdot 0.14^2}{2} \cdot 176,4 = 51.717 \text{ l} \quad (11)$$

Apskaičiuojamas vandens tūrio padidėjimas sistemoje, l:

$$V_e = V_{sist} \cdot e = 344,42 * 0.0287 = 9.88 \text{ l} \quad (12)$$

Apskaičiuojamas slėgio faktorius:

$$D_f = \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} = \frac{1.5 + 1}{1.5 - 1.13} = 6.75 \text{ bar} \quad (13)$$

$$p_e = p_{SV} - 0.5 = 2 - 0.5 = 1.5 \text{ bar} \quad (14)$$

$$p_0 = p_{ST} + 0.5 = 0.63 + 0.5 = 1.13 \text{ bar} \quad (15)$$

$$p_{ST} = \frac{H_{ST}}{10} = \frac{6,3}{10} = 0.63 \text{ bar} \quad (16)$$



Apskaičiuojamas išsiplėtimo indo tūris, l:

$$V_N = V_e \cdot D_f = 9,88 \cdot 6,75 = 66,69 \text{ l} \quad (17)$$

Pagal gautus duomenis Išsiplėtimo indas Išsiplėtimo indas šildymo sistemai Maxivarem 80 1 VAREM.

Cirkuliacinis siurblys šildymo sistemoje sukuria slėgį, reikalingą šilumnešio cirkuliacijos užtikrinimui nuo šilumos iki tolimiausių šildymo prietaisų. Cirkuliacinis siurblys parenkamas atsižvelgiant į nepatogiausio žiedo slėgio nuostolius:

$$\Delta p = \sum(R \cdot l + Z) = 77,61 \Sigma \text{ kPa ir ruožo debitą: } G=1743 \text{ kg/h}=1,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

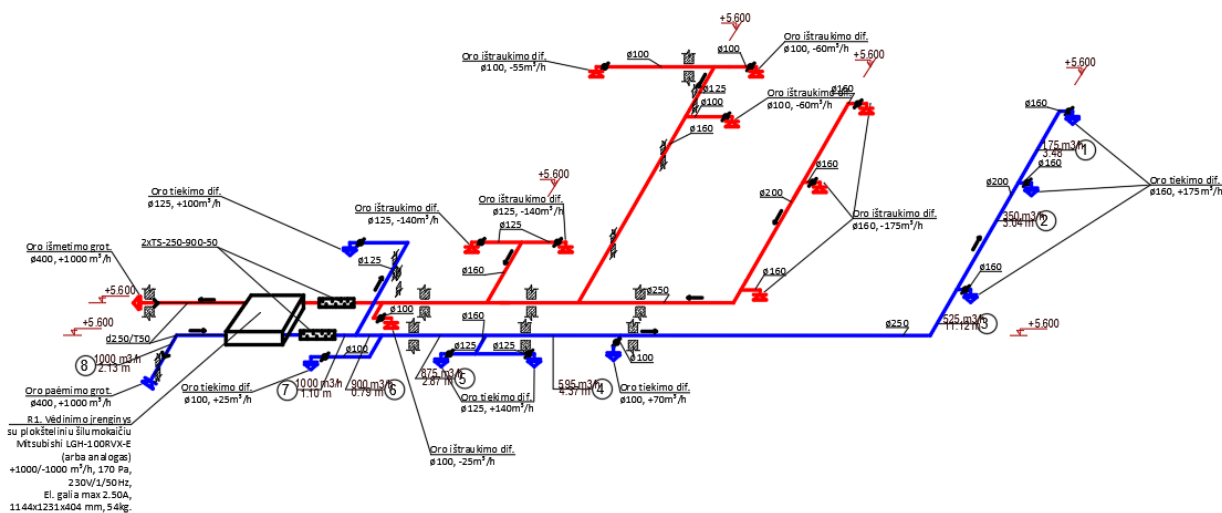
Pagal gautus duomenis pasirenkamas cirkuliacinis siurblys Wilo-Comfort-Vario COR-1 MHIE-GE.

### 5.6.2 Vėdinimo sistemos skaičiavimai

Norint komfortiškų sąlygų administraciniame pastate, reikalinga korektiška oro tiekimo ir ištraukimo sistema. Pirmiausia apskaičiuojame reikiamus oro kiekius (kiek tiekti ir ištraukti) kad būtų užtikrintas reikiamas mikroklimatas.

Pagal reglamentuotus norminius oro apykaitos dydžius prieduose pateikiami pastatui reikiamo oro kiekio skaičiavimai.

Atliekami aerodinaminiai skaičiavimai pasirinkus pavojingiausią ruožą. Kadangi analizuojamas pastatas turi atskiras vėdinimo sistemas visuose aukštuose ir aukštų planai yra pakankamai panašūs, pakanka apskaičiuoti vieną ruožą vienoje iš sistemų.



24 pav. Pasirinktas nepatogiausias ruožas aerodinaminiais skaičiavimams.

Slėgio nuostoliai Z, atsirandantys dėl vietinių kliūčių randami pagal formulę:

$$Z = \sum \xi \frac{v^2 \cdot \rho}{2}, \text{ Pa} \quad (18)$$

$\rho$  – oro tankis,  $1,2 \text{ kg/m}^3$ , kai temperatūra  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

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

$v$  – oro tekėjimo greitis, m/s;

Dinaminis slėgis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$p_{din} = \frac{v^2 \cdot \rho}{2} \quad (19)$$

Bendrieji slėgio nuostoliai vėdinimo ortakiuose apskaičiuojami pagal formulę:

$$\Delta p = R \cdot l + Z, \text{ Pa} \quad (20)$$

$l$  – vėdinimo kanalo ilgis, m;  $R$  – trinties nuostoliai į tiesinį metrą, Pa/m.

Ruožo Nr.	Debitas, m <sup>3</sup> /h	Ilgis l, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R <sub>xl</sub> , Pa	Dinaminis slėgis p <sub>din</sub> , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma $\Sigma \xi$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	Atskirų sistemos elementų $\Delta p$ , Pa	R <sub>xl</sub> +Z+ $\Delta p$ , Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	12
1	175	3.475	160	2.4	1	3.475	3.46752	0.22	0.7628544	21.5	25.74	alk, dif, pereiga
						0						
2	350	3.038	200	3.1	1	3.038	5.78522	0	0	1.5	4.54	baln
						0						
3	525	11.119	200	4.7	1.8	20.0142	13.29818	0.22	2.9255996	1.5	24.44	baln, alk
						0						
4	595	4.373	200	5	2	8.746	15.05	0	0	1.5	10.25	baln
						0						
5	875	2.875	250	4.9	1.5	4.3125	14.45402	0	0	8.5	12.81	baln, pereiga
6	900	0.792	250	5	1.5	1.188	15.05	0	0	1.5	2.69	baln
						0						
7	1000	1.096	250	5.7	2	2.192	19.55898	0	0	5	7.19	baln, gars slop.
						0						
8	1000	2.127	250	5.7	2	4.254	19.55898	0.22	4.3029756	16	24.56	1xalk, pereig, groteles
											112.21	

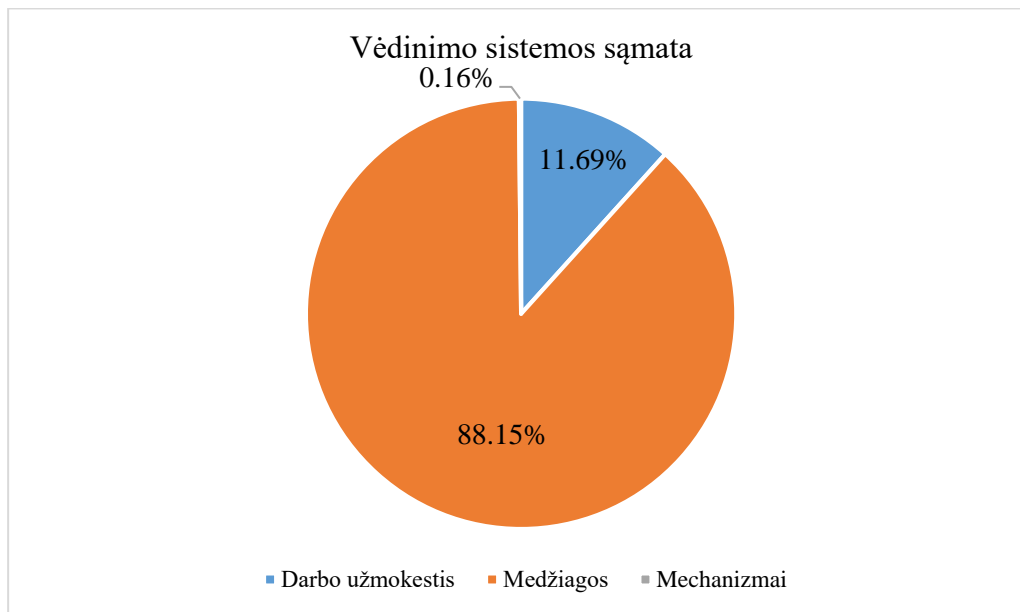
25 pav. Aerodinaminiai skaičiavimai.

Apskaičiavus reikalingus oro kiekius ir slėgio nuostolius galima parinkti vėdinimo sistemos agregatą. Projektuojamų vėdinimo sistemų atveju, parenkami trys skirtingi įrenginiai kiekvienam aukštui.

Pagal turimus duomenis, pasirenkamas vėdinimo įrenginys su plokšteliniu šilumokaičiu Mitsubishi LGH-100RVX-E. Detalesnės specifikacijos pateikiamos 7 priede.

## 6. EKONOMINĖ DALIS

Suskaičiuota analizuojamo pastato vėdinimo sistemos lokalinė sąmata. Skaičiavimai atlikti naudojant programinę įrangą „Sistela“. Medžiagų kainos buvo parinktos pagal Mitsubishi Electric produkcijos kainyną, medžiagų vėdinimo sistemos kainyną ir vidutines rinkos kainas. Gauta, jog projektuojama vėdinimo sistema kainuos 21840,5 Eur.. Perskaičiavus į kvadratinį metrą gauname 33,11 Eur/m<sup>2</sup>. Medžiagų, mechanizmų ir darbo užmokesčio poreikiai pavaizduoti 21 pav. Matome, jog medžiagos sudaro 88,15 % visos kainos, o montavimo darbai - 11,69 %. Mechanizmai sudaro tik 0,16 % visos sąmatos. Lokalinė sąmata pateikta 14 priede.



26 pav. Vėdinimo sistemos sąmatos pasiskirstymas pagal darbo užmokesčio, medžiagų ir mechanizmų poreikį.

**IŠVADOS**

1. Tiriamojoje dalyje sėkmingai buvo sumodeliuoti pastato fasadai ir įvykdytas tikslas pasiekti A energinio naudingumo klasę. Sėkmingai ištirta skirtingų faktorių įtaka pastato energiniam naudingumui. Siekiant turėti maksimalų langų kiekį ir vis dar būti A energinio naudingumo klasėje, apskaičiuotas optimaliausias variantas analizuojamam pastatui – 16,61% ( $39,07\text{m}^2$ ) fasado turi būti langai, šiomis sąlygomis metinės šiluminės energijos sąnaudos šildymui -  $30,62\text{ kWh/m}^2\cdot\text{metus}$ .
2. Antroje dalyje nustatytas optimaliausias apsauginių nuo saulės spinduliuotės stogelių pasvirimo kampas –  $\alpha=37^\circ$ . Šiomis sąlygomis metinės šiluminės energijos sąnaudos šildymui ir vėsinimui  $50,6\text{ kWh/m}^2\cdot\text{metus}$ . Nenaudojant stogelio –  $52,32\text{ kWh/m}^2\cdot\text{metus}$ .
3. Viso pastato apskaičiuoti šilumos nuostoliai gauti  $37659,08\text{ W}$  arba  $57,08\text{ W/m}^2$ .
4. Kiekviename aukšte suprojektuota atskira vėdinimo sistema naudojant vėdinimo įrenginius su plokšteliniais šilumokaičiais. Į kiekvieno aukšto patalpas tiekama ir ištraukiama  $1000\text{ m}^3/\text{h}$ .
5. Suskaičiuota vėdinimo sistemos įrengimo lokalinė sąmata  $21840,5\text{ Eur}$  arba  $33,11\text{ Eur/m}^2$ .

**LITERATŪROS SĄRAŠAS**

1. L. Pérez-Lombard, J. Rotis, C. Put, „A rieve o buildings energy consumption“.
2. S.K. Alghoul, A.O. Geisha, A.M. Naša, „Te efekta of electricity price o saving energy transmitted from external building walls“ <http://dx.doi.org/10.3844/erjisp.2016>.
3. J.W. Lee, H.J. Jung, J.B. Lee, Y. Yoon, „Optimization of building window system in Asian regions by analyzing solar heat gain and daylighting elements, Renew. Energy“ 522–531, <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2012.07.029>.
4. Samah K. Alghoul, , Hassan G. Rijabo, Mohamed E. Mashena ”Energy consumption in buildings: A correlation for the influence of window to wall ratio and window orientation in Tripoli, Libya“.
5. Md. Jahangir Alam & Mohammad Ariful Islam „Effect of external shading and window glazing o energy consumption of buildings in Bangladesh“.
6. Samar Jaber, Salman Ajib „Optimum, technical and energy efficiency design of residential building in Mediterranean region“.
7. STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“.
8. HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“.
9. HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“.
10. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“.
11. „Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės“.

## PRIEDAI

## 1 priedas. Šilumos nuostolių suvestinė.

Patalpa, temp., °C	Atitvaros				Pataisa dėl				SŠN per atitvaras H <sub>et</sub> , W/K	SŠN per atitvaras ΣH <sub>et</sub> = H <sub>en</sub> , W/K	SŠN per ilginius šiluminius tittelius H <sub>v</sub> , W/K	SŠN dėl vedinimo ir inf. H <sub>v</sub> , W/K	ΣH <sub>v</sub>	W/K	(θ <sub>i</sub> -θ <sub>e</sub> ), °C	Šildymo galia P <sub>b</sub> , W
	Pav., orient.	Matmenys, AxB, m	Plotas, m <sup>2</sup>	U, W/m <sup>2</sup> K	Pataisa k <sub>a</sub> x b <sub>a</sub>	atitv. orientac. Δk <sub>o</sub>	šildymo prietaisų rūšies Δk <sub>q</sub>	1+ΣΔk								
1	2	A	B	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. 18°C	ŠRS	5.60	9.30	52.08	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	8.36	75.44	19.15	24.10	118.69	42.00	4984.86
	PRS	6.83	9.30	63.52	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	9.72						
	ŠVS	1.35	9.30	12.56	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	2.02						
	PRS	0.69	9.30	6.42	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	0.98						
	ŠVL1	4.60	6.45	29.67	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	36.51						
	ŠVL2	4.60	2.47	11.36	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	13.98						
	ST			34.53	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	3.87						
GR			32.89	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	3.22	3.22	-	-	3.22	23.20	74.72	
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>5059.57</b>
2. 18°C	ŠRS	2.97	3.15	9.36	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	11.51	43.10	4.68	3.03	50.82	42.00	2134.36
	ŠVS	6.33	3.15	19.94	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	24.54						
	PRS	1.16	3.15	3.65	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	4.29						
	ŠVD	0.90	2.30	2.07	1.25	1.00	0.05	0.02	1.07	2.77						
	GR			14.62	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	1.43						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>2167.57</b>
3. 18°C	ŠRS	3.42	3.15	10.77	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	13.26	24.55	3.03	4.74	32.32	42.00	1357.55
	ŠRL	3.42	2.30	7.87	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	9.23						
	GR			21.15	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	2.07						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>1405.60</b>
4. 18°C											0.00	0.00	3.91	3.91	42.00	164.25
	GR			16.51	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	1.62	1.62	-	-	1.62	23.20	37.51
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>201.76</b>
5. 20°C	PRS	3.88	3.15	12.22	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	14.34	14.34	1.64	4.15	20.13	44.00	885.58
	GR			17.51	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	1.71	1.71	-	-	1.71	25.20	43.21
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>928.78</b>
6. 20°C	ŠVS	4.40	3.15	13.86	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	17.05	25.21	3.01	5.15	33.37	44.00	1468.16
	ŠVL	2.88	2.30	6.62	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	8.15						
	GR			20.31	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	1.99						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>1518.28</b>
7. 20°C	ŠVS	3.86	3.15	12.16	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	14.96	14.96	0.79	4.08	19.83	44.00	872.59
	GR			18.02	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	1.76	1.76	-	-	1.76	25.20	44.47
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>917.06</b>
8. 22°C	PRS	3.09	3.15	9.73	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	11.42	11.42	0.63	1.23	13.28	46.00	610.88
	GR			6.09	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	0.60	0.60	-	-	0.60	27.20	16.22
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>627.10</b>
9. 22°C											0.00	0.00	0.66	0.66	46.00	30.36
	GR			3.09	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	0.30	0.30	-	-	0.30	27.20	8.23
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>38.59</b>
10. 20°C	ŠVS	8.52	3.15	26.84	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	33.02	160.70	16.36	28.62	205.68	44.00	9049.97
	ŠVL	2.75	2.30	6.33	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	7.78						
	PRS	9.72	3.15	30.62	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	35.91						
	PRL	4.40	2.30	10.12	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	11.87						
	PVS	11.28	3.15	35.53	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	41.68						
	PVL	11.28	2.30	25.94	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	30.43						
	GR			101.51	0.16	0.60	0.00	0.02	1.02	9.94						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>9300.46</b>
2.2. 18°C	ŠRS	3.99	3.05	12.17	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	1.95	5.64	1.51	4.75	11.91	42.00	500.02
	ŠRL	1.20	2.50	3.00	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	3.69						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>500.02</b>
2.3. 18°C	ŠRS	2.55	3.05	7.78	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	1.25	3.62	0.62	2.65	6.89	42.00	289.52
	ŠVS	4.84	3.05	14.76	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	2.37						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>289.52</b>
2.4. 18°C											0.00	0.00	4.54	4.54	42.00	190.57
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>190.57</b>
2.5. 20°C	PRS	3.82	3.05	11.65	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	1.78	7.06	2.77	4.55	14.39	44.00	633.15
	2xPRL	0.90	2.50	4.50	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.28						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>633.15</b>
2.6. 20°C	ŠVS	4.27	3.05	13.02	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	2.09	7.72	2.82	5.05	15.60	44.00	686.31
	2xPRL	0.96	2.50	4.80	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.63						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>686.31</b>
2.7. 20°C	PRS	4.42	3.05	13.48	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	2.06	7.34	2.82	5.25	15.41	44.00	678.14
	2xPRL	0.90	2.50	4.50	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.28						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>678.14</b>
2.8. 22°C	PRS	3.06	3.05	9.33	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	1.43	1.43	0.00	1.23	2.66	46.00	122.20
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>122.20</b>
2.9. 22°C											0.00	0.00	0.66	0.66	46.00	30.14
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>30.14</b>
2.10. 20°C	PRS	9.67	3.05	29.49	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	4.51	49.97	9.24	24.16	83.37	44.00	3668.19
	PVS	11.22	3.05	34.22	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.24						
	ŠVS	9.67	3.05	29.49	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	4.73						
	2xPRL	0.90	2.50	4.50	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.28						
	PVL	10.30	2.50	25.75	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	30.20						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>3668.19</b>

3.2. 18°C	ŠVS	3.99	3.05	12.17	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	1.95	8.14	2.21	4.74	15.08	42.00	633.40
	ŠVL	1.20	2.50	3.00	1.15	1.00	0.05	0.02	1.07	3.69						
	ST			22.21	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	2.49						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>633.40</b>
3.3. 18°C	ŠRS	2.55	3.05	7.78	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	1.25	5.34	2.52	2.65	10.51	42.00	441.26
	ŠVS	4.84	3.05	14.76	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	2.37						
	ST			15.36	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	1.72						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>441.26</b>
3.4. 18°C	ST			17.34	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	1.95	1.95	0.00	4.60	6.54	42.00	274.73
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>274.73</b>
3.5. 20°C	PRS	3.82	3.05	11.65	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	1.78	9.12	4.45	4.54	18.11	44.00	796.94
	2xPRL	0.90	2.50	4.50	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.28						
	ST			18.39	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	2.06						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>796.94</b>
3.6. 20°C	ŠVS	4.27	3.05	13.02	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	2.09	10.11	3.75	4.59	18.45	44.00	811.73
	2xPRL	0.96	2.50	4.80	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.63						
	ST			21.33	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	2.39						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>811.73</b>
3.7. 20°C	PRS	4.42	3.05	13.48	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	2.06	9.46	3.61	5.89	18.96	44.00	834.40
	2xPRL	0.90	2.50	4.50	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.28						
	ST			18.92	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	2.12						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>834.40</b>
3.8. 22°C	PRS	3.06	3.05	9.33	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	1.43	7.02	0.63	1.26	8.91	46.00	409.84
	ST			6.39	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	0.72						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>409.84</b>
3.9. 22°C	ST			3.24	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	0.36	0.36	0.00	0.74	1.11	46.00	50.90
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>50.90</b>
3.10. 20°C	PRS	9.67	3.05	29.49	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	4.51	61.92	15.39	23.66	100.97	44.00	4442.87
	PVS	11.22	3.05	34.22	0.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.24						
	ŠVS	9.67	3.05	29.49	0.15	1.00	0.05	0.02	1.07	4.73						
	2xPRL	0.90	2.50	4.50	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	5.28						
	PVL	10.30	2.50	25.75	1.15	1.00	0.00	0.02	1.02	30.20						
	ST			106.59	0.11	1.00	0.00	0.02	1.02	11.96						
<b>Patalpos ΣPh</b>																<b>4442.87</b>
<b>Suma:</b>															<b>37659.08</b>	

## 2 priedas. Šilumos nuostolių per ilginčius šiluminius tiltelius skaičiavimas.

Patalpa, temp., °C	Šiluminio tiltelio priežastis	$\psi$ , W/mK	l, m	Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisa dėl			SŠN per ilginčius šiluminius tiltelius $H_{\psi}$ , W/K	$\Sigma H_{\psi}$ , W/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
1, 18°C	Sienos ir pamato sandūra/ŠR	0.2	5.6	1	0,05	0.02	1.02	1.14	19.15
	Senos ir pamato sandūra/ŠV	0.2	1.35	1	0,05	0.02	1.02	0.28	
	Sienos ir pamato sandūra/PR	0.2	6.77	1	0	0.02	1.02	1.38	
	Sienos ir pamato sandūra/PV	0.2	0.7	1	0	0.02	1.02	0.14	
	Sienos ir stogo sandūra/ŠR	0.2	5.6	1	0,05	0.02	1.02	1.14	
	Senos ir stogo sandūra/ŠV	0.2	1.35	1	0,05	0.02	1.02	0.28	
	Sienos ir stogo sandūra/PR	0.2	6.77	1	0	0.02	1.02	1.38	
	Sienos ir stogo sandūra/PV	0.2	0.7	1	0	0.02	1.02	0.14	
	Lango angokraštis/ŠR	0.2	36.24	1	0,05	0.02	1.02	7.39	
	Sienos išorinis kampas/ŠR	0.2	9.6	1	0,05	0.02	1.02	1.96	
	Sienos išorinis kampas/ŠV	0.2	9.6	1	0,05	0.02	1.02	1.96	
	Sienos išorinis kampas/PR	0.2	9.6	1	0	0.02	1.02	1.96	
2, 18°C	durų angokraštis/ŠV	0.2	6.4	1	0,05	0.02	1.02	1.31	4.68
	sienos ir pamato sandūra/ŠR	0.2	6.33	1	0,05	0.02	1.02	1.29	
	Sienos išorinis kampas/ŠV	0.2	3.05	1	0,05	0.02	1.02	0.62	
	Sienos išorinis kampas/ŠR	0.2	3.05	1	0,05	0.02	1.02	0.62	
	sienos ir pamato sandūra/ŠV	0.2	2.97	1	0,05	0.02	1.02	0.61	
3, 18°C	sienos ir pamato sandūra/PR	0.2	1.16	1	0	0.02	1.02	0.24	3.03
	sienos ir pamato sandūra/ŠV	0.2	3.42	1	0,05	0.02	1.02	0.70	
4, 18°C	lango angokraštis/ŠV	0.2	11.44	1	0,05	0.02	1.02	2.33	
5, 20°C	sienos ir pamato sandūra/PR	0.2	8.03	1	0	0.02	1.02	1.64	1.64
6, 20°C	sienos ir pamato sandūra/ŠV	0.2	4.40	1	0,05	0.02	1.02	0.90	3.01
	lango angokraštis/ŠV	0.2	10.36	1	0,05	0.02	1.02	2.11	
7, 20°C	sienos ir pamato sandūra/ŠV	0.2	3.86	1	0,05	0.02	1.02	0.79	0.79
8, 22°C	sienos ir pamato sandūra/PR	0.2	3.09	1	0	0.02	1.02	0.63	0.63
9, 22°C									
10, 20°C	sienos ir pamato sandūra/ŠV	0.2	8.52	1	0,05	0.02	1.02	1.74	16.36
	sienos ir pamato sandūra/PR	0.2	9.72	1	0	0.02	1.02	1.98	
	sienos ir pamato sandūra/PV	0.2	11.28	1	0	0.02	1.02	2.30	
	lango angokraštis/ŠV	0.2	10.1	1	0,05	0.02	1.02	2.06	
	lango angokraštis/PR	0.2	13.4	1	0	0.02	1.02	2.73	
lango angokraštis/PV	0.2	27.16	1	0	0.02	1.02	5.54		

2. 18°C	lango angokraštis/ŠR	0.2	7.4	1	0,05	0.02	1.02	1.51	1.51
3. 18°C	Sienos išorinis kampas/ŠR	0.2	3.05	1	0,05	0.02	1.02	0.62	0.62
4. 16°C									
5. 18°C	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	2.77
	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	
6. 20°C	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	2.82
	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	
7. 22°C	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	2.82
	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	
8. 22°C									
9. 24°C									
10. 24°C	lango angokraštis/PV	0.2	25.6	1	0	0.02	1.02	5.22	9.24
	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	
	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	
	Sienos išorinis kampas/PV	0.2	3.05	1	0	0.02	1.02	0.62	
	Sienos išorinis kampas/PR	0.2	3.05	1	0	0.02	1.02	0.62	
2. 18°C	sienos ir stogo sandūra/ŠR	0.2	3.42	1	0,05	0.02	1.02	0.70	2.21
	lango angokraštis/ŠR	0.2	7.4	1	0,05	0.02	1.02	1.51	
3. 18°C	Sienos išorinis kampas/ŠR	0.2	3.05	1	0,05	0.02	1.02	0.62	2.52
	sienos ir stogo sandūra/ŠR	0.2	6.33	1	0,05	0.02	1.02	1.29	
	sienos ir stogo sandūra/ŠV	0.2	2.97	1	0,05	0.02	1.02	0.61	
4. 16°C									
5. 18°C	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	4.45
	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	
	sienos ir stogo sandūra/PR	0.2	8.2	1	0	0.02	1.02	1.67	
6. 20°C	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	3.75
	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	
	sienos ir stogo sandūra/ŠV	0.2	4.53	1	0,05	0.02	1.02	0.92	
7. 22°C	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	3.61
	lango angokraštis/ŠV	0.2	6.92	1	0,05	0.02	1.02	1.41	
	sienos ir stogo sandūra/ŠV	0.2	3.86	1	0,05	0.02	1.02	0.79	
8. 22°C	sienos ir stogo sandūra/PR	0.2	3.09	1	0	0.02	1.02	0.63	0.63
9. 24°C									
10. 24°C	lango angokraštis/PV	0.2	25.6	1	0	0.02	1.02	5.22	15.39
	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	
	lango angokraštis/PR	0.2	6.8	1	0	0.02	1.02	1.39	
	Sienos išorinis kampas/PV	0.2	3.05	1	0	0.02	1.02	0.62	
	Sienos išorinis kampas/PR	0.2	3.05	1	0	0.02	1.02	0.62	
	sienos ir stogo sandūra/ŠV	0.2	9.43	1	0,05	0.02	1.02	1.92	
	sienos ir stogo sandūra/PV	0.2	11.28	1	0	0.02	1.02	2.30	
	sienos ir stogo sandūra/PR	0.2	9.45	1	0	0.02	1.02	1.93	



## 3 priedas. Šilumos nuostolių dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos suvestinė.

Patalpa	Oro kaita $n_{tv}, h^{-1}$	Plotas $A_p$ , $m^2$	$h, m$	$\Delta k_c$	$\Delta k_b$	N	$N_i$	$N_{\frac{1}{2}}$	$k_g$	$L_{nv}, m^3/h$	$c \times \rho_i$	SŠN dėl vėdinimo ir inf. $H_v, W/K$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. 18°C	0.3	24.75	9.60	1.10	-0.1	3	1	1.73	0.0043	70.87	0.34	<b>24.10</b>
2. 18°C	0.3	12.18	2.70	1.00	-0.1	3	1	1.73	0.0043	8.92	0.34	<b>3.03</b>
3. 18°C	0.3	17.30	2.70	1.10	-0.1	3	1	1.73	0.0043	13.93	0.34	<b>4.74</b>
4. 18°C	0.3	15.71	2.70	1.00	-0.1	3	1	1.73	0.0043	11.50	0.34	<b>3.91</b>
5. 20°C	0.3	16.68	2.70	1.00	-0.1	3	1	1.73	0.0043	12.21	0.34	<b>4.15</b>
6. 20°C	0.3	18.81	2.70	1.10	-0.1	3	1	1.73	0.0043	15.15	0.34	<b>5.15</b>
7. 20°C	0.3	16.40	2.70	1.00	-0.1	3	1	1.73	0.0043	12.01	0.34	<b>4.08</b>
8. 22°C	0.3	4.95	2.70	1.00	-0.1	3	1	1.73	0.0043	3.62	0.34	<b>1.23</b>
9. 22°C	0.3	2.64	2.70	1.00	-0.1	3	1	1.73	0.0043	1.93	0.34	<b>0.66</b>
10. 20°C	0.3	95.81	2.70	1.20	-0.1	3	1	1.73	0.0043	84.18	0.34	<b>28.62</b>
2. 18°C	0.3	17.40	2.70	1.10	-0.1	3	2	1.73	0.0014	13.97	0.34	<b>4.75</b>
3. 18°C	0.3	10.69	2.70	1.00	-0.1	3	2	1.73	0.0014	7.80	0.34	<b>2.65</b>
4. 18°C	0.3	18.28	2.70	1.00	-0.1	3	2	1.73	0.0014	13.35	0.34	<b>4.54</b>
5. 20°C	0.3	16.68	2.70	1.10	-0.1	3	2	1.73	0.0014	13.39	0.34	<b>4.55</b>
6. 20°C	0.3	18.51	2.70	1.10	-0.1	3	2	1.73	0.0014	14.86	0.34	<b>5.05</b>
7. 20°C	0.3	19.22	2.70	1.10	-0.1	3	2	1.73	0.0014	15.43	0.34	<b>5.25</b>
8. 22°C	0.3	4.95	2.70	1.00	-0.1	3	2	1.73	0.0014	3.61	0.34	<b>1.23</b>
9. 22°C	0.3	2.64	2.70	1.00	-0.1	3	2	1.73	0.0014	1.93	0.34	<b>0.66</b>
10. 20°C	0.3	97.34	2.70	1.00	-0.1	3	2	1.73	0.0014	71.06	0.34	<b>24.16</b>
2. 18°C	0.3	17.40	2.70	1.10	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	13.93	0.34	<b>4.74</b>
3. 18°C	0.3	10.69	2.70	1.00	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	7.78	0.34	<b>2.65</b>
4. 18°C	0.3	18.57	2.70	1.00	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	13.52	0.34	<b>4.60</b>
5. 20°C	0.3	16.68	2.70	1.10	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	13.36	0.34	<b>4.54</b>
6. 20°C	0.3	16.85	2.70	1.10	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	13.49	0.34	<b>4.59</b>
7. 20°C	0.3	21.63	2.70	1.10	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	17.32	0.34	<b>5.89</b>
8. 22°C	0.3	5.08	2.70	1.00	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	3.70	0.34	<b>1.26</b>
9. 22°C	0.3	3.00	2.70	1.00	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	2.18	0.34	<b>0.74</b>
10. 20°C	0.3	95.58	2.70	1.00	-0.1	3	3	1.73	-0.0014	69.58	0.34	<b>23.66</b>

**4 priedas. Radiatorių, konvektorių parinkimas.**

Patalp. nr.	Šildymo prietaiso Nr.	Ph, W	$\beta$	$\theta_i, ^\circ\text{C}$	f	Ppr W (prie 75/65/20oC)	Parinkto radiatoriaus/rankšl. džiov./konvektoriaus tipas	Parinkto radiatoriaus/ rankšl. džiov./ konvektoriaus galia, W
101	101-1	2529.79	1	18	0.95	2393.30	22-900-1000	2395
	101-2	2529.79	1	18	0.95	2393.30	22-900-1000	2395
102	102-1	2167.57	1	18	0.95	2054.10	22-600-1200	2078
103	103-1	1405.60	1	18	0.95	1335.32	22-500-900	1345
104	104-1	201.76	1	18	0.95	191.67	11-300-400	204
105	105-1	928.78	1	20	1	928.78	21-600-700	942
106	106-1	1518.28	1	20	1	1518.28	22-600-900	1559
107	107-1	917.06	1	20	1	917.06	21-500-800	922
108	108-1	627.10	1	22	1.05	658.45	21-600-500	666
109	109-1	38.59	1	22	1.05	40.52	11-300-400	204
110	110-1	3100.15	1	20	1.1	3410.17	420-110-1600	3595
	110-2	3100.15	1	20	1.1	3410.17	420-110-1600	3595
	110-3	3100.15	1	20	1.1	3410.17	420-110-1600	3595
202	202-1	500.02	1	18	0.95	475.02	11-600-500	490
203	203-1	289.52	1	18	0.95	275.04	21-300-400	298
204	204-1	190.57	1	18	0.95	181.04	11-300-400	204
205	205-1	633.15	1	20	1	633.15	21-600-500	666
206	206-1	686.31	1	20	1	686.31	22-600-400	693
207	207-1	678.14	1	20	1	678.14	22-600-400	693
208	208-1	122.20	1	22	1.05	128.32	11-300-400	204
209	209-1	30.14	1	22	1.05	31.65	11-300-400	204
210	210-1	3668.19	1	20	1.1	4035.01	340-110-2000	4095
302	302-1	633.40	1	18	0.95	601.73	21-600-500	666
303	309-1	441.26	1	18	0.95	419.20	21-500-400	461
304	312-1	274.73	1	18	0.95	260.99	11-400-400	270
305	401-1	796.94	1	20	1	788.97	21-500-700	807
306	404-1	811.73	1	20	1	811.73	11-900-600	816
307	405-1	834.40	1	20	1	834.40	11-500-1000	840
308	406-1	409.84	1	22	1.05	430.33	21-500-400	461
309	408-1	50.90	1	22	1.05	53.45	11-300-400	204
310	408-2	4442.87	1	20	1.1	4887.15	340-110-2800	4984

**5 priedas. Oro kiekių skaičiavimas.**

Eil. Nr.	Patalpos pavadinimas	Patalpos plotas, m <sup>2</sup>	Patalpos tūris, m <sup>3</sup>	Norminės oro kiekio		Projektinis tiekiamas oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Projektinis šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h
				Norminis tiekiamas oro kiekis, m <sup>3</sup> /h	Norminis šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h		
101	Holas	24.75	69.30	-	-	-	-
102	Patalpa inžinerinei įrangai	5.98	16.74	16.74	16.74	25.00	25.00
103	Holas	17.30	48.44	62.28	-	105.00	-
104	Koridorius	15.71	43.99	37.00	-	-	-
105	Virtuvė	16.68	46.70	-	55.00	-	55.00
106	Posėdžių kambarys	18.81	52.67	270.86	-	280.00	280.00
107	Vadovo kabinetas	16.40	45.92	59.04	-	70.00	-
108	Wc	4.95	13.86	-	43.20	-	60.00
109	WC	2.64	7.39	-	43.20	-	60.00
110	Kontora	95.81	268.27	517.37	-	520.00	520.00
Suminis projektinis tiekiamas ir šalinamas oro kiekis:						1000.00	1000.00
201	Holas	13.18	36.90	-	-	-	-
202	Holas	17.40	48.72	63.00	-	100.00	-
203	Patalpa inžinerinei įrangai	10.69	29.93	29.93	29.93	30.00	30.00
204	Koridorius	18.28	51.18	37.00	-	-	-
205	Virtuvė	16.68	46.70	-	54.00	-	54.00
206	Posėdžių kambarys	18.51	51.83	266.54	-	270.00	270.00
207	Vadovo kabinetas	19.22	53.82	69.19	-	70.00	-
208	WC	4.95	13.86	-	72.00	-	58.00
209	WC	2.64	7.39	-	72.00	-	58.00
210	Kontora	97.34	272.55	525.64	-	530.00	530.00
Suminis projektinis tiekiamas ir šalinamas oro kiekis:						1000.00	1000.00
301	Holas	13.18	36.90	-	-	-	-
302	Holas	17.40	48.72	62.64	-	100.00	-
303	Patalpa inžinerinei įrangai	10.69	29.93	29.93	29.93	35.00	35.00
304	Koridorius	18.57	52.00	33.43	-	-	-
305	Virtuvė	16.68	46.70	-	54.00	-	64.00
306	Posėdžių kambarys	16.85	47.18	242.64	-	260.00	260.00
307	Vadovo kabinetas	21.63	60.56	77.87	-	80.00	-
308	WC	5.08	14.22	-	72.00	-	58.00
309	WC	3.00	8.40	-	72.00	-	58.00
310	Kontora	95.58	267.62	516.13	-	525.00	525.00
Suminis projektinis tiekiamas ir šalinamas oro kiekis:						1000.00	1000.00

**6 priedas.** Sąnaudų žiniaraštis įrenginiams, medžiagoms, gaminiams.

Eil. Nr.	Medžiagos ir įrenginiai	Mato vnt.	Kiekis
1	2	3	4
<b>Vėdinimas</b>			
1	Vėdinimo įrenginys su plokšteliu šilumokaičiu LGH-100RVX-E	vnt.	3
2	Vėdinimo įrenginio valdymo pultelis	vnt.	3
3	Cinkuotos skardos ortakis, d100	m.	40
4	Cinkuotos skardos ortakis, d125	m.	43
5	Cinkuotos skardos ortakis, d160	m.	24
6	Cinkuotos skardos ortakis, d200	m.	18
7	Cinkuotos skardos ortakis, d250	m.	66
8	Mova d100	vnt.	14
9	Mova d125	vnt.	15
10	Mova d160	vnt.	8
11	Mova d200	vnt.	6
12	Mova d250	vnt.	34
13	90° Alkūnė su tarpinėmis, d100	vnt.	6
14	90° Alkūnė su tarpinėmis, d125	vnt.	9
15	90° Alkūnė su tarpinėmis, d250	vnt.	9
16	Pereiga d160-125	vnt.	3
17	Pereiga d200-125	vnt.	6
18	Pereiga d250-200	vnt.	6
19	Pereiga d400-250	vnt.	6
20	Balninė atšaka d125-100	vnt.	6
21	Balninė atšaka d160-100	vnt.	3
22	Balninė atšaka d160-125	vnt.	12
23	Balninė atšaka d200-125	vnt.	6
24	Balninė atšaka d250-100	vnt.	12
25	Balninė atšaka d250-125	vnt.	6
26	Balninė atšaka d250-160	vnt.	9
27	Aklė d125	vnt.	3
28	Aklė d160	vnt.	6

29	Oro padavimo difuzorius d100	vnt.	6
30	Oro padavimo difuzorius d125	vnt.	3
31	Oro padavimo difuzorius d160	vnt.	6
32	Oro padavimo difuzorius d200	vnt.	9
33	Oro ištraukimo difuzorius d100	vnt.	12
34	Oro ištraukimo difuzorius d160	vnt.	6
35	Oro ištraukimo difuzorius d200	vnt.	9
36	Reguliavimo sklendė d100	vnt.	18
37	Reguliavimo sklendė d125	vnt.	3
38	Reguliavimo sklendė d160	vnt.	12
39	Reguliavimo sklendė d200	vnt.	18
40	Ugnies vožtuvas, d100	vnt.	3
41	Ugnies vožtuvas, d250	vnt.	6
42	Atbulinė sklendė RSK, d250	vnt.	6
43	Ortakio tenas su termostatu 5 kW	vnt.	3
44	Triukšmo slopintuvas SIL-50-250-600	vnt.	2
45	Apvalios lauko grotelės d400	vnt.	6
46	Ortakių izoliacija su aliuminio folija	m <sup>2</sup>	10.5

## 7 priedas. Pasirinkto vėdinimo įrenginio specifikacijos.

### LGH-100RVX-E

Model		LGH-100RVX-E								
Electrical power supply		220-240V/50Hz, 220V/60Hz								
Ventilation mode		Heat recovery mode				Bypass mode				
Fan speed		SP4	SP3	SP2	SP1	SP4	SP3	SP2	SP1	
Running current (A)		2.50	1.20	0.50	0.17	2.50	1.20	0.51	0.19	
Input power (W)		420	200	75	21	420	200	75	23	
Air volume		(m <sup>3</sup> /h)	1000	750	500	250	1000	750	500	250
		(L/s)	278	208	139	69	278	208	139	69
External static pressure (Pa)		170	96	43	11	170	96	43	11	
Temperature exchange efficiency (%)		80.0	83.0	86.5	89.5	–	–	–	–	
Enthalpy exchange efficiency (%)		Heating	72.5	74.0	78.0	87.0	–	–	–	–
		Cooling	71.0	73.0	77.0	85.5	–	–	–	–
Noise (dB) (Measured at 1.5m under the center of unit in an anechoic chamber)		37.0	31.0	23.0	18.0	38.0	32.0	24.0	18.0	
Weight (kg)		54								

**8 priedas.** Pasirinkto išsiplėtimo indo specifikacijos.**Išsiplėtimo indas šildymo sistemai  
Maxivarem 80 | VAREM**

Prekės kodas: UR080371

Gamintojas: Varem

Skersmuo: 450 mm

Tūris: 80 l

Aukštis: 650 mm

Maks. darbinė temperatūra: 99°C

Maks. darbinis slėgis: 6 bar

Paskirtis: Šildymo sistemoms

Savybės: Keičiama membrana, atsukamas flanšas

Svoris: 15 kg

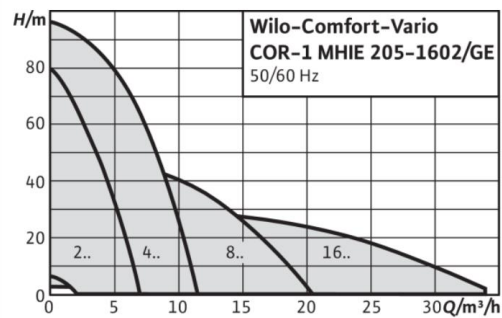
Pajungimas: 1"

Kilmės šalis: Italija

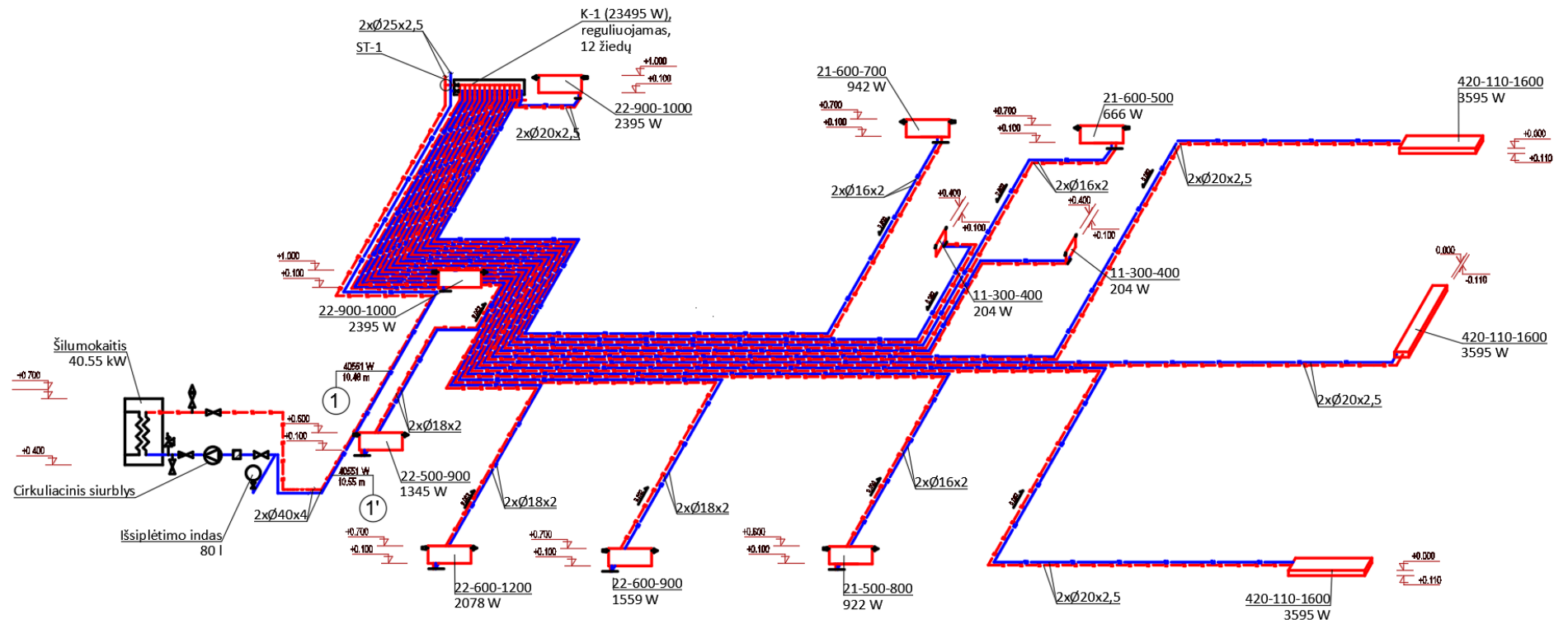
Garantija: 2 metai

**9 priedas.** Pasirinkto cirkuliacinio siurblio specifikacijos.

Similar to figure

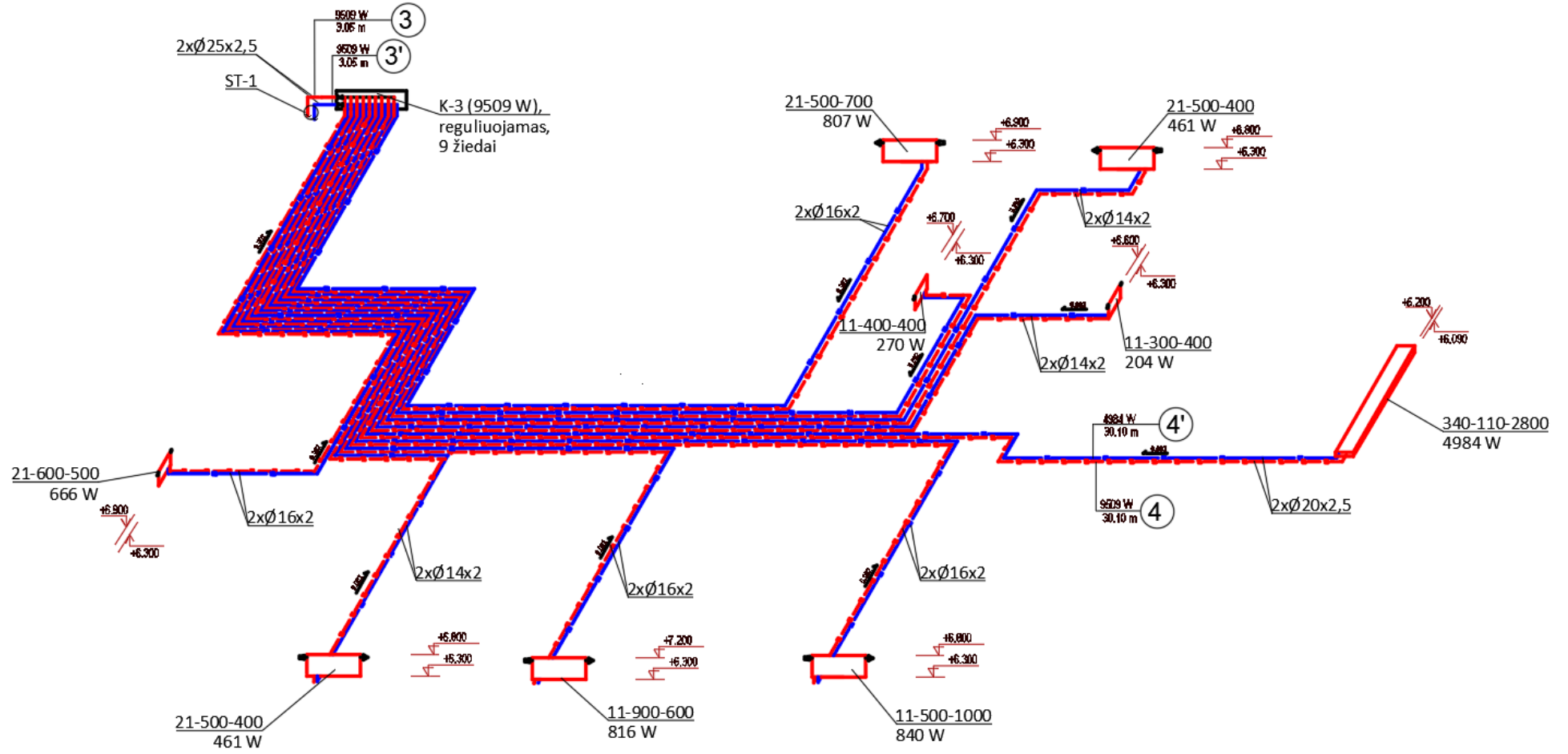


## 10 priedas. Šildymo sistemos skaičiuojamoji schema.













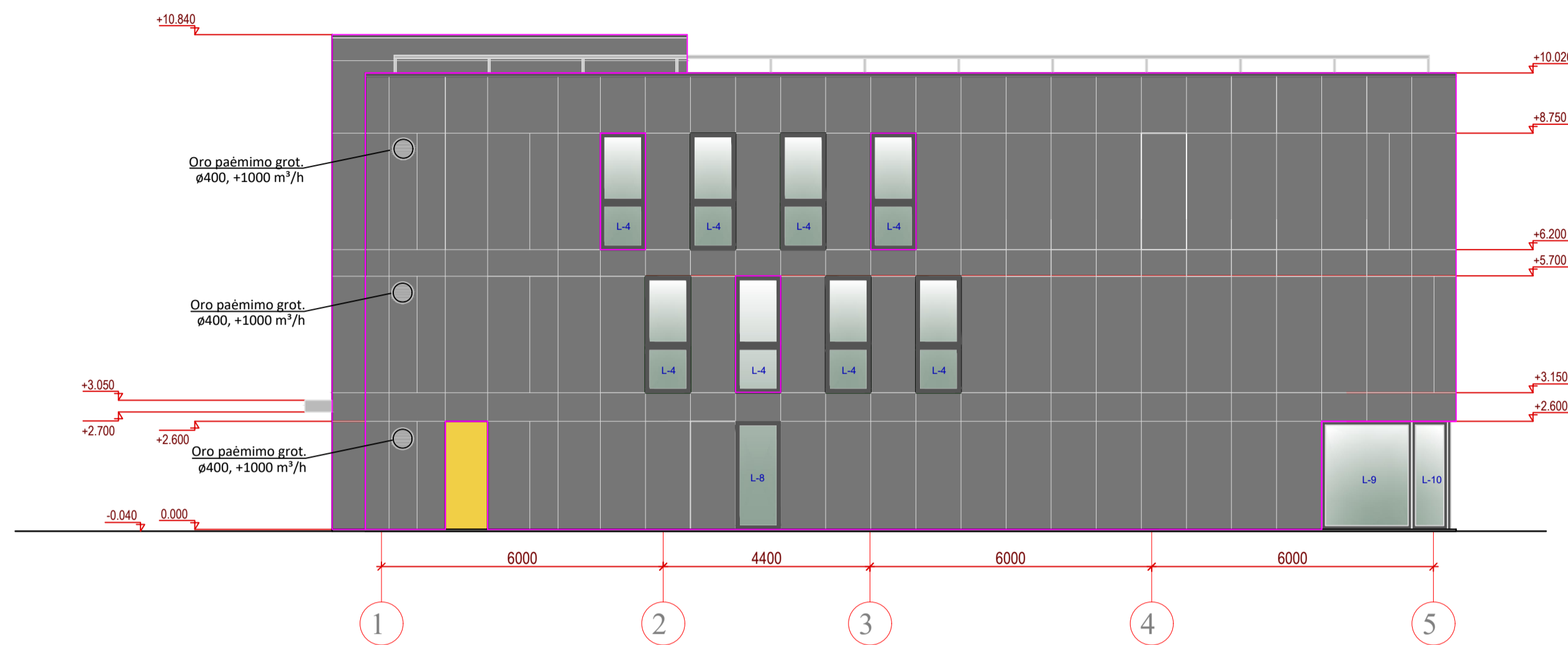
	Darbo sąn. kateg. 3.33	žm.val.	0,95	5,7		29,53
120038	Suvirinimo elektrodai	kg	0,087	0,522	5,18	1,01
120049	Varžtai su veržlėmis (įvairūs)	kg	0,12	0,72	1,94	1,39
482911	Apvalūs suvirinti ventiliat.triukšmo slopintuvai ŠTK-2,d 250mm	vnt.	1,0	6,0	1,93	360,0
570289	Sandarinimo tarpikliai	kg	0,121	0,726	0,9	0,65
	N20-622 Darbo užm.	29.53	Mechanizmai		Iš viso	392.58
	Medžiagos	363.05				
	<b>4 N20-902</b>	m		191,0		
	Ortakiai plieninių sraigtinių vamzdžių, kai skersmuo iki 315 mm					
	Darbo sąn. kateg. 3.6	žm.val.	0,68	129,88	5,32	690,96
120314	Medsraigčiai su plastmasiniais įdėklais	vnt	0,34	64,94	0,1	6,49
120319	Kniedės	kg	0,007	1,337		2,58
260528	Atramos, kronšteinai, pakabos	vnt.	0,209424	40,0	1,93	80,0
260612	Antvamzdžiai	vnt.	0,104712	20,0	2,0	20,0
260998	Plieniniai sraigtiniai vamzdžiai	m	1,0	191,0	1,0	649,4
260999	Fasoninės dalys ortakiams	vnt	0,104712	20,0	3,4	60,0
342541	Polivinilchloridinė izoliacinė juosta	m	1,0	191,0	0,03	5,73
521757	Apkabos	vnt.	0,34	64,94	1,0	64,94
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	0,13	24,83	0,5	12,42
	N20-902 Darbo užm.	690.96	Mechanizmai	12.42	Iš viso	1592.52
	Medžiagos	889.14				
	<b>5 N20-515</b>	vnt.		9,0		
	Ugnį sulaikančių vožtuvų, kurių perimetras iki 1800mm, montavimas					
	Darbo sąn. kateg. 3.22	žm.val.	1,32	11,88	5,13	60,94
120021	Plieniniai lynai, d 4-12,5mm	m	20,0	180,0	2,0	360,0
120049	Varžtai su veržlėmis (įvairūs)	kg	0,342	3,078		5,94
260187	Ugniai atsparūs vožtuvai	vnt.	1,0	9,0	1,93	828,0
482671	Skridinėliai droseliniam vožtuvui	vnt.	3,0	27,0	92,0	
570289	Sandarinimo tarpikliai	kg	0,126	1,134	4,01	108,27
	N20-515 Darbo užm.	60.94	Mechanizmai		0,9	1,02
	Medžiagos	1303.23			Iš viso	1364.17
	<b>6 N20-517</b>	vnt.		6,0		

	Atbulinių vožtuvų, kurių D iki 315mm, montavimas						
	Darbo sąn. kateg. 3.56	žm.val.	0,86	5,16		27,45	
					5,32		
120049	Varžtai su veržlėmis (įvairūs)	kg	0,078	0,468		0,9	
					1,93		
260188	Atbuliniai vožtuvai	vnt.	1,0	6,0			
					20,09	120,54	
570289	Sandarinimo tarpikliai	kg	0,072	0,432	0,9	0,39	
	N20-517 Darbo užm. 27.45						
	Medžiagos 121.83						
	<b>7 N20-925</b>	vnt			51,0		
	Vožtuvų, sklendžių, užkaišų montavimas apvaliuose ortakiuose, kurių skersmuo iki 315 mm						
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	0,64	32,64			
					5,25	171,36	
120319	Kniedės	kg	0,014	0,714		1,38	
					1,93		
261008	Vožtuvai, sklendės, užkaišai	vnt	1,0	51,0	8,9	453,9	
342541	Polivinilchloridinė izoliacinė juosta	m	2,0	102,0		3,06	
					0,03		
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	0,21	10,71	0,5	5,36	
	N20-925 Darbo užm. 171.36						
	Medžiagos 458.34						
	<b>8 N20P-0206</b>	vnt			6,0		
	Vėdinimo sistemų ištraukimo arba pritekėjimo šampuotų grotelių montavimas , kai grotelių plotas iki 0,25 m2						
	Darbo sąn. kateg. 3.5	žm.val.	0,83	4,98		26,15	
					5,25		
120314	Medsraigčiai su plastmasiniais įdėklais	vnt	4,0	24,0	0,1	2,4	
480608	Šampuotos grotelės	vnt.	1,0	6,0	70,0	420,0	
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	0,17	1,02	0,5	0,51	
	N20P-0206 Darbo užm. 26.15						
	Medžiagos 422.40						
	<b>9 N20P-0110</b>	vnt			15,0		
	Plieninių apvalių įmovinių atotraukų arba alkūnių montavimas , kai atotraukų arba alkūnių skersmuo iki 160 mm						
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	0,58	8,7		48,89	
					5,62		
120319	Kniedės	kg	0,004	0,06		0,12	

					1,93	
342541	Polivinilchloridinė izoliacinė juosta	m	1,0	15,0	0,45	
484713	Fasoninės detalės ortakiams	vnt.	1,0	15,0	0,03	105,0
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	0,07	1,05	0,5	0,53
	N20P-0110 Darbo užm. 48.89			Mechanizmai 0.53		Iš viso 154.99
	Medžiagos 105.57					
<b>10</b>	<b>N20P-0110</b>	vnt		9,0		
	Plieninių apvalių įmovinių atotraukų arba alkūnių montavimas , kai atotraukų arba alkūnių skersmuo daugiau 160 mm iki 315 mm					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	0,86	7,74	43,5	
					5,62	
120319	Kniedės	kg	0,009	0,081	0,16	
					1,93	
342541	Polivinilchloridinė izoliacinė juosta	m	2,0	18,0	0,54	
484713	Fasoninės detalės ortakiams	vnt.	1,0	9,0	0,03	63,0
489244	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	maš.val	0,11	0,99	0,5	0,5
	N20P-0110 Darbo užm. 43.50			Mechanizmai 0.50		Iš viso 107.70
	Medžiagos 63.70					
<b>11</b>	<b>N26P-0201</b>	100m2		0,33		
	Vamzdyno iki 200mm skersmens vamzdžių izoliavimas mineralinės vatos dembliais, padengtais aliuminio folija , kai izoliacijos storis 50 mm (izoliacijos išorinio paviršiaus plotas)					
	Darbo sąn. kateg. 3.0	žm.val.	56,0	18,48	92,03	
					4,98	
120334	Plieninė viela (cinkuota)	kg	0,9	0,297	0,35	
					1,18	
230425	Lipni folijos juostelė	m	228,0	75,24	3,01	
					0,04	
570196	Folija padengti mineralinės vatos dembliai	m2	33,0	10,89	66,0	718,74
	N26P-0201 Darbo užm. 92.03			Mechanizmai		Iš viso 814.13
	Medžiagos 722.10					
<b>12</b>	<b>N20-955</b>	vnt		3,0		
	Vėdinimo agregato, kurio našumas iki 1000 m3/h, montavimas					
	Darbo sąn. kateg. 4.0	žm.val.	5,7	17,1	96,1	
					5,62	

140029	Fitingai plieniniams vamzdžiams, d 15-70mm	vnt.	1,0	3,0	2,6	7,8
230413	Pasta sandarinimui	kg	0,004	0,012	15,45	0,19
260997	Vėdinimo agregatai	vnt	1,0	3,0	2526,7	7580,16
810006	Šukuoti linai	kg	0,002	0,006	2	0,05
	N20-955 Darbo užm. 96.10			Mechanizmai	8,72	
	Medžiagos 7588.20				Iš viso 7684.30	
Iš viso skyriuje 1 Darbo užm. 1661 Medžiagos 12527				Mechanizmai 23		Iš viso 14211
Viso žiniaraštyje 1 Darbo užm. 1661 Medžiagos 12527				Mechanizmai 23		Iš viso 14211
	Papildomų medžiagų vertė 3.00%			376		
	Papildomų mechanizmų vertė 3.00%				1	
	Sezoniniai darbai 15.00% (0)					
	Specifiniai darbai 17.00%					
	Papildomas darbo užmokestis 8.00%(1661)		133			
	<b>Viso:</b>		1794	12903	24	14721
	Soc. draudimo išlaidos 31.00%(1661+133)		556			
	<b>Statinio statybos išlaidos</b>	<b>Viso:</b>	2350	12903	24	15277
	Statybvietės išlaidos 9.00%					1375
	<b>Iš viso tiesioginės išlaidos</b>					16652
	Pridėtinės išlaidos 30.00%(1661+133)					538
	Pelnas 5.00%(16652+538)					860
	<b>Iš viso netiesioginės išlaidos</b>					1398
					<b>Bendra vertė be PVM</b>	18050
	Pridėtinės vertės mokestis 21.00%					3790,5
					<b>Bendra vertė su PVM</b>	21840,5

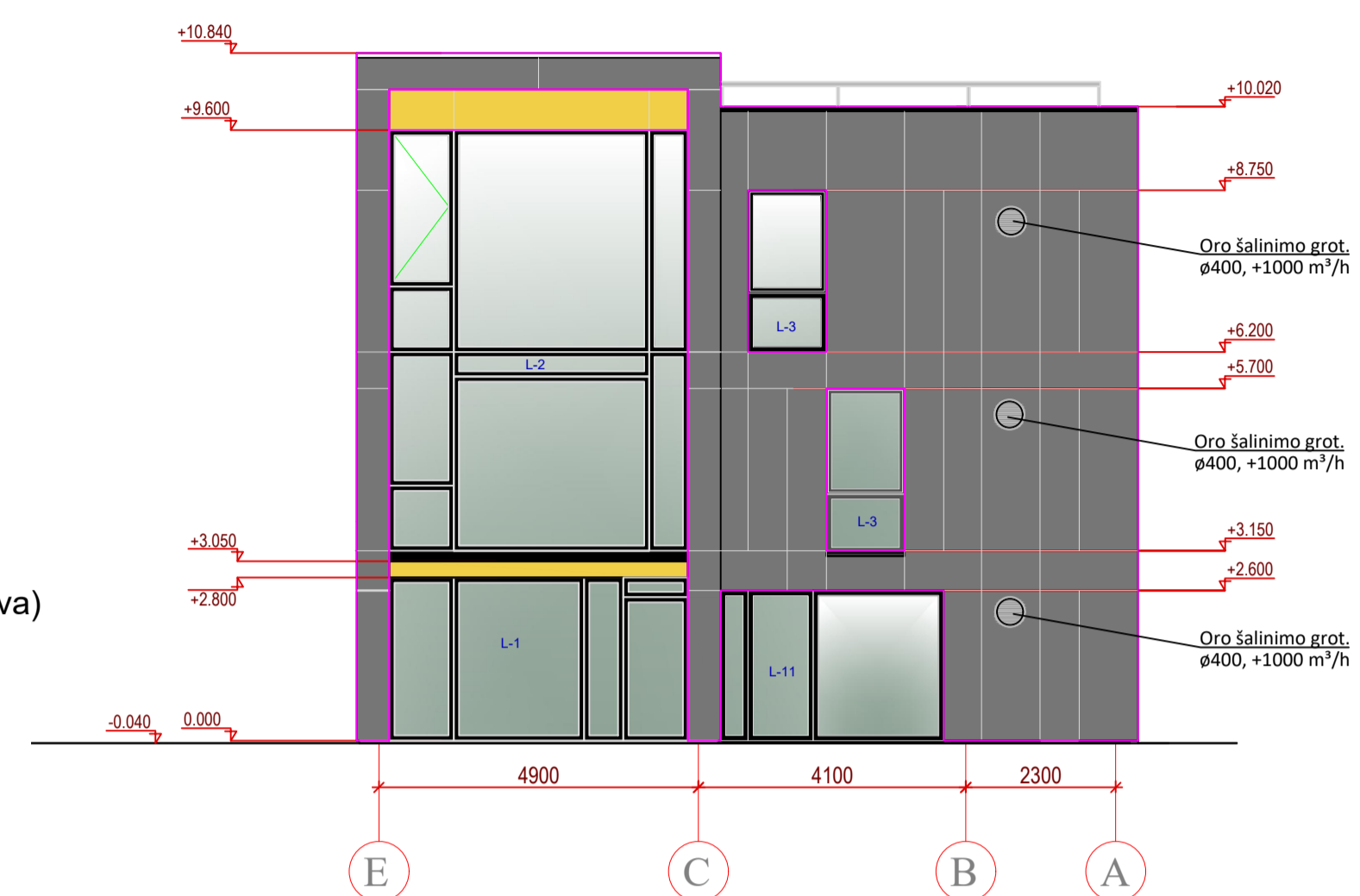
FASAS 1-5 MASTELIS 1:100



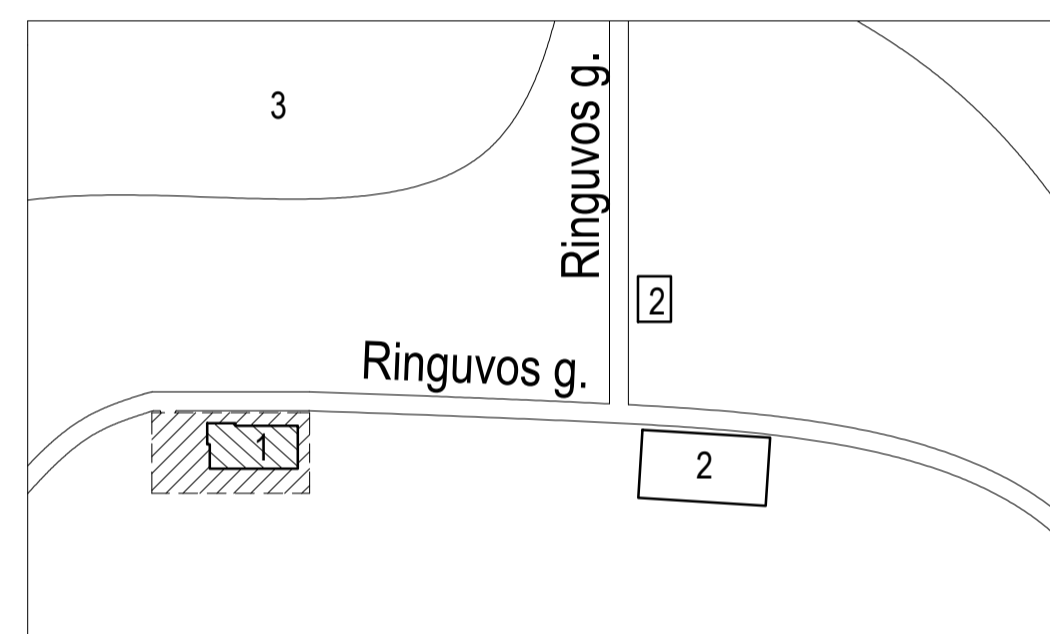
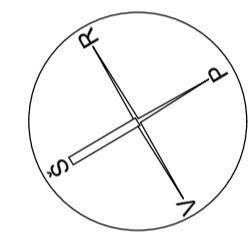
Sutartiniai ženklai

- Fibro cementinės plokštės (tamsiai pilka spalva)
- Fibro cementinės plokštės (geltona spalva)
- Cokolio dažymas (pilka spalva)

FASADAS E-A MASTELIS 1:100



SKLYPO SITUACIJOS PLANAS MASTELIS 1:2000



Eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas
1	Projektuojamas pastatas
2	Kaimyniniai pastatai
3	Nemuno upė

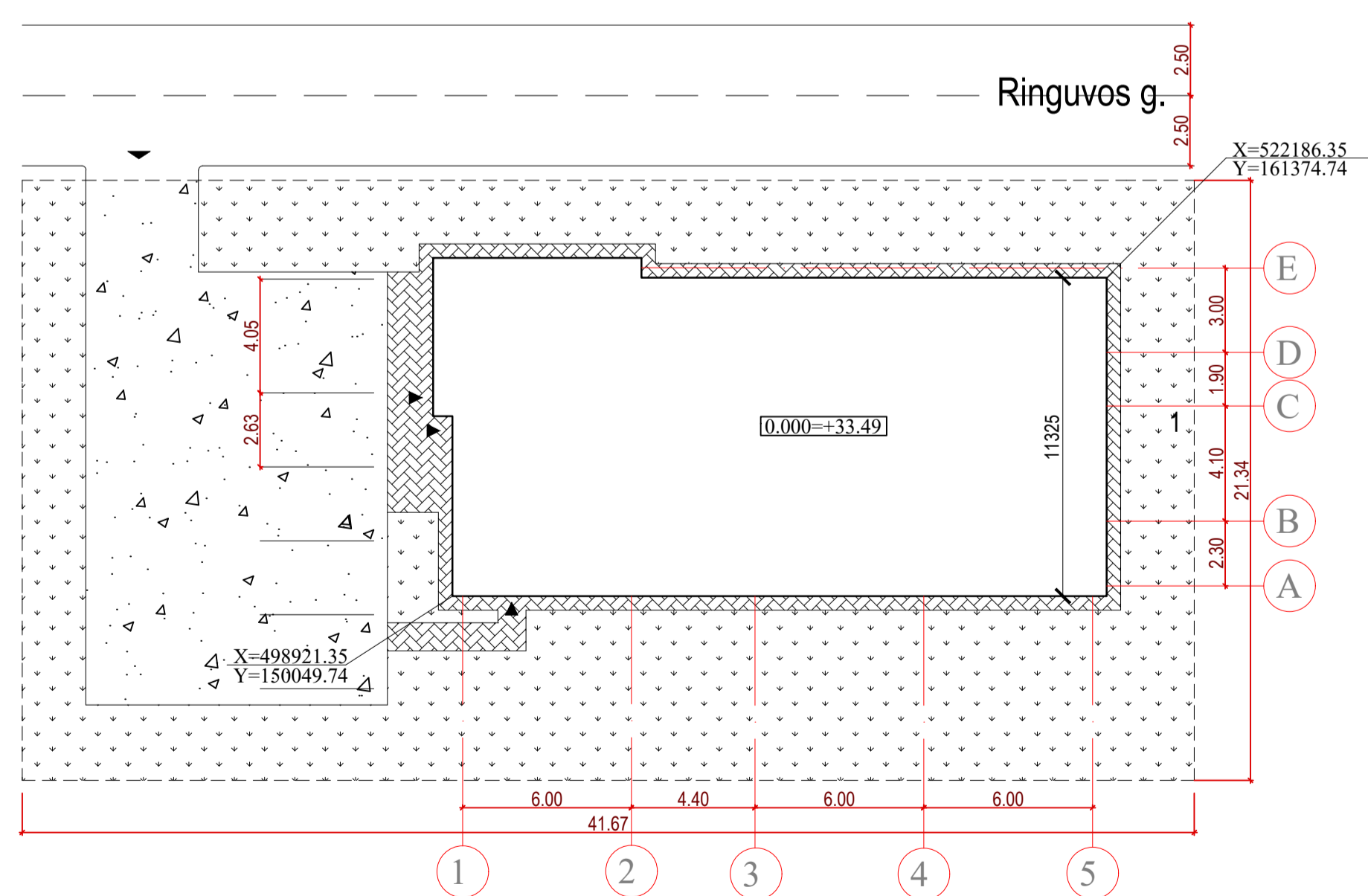
Sutartiniai ženklai

- Proj. sklypas
- Proj. pastatas

Bendrieji statinio rodikliai

Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis
<b>1. SKLYPAS</b>		
1.1 Sklypo plotas	m <sup>2</sup>	889,36
1.2 Sklypo užstatymas	m <sup>2</sup>	312,55
1.3 Sklypo užstatymo intensyvumas	%	35
1.4 Pastatų bendras plotas	m <sup>2</sup>	272,05
<b>2. PROJEKTUOJAMAS PASTATAS</b>		
2.1 Pastato bendras plotas	m <sup>2</sup>	272,05
2.2 Pastato tūris	m <sup>3</sup>	2725,94

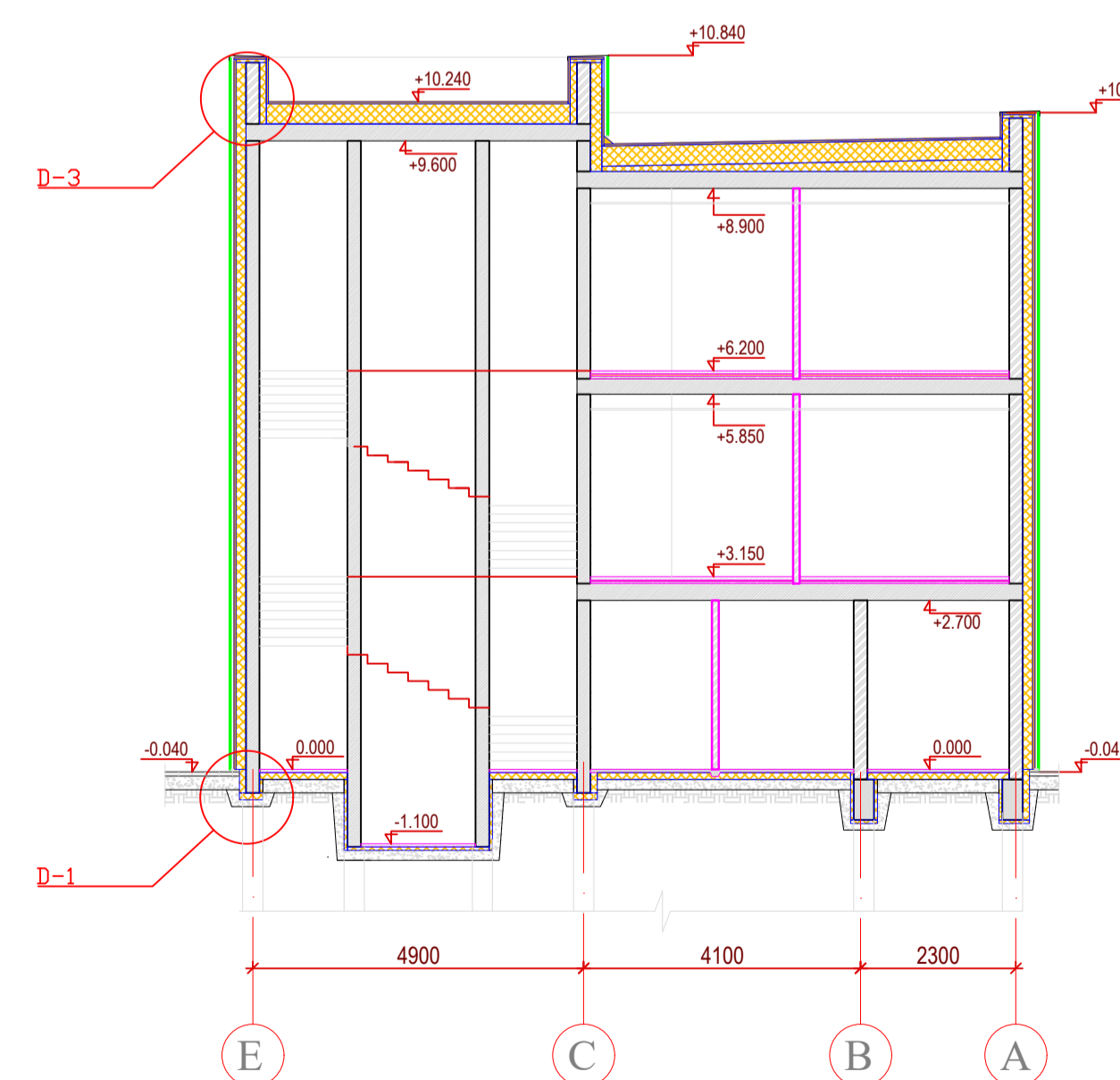
SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:200



Sutartiniai ženklai

- Asfalto danga
- Įėjimas - išėjimas į pastatą
- Betoninių plytelių danga
- Veja
- Sklypo riba

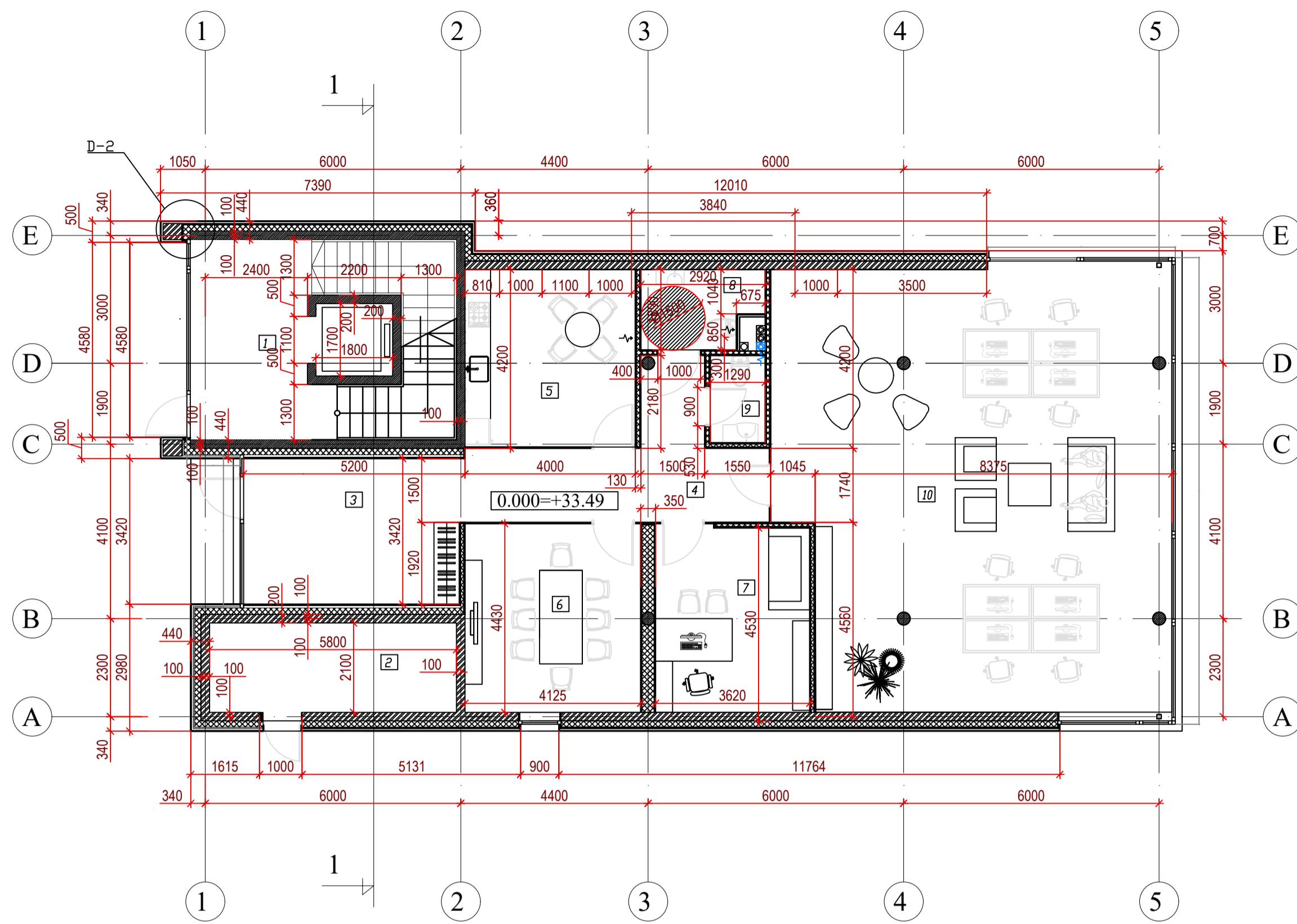
PJŪVIS 1-1 MASTELIS 1:100



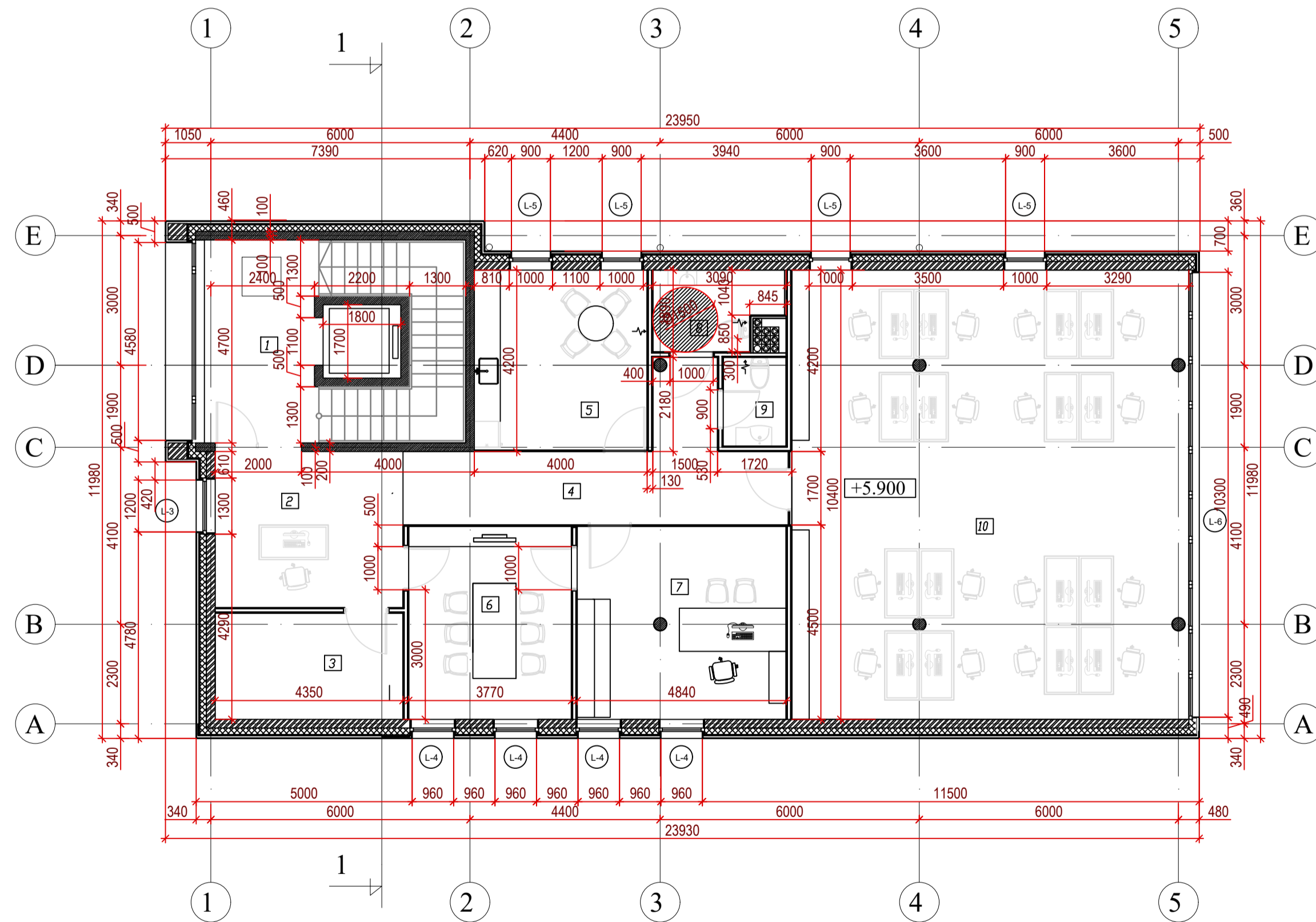
KTU Statybos ir Architektūros fakultetas				Magistro baigiamasis projektas		
Grupė	SPM-6	Studentas	D. Remeikis	2018-01-08	Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas siekiant A energinio naudingumo klasės	
Vadovas	gd	Konsult.	V. Paukštys	2018-01-08		
sa	pd	Konsult.	O. Viliūnienė	2018-01-08		
pd		Konsult.	L. Stasiulienė	2018-01-08		
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra Studentų g. 48, 51367 Kaunas				Lapas	Lapų
MBD	2018-MBD-PESK-SA				1	6



PIRMO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:100



TREČIO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:100



Pirmo aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m <sup>2</sup>
1	HOLAS	24.75
2	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	12.18
3	HOLAS	17.30
4	KORIDORIUS	15.71
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	18.81
7	VADOVO KABINETAS	16.40
8	ŽN WC	4.95
9	WC	2.64
10	KONTORA	95.81
VISO I-ame AUKŠTE:		225.01

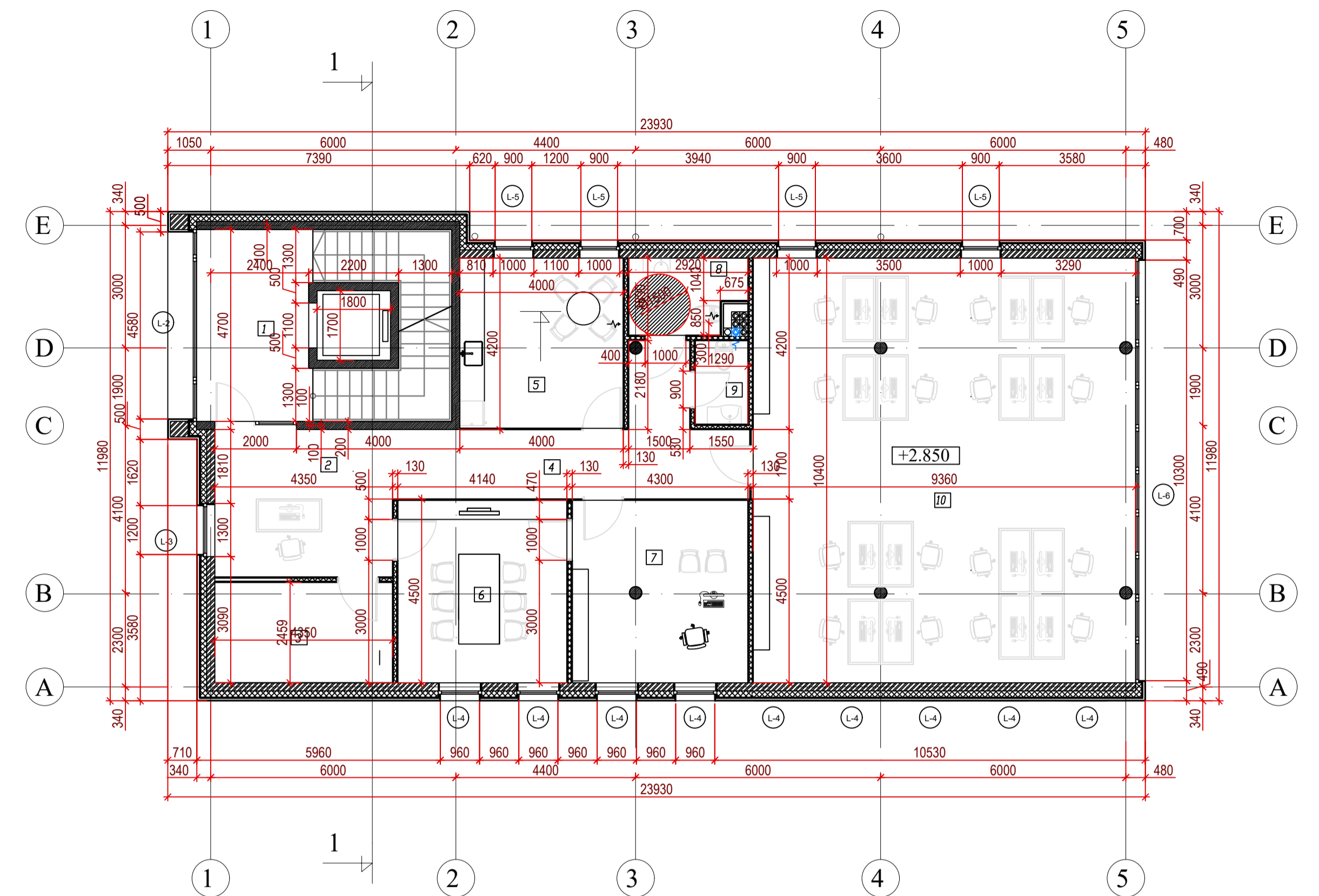
Antro aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m <sup>2</sup>
1	HOLAS	13.18
2	HOLAS	17.40
3	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	10.69
4	KORIDORIUS	18.28
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	18.51
7	VADOVO KABINETAS	19.22
8	ŽN WC	4.95
9	WC	2.64
10	KONTORA	97.34
VISO II-ame AUKŠTE:		217.48

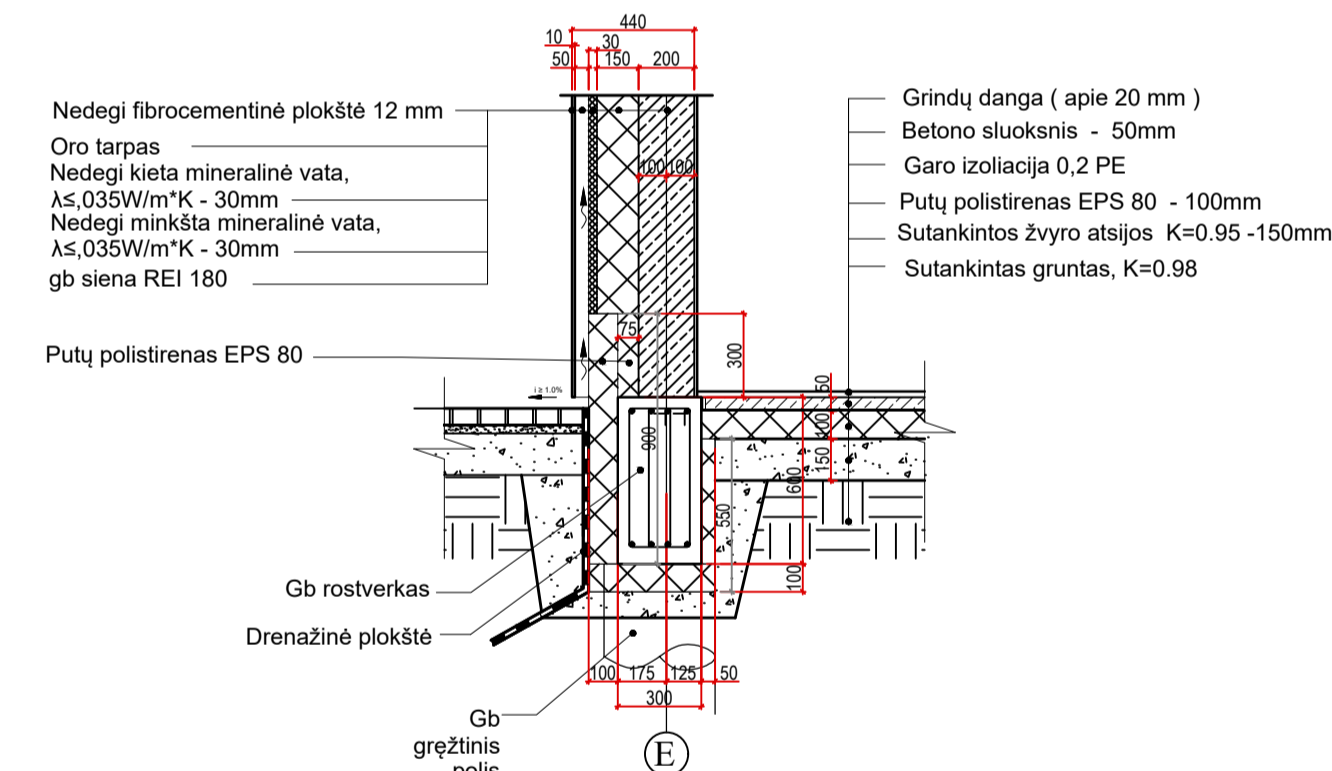
Trečio aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m <sup>2</sup>
1	HOLAS	13.18
2	HOLAS	17.40
3	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	10.69
4	KORIDORIUS	18.57
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	16.85
7	VADOVO KABINETAS	21.63
8	ŽN WC	5.08
9	WC	3.00
10	KONTORA	95.58
VISO III-ame AUKŠTE:		217.25

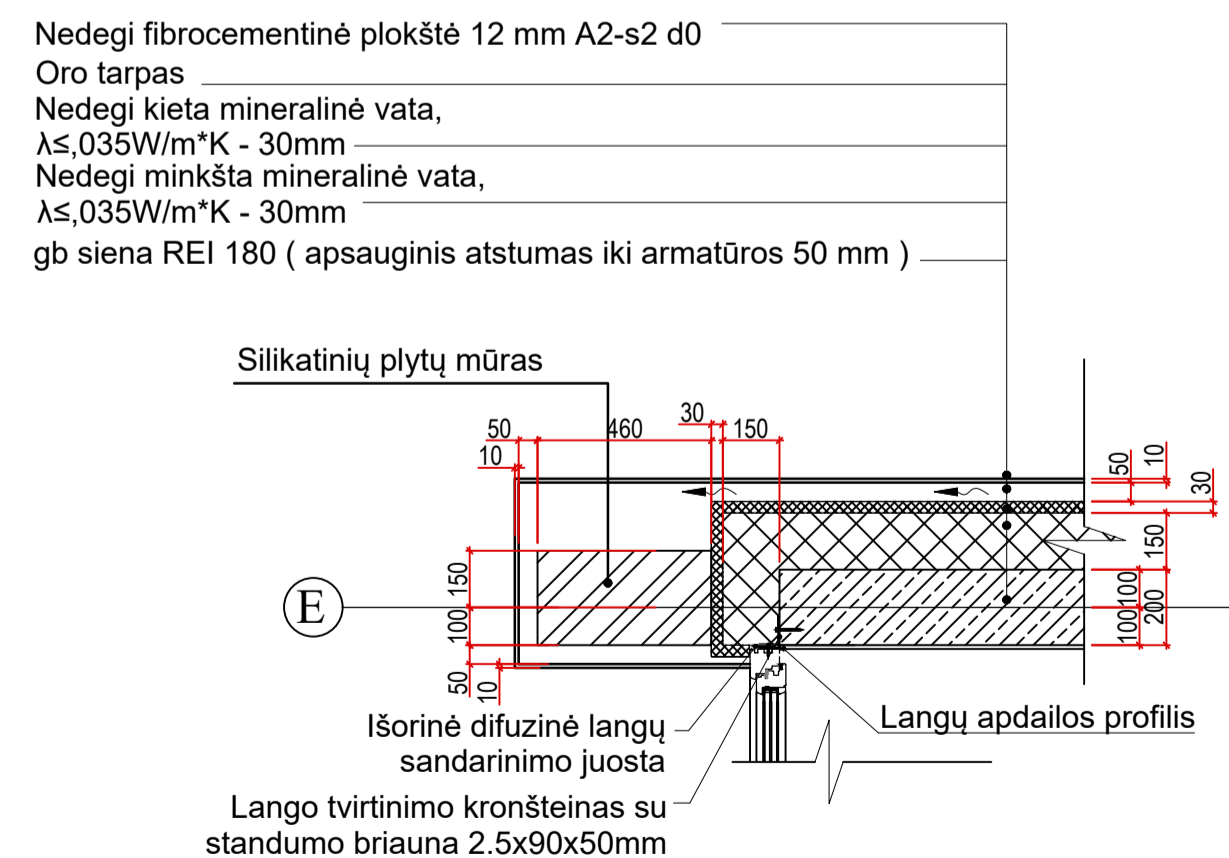
ANTRO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:100



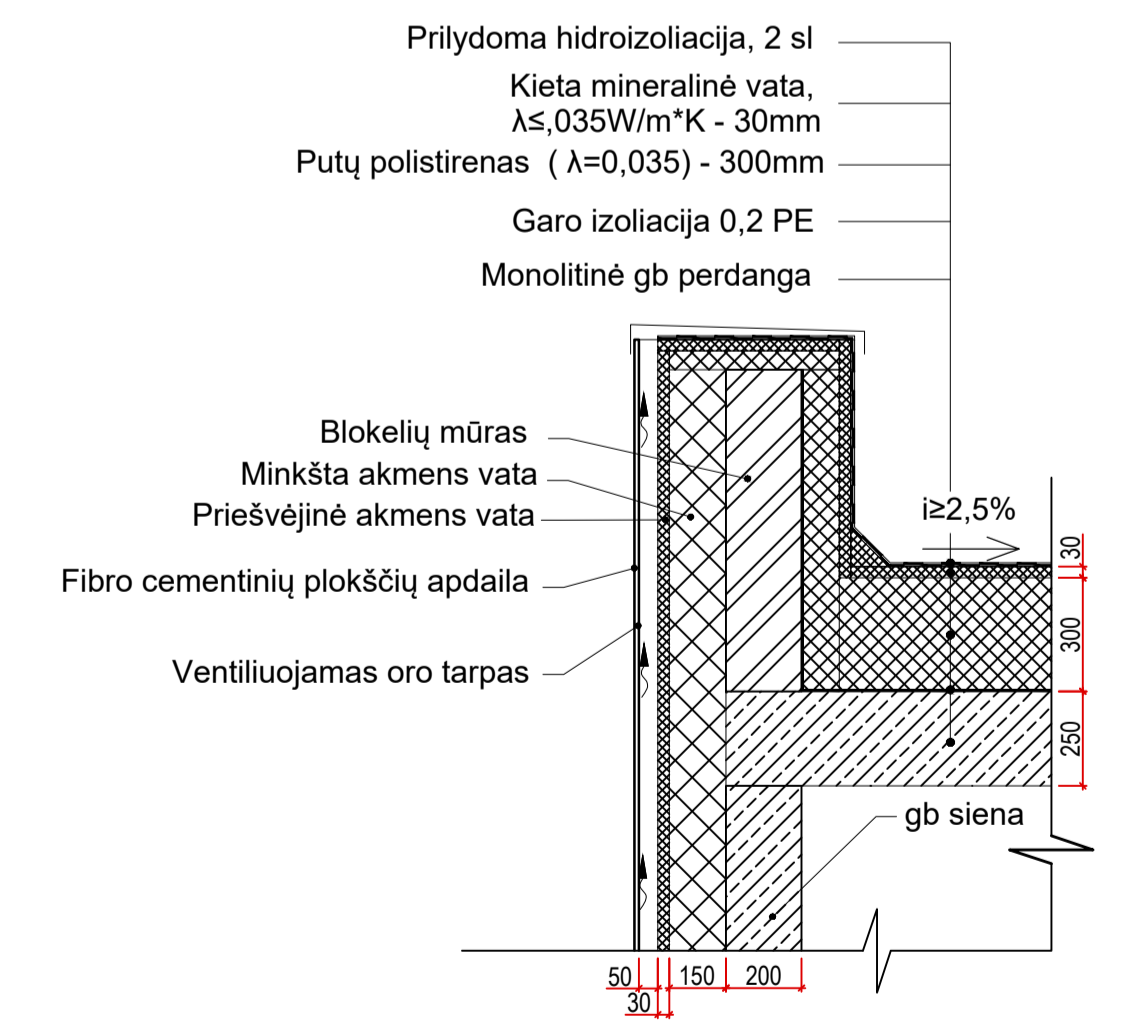
DETALĖ "1" MASTELIS 1:20



DETALĖ "2" MASTELIS 1:20

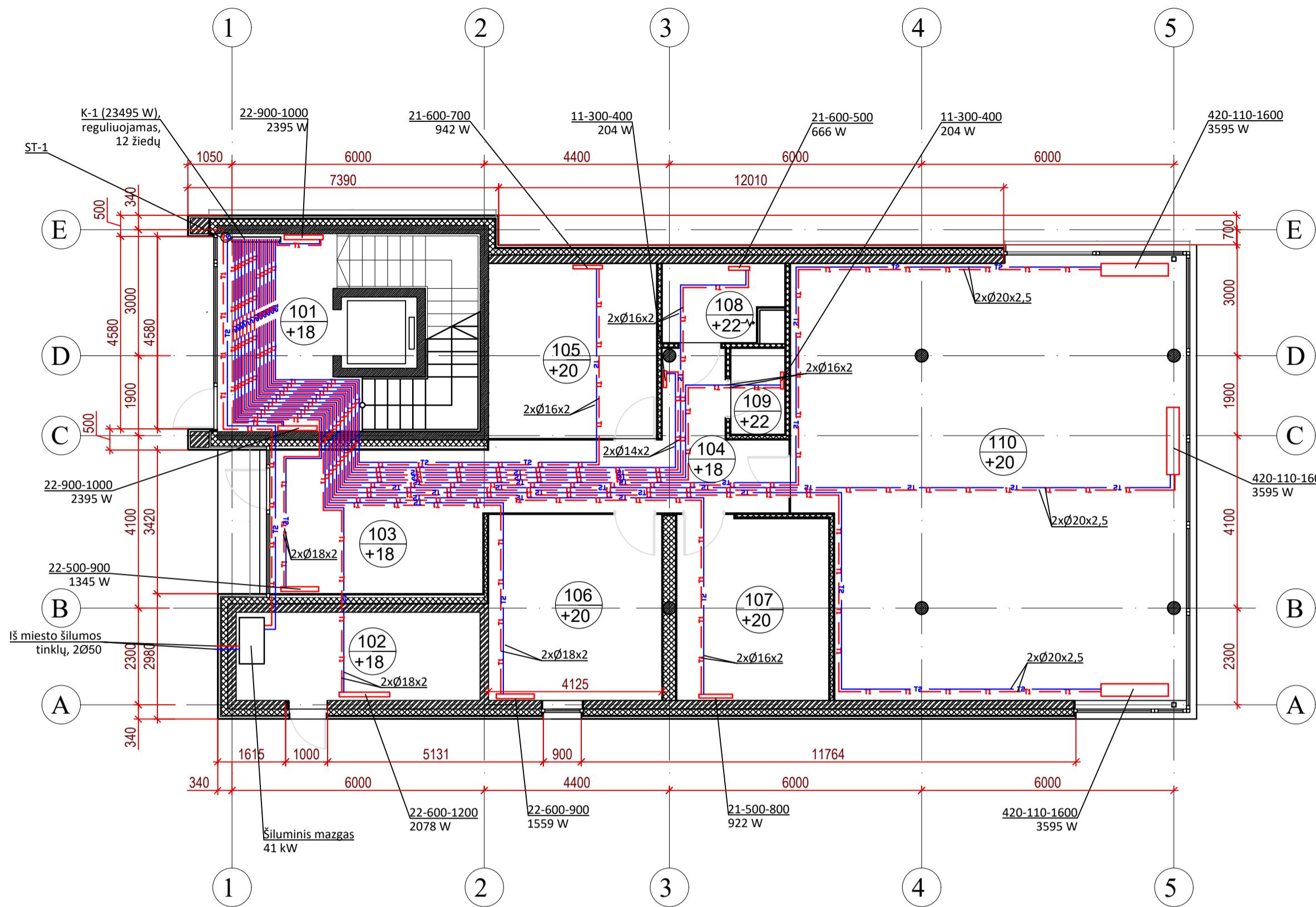


DETALĖ "3" MASTELIS 1:20



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis projektas	
SPM-6	Studentas	D. Remeikis	2018-01-08	Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas	
	Vadovas	V. Paukštys	2018-01-08	siekiant A energinio naudingumo klasės	
gd	Konsult.	V. Paukštys	2018-01-08		
sa	Konsult.	O. Vilčionienė	2018-01-08	Pirmo aukšto planas MASTELIS 1:100, Antro aukšto planas MASTELIS 1:100, Trečio aukšto planas MASTELIS 1:100, Detalė "1" MASTELIS 1:20, Detalė "2" MASTELIS 1:20, Detalė "3" MASTELIS 1:20	
pd	Konsult.	L. Stasiulienė	2018-01-08		
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra			Lapas	Lapų
MBD	Studentų g. 48, 51367 Kaunas			2018-MBD-PESK-SA	2 6

### PIRMO AUKŠTO PLANAS SU ŠILDYMO SISTEMA MASTELIS 1:100



#### Pirmo aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m <sup>2</sup>
1	HOLAS	24.75
2	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	12.18
3	HOLAS	17.30
4	KORIDORIUS	15.71
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	18.81
7	VADOVO KABINETAS	16.40
8	ŽN WC	4.95
9	WC	2.64
10	KONTORA	95.81
VISO I-ame AUKŠTE:		225.01

#### Antro aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m <sup>2</sup>
1	HOLAS	13.18
2	HOLAS	17.40
3	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	10.69
4	KORIDORIUS	18.28
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	18.51
7	VADOVO KABINETAS	19.22
8	ŽN WC	4.95
9	WC	2.64
10	KONTORA	97.34
VISO II-ame AUKŠTE:		217.48

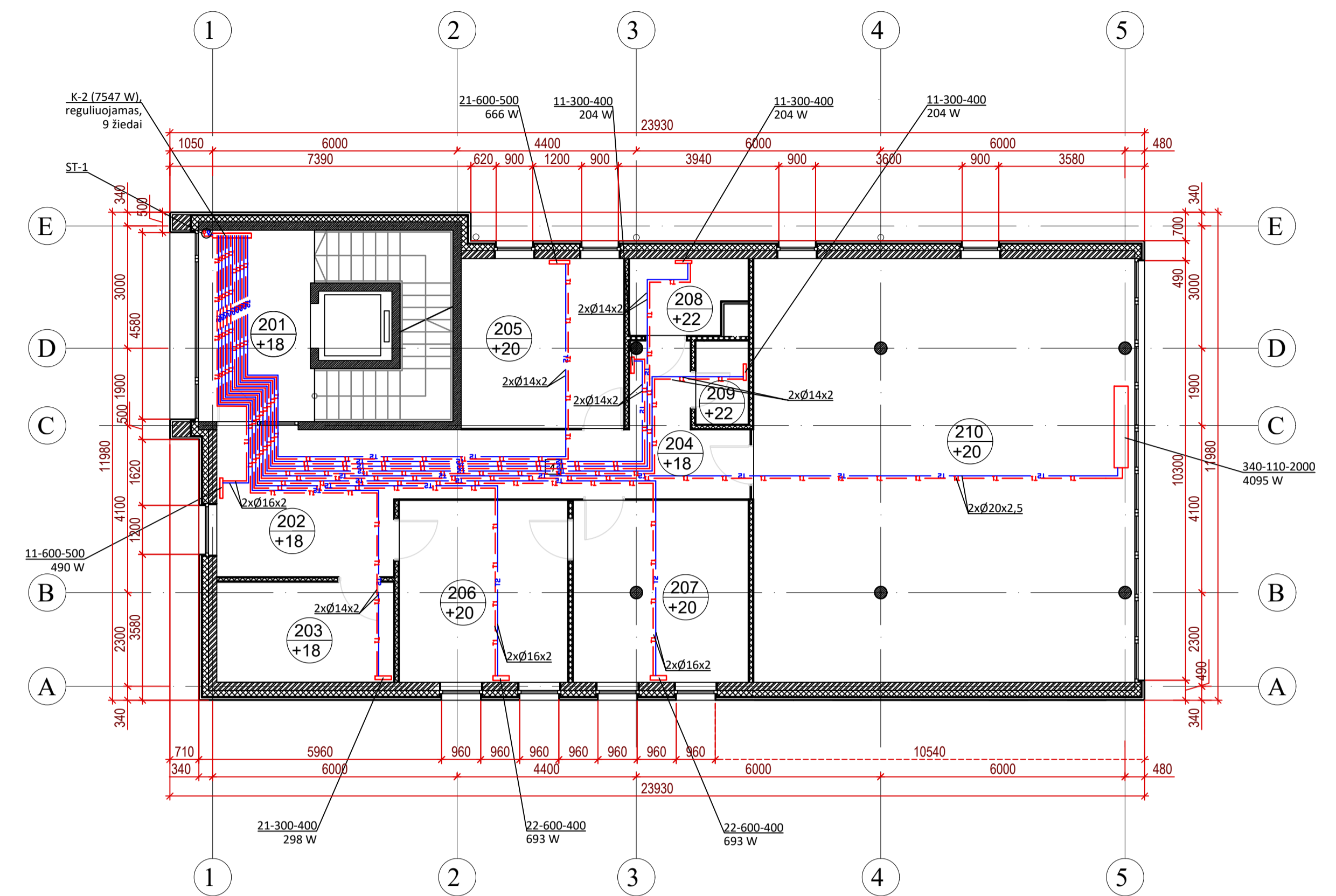
#### Trečio aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m <sup>2</sup>
1	HOLAS	13.18
2	HOLAS	17.40
3	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	10.69
4	KORIDORIUS	18.57
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	16.85
7	VADOVO KABINETAS	21.63
8	ŽN WC	5.08
9	WC	3.00
10	KONTORA	95.58
VISO III-ame AUKŠTE:		217.25

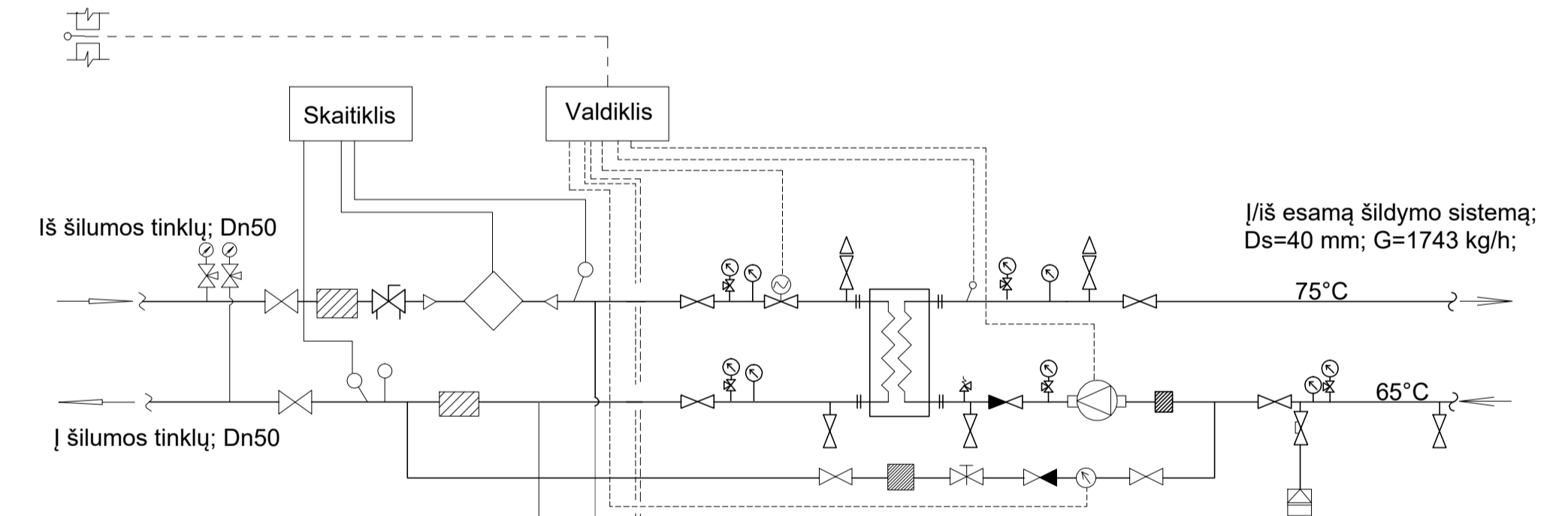
#### Sutartiniai ženklai

- 110  
+20 Patalpos numeris
- +20 Projektinė patalpos temperatūra
- Radiatorius
- Tiekiamo šilumnešio vamzdis
- Gražinamo šilumnešio vamzdis

### ANTRO AUKŠTO PLANAS SU ŠILDYMO SISTEMA MASTELIS 1:100



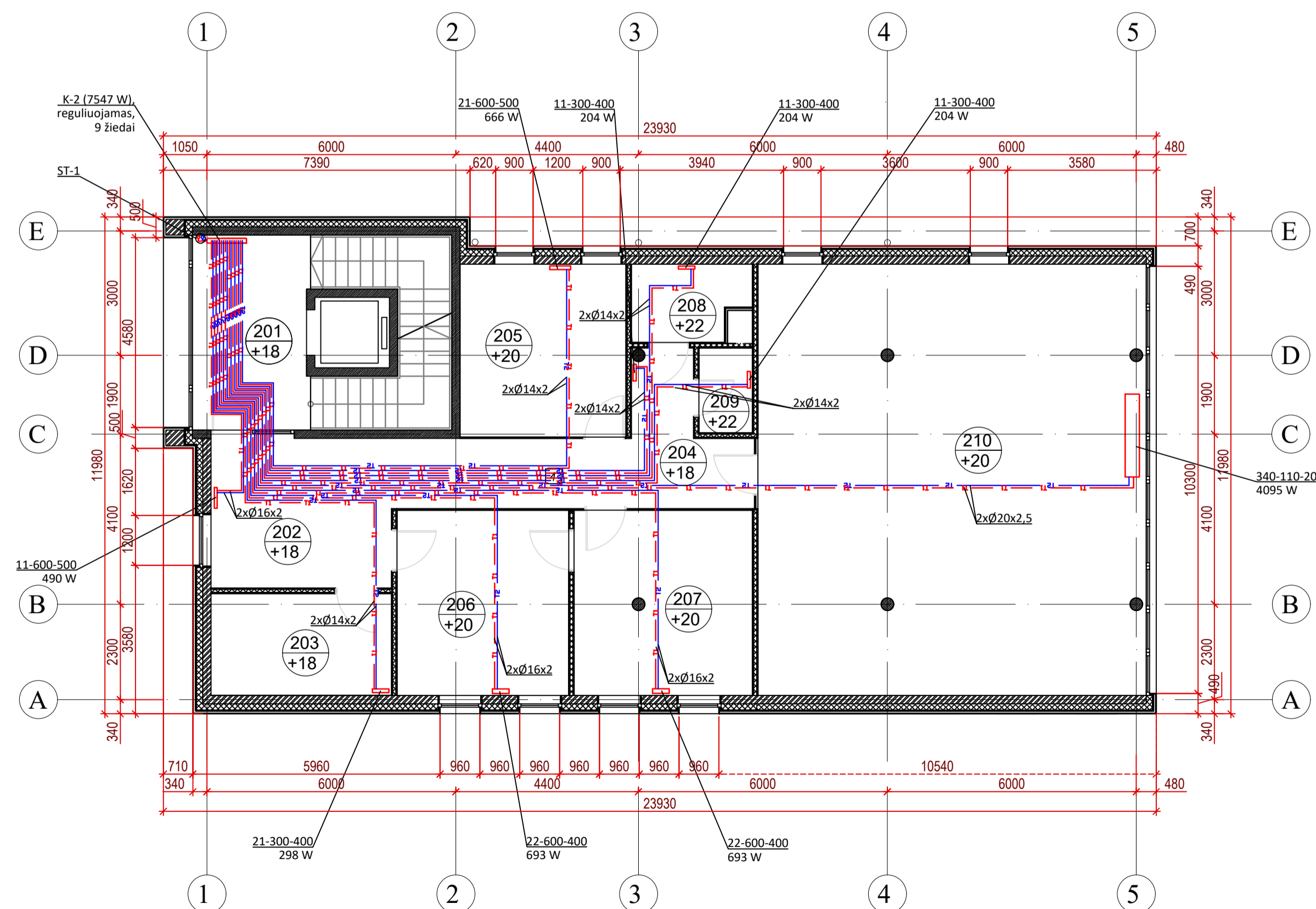
### ŠILUMINIO MAZGO SCHEMA



#### Sutartiniai ženklai

- Techninis manometras
- Techninis termometras
- Drenavimo ventilis
- Uždaromoji armatūra
- Atbulinis vožtuvas
- Vandens skaitiklis
- Filtras
- Apsaugos vožtuvas
- Tiesioginio veikimo temperatūros reguliatorius
- Cirkuliacinis siurblys
- Balansinis ventilis
- Dvigubo reguliavimo sklendė su el. pavara

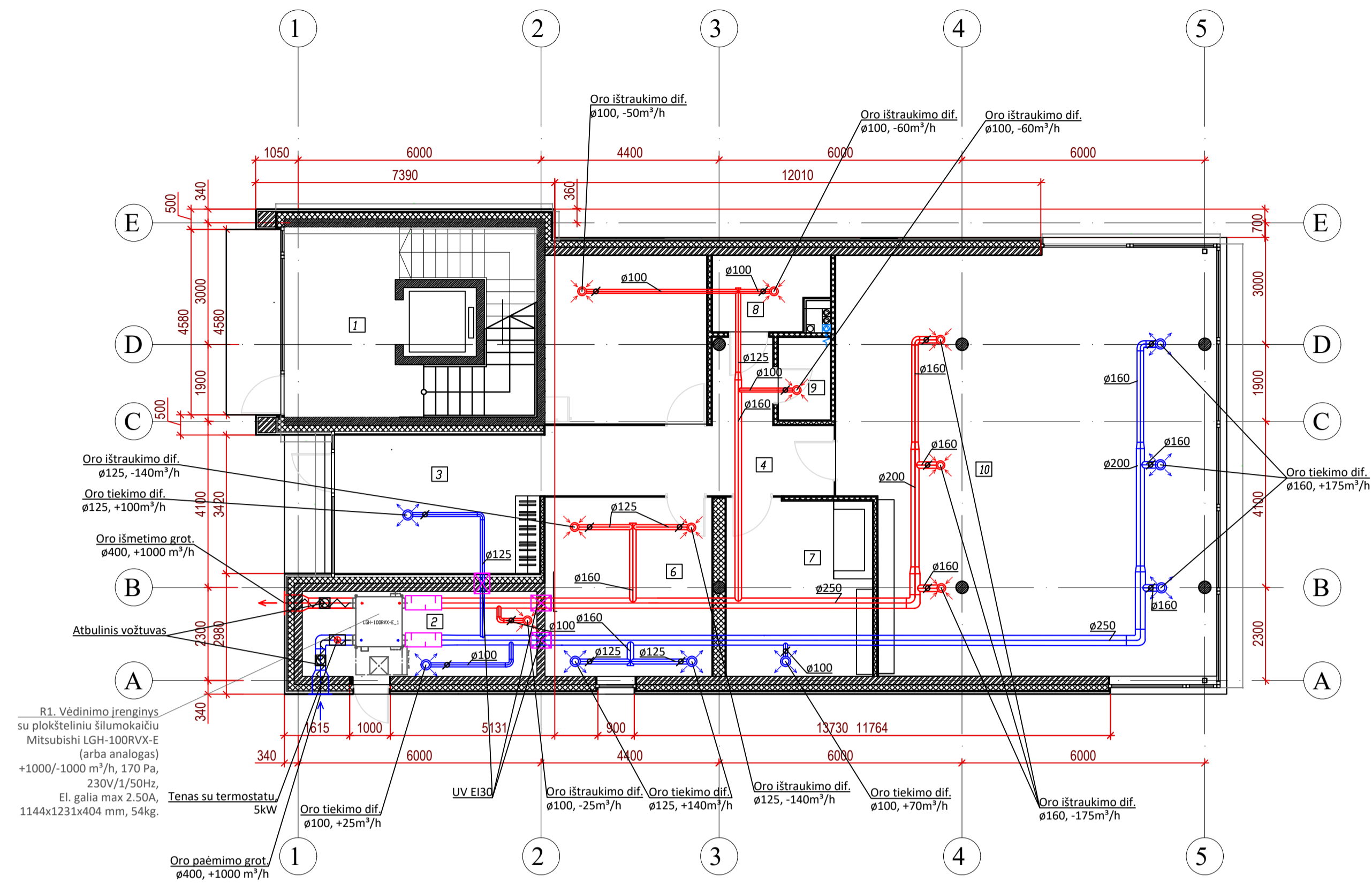
### TREČIO AUKŠTO PLANAS SU ŠILDYMO SISTEMA MASTELIS 1:100



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis projektas	
SPM-6	Studentas	D. Remeikis	2018-01-08	Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas	
	Vadovas	V. Paukštys	2018-01-08	siekiant A energinio naudingumo klasės	
gd	Konsult.	V. Paukštys	2018-01-08		
sa	Konsult.	O. Vilčiūnienė	2018-01-08	Pirmo aukšto planas su šildymo sistema MASTELIS 1:100, Antro aukšto planas su šildymo sistema MASTELIS 1:100, Trečio aukšto planas su šildymo sistema MASTELIS 1:100, Šiluminio mazgo schema	
pd	Konsult.	L. Stasiulienė	2018-01-08		
	Konsult.				
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra			Lapas	Lapų
MBD	Studentų g. 48, 51367 Kaunas			2018-MBD-PESK-Š	3 6



## PIRMO AUKŠTO PLANAS SU VĒDINIMO SISTEMA MASTELIS 1:100



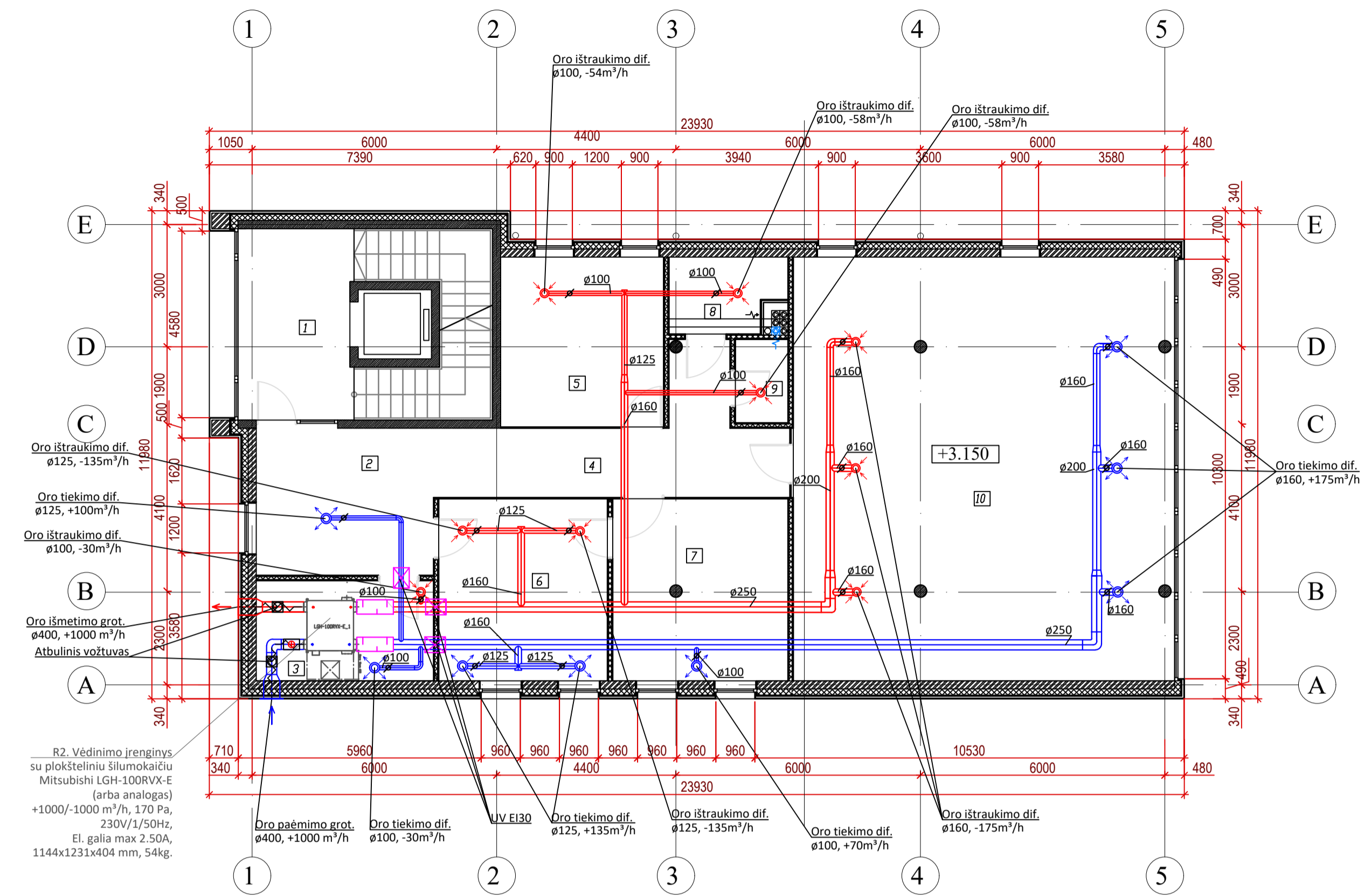
### Pirmo aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m²
1	HOLAS	24.75
2	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	12.18
3	HOLAS	17.30
4	KORIDORIUS	15.71
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	18.81
7	VADOVO KABINETAS	16.40
8	ŽN WC	4.95
9	WC	2.64
10	KONTORA	95.81
VISO I-ame AUKŠTE:		225.01

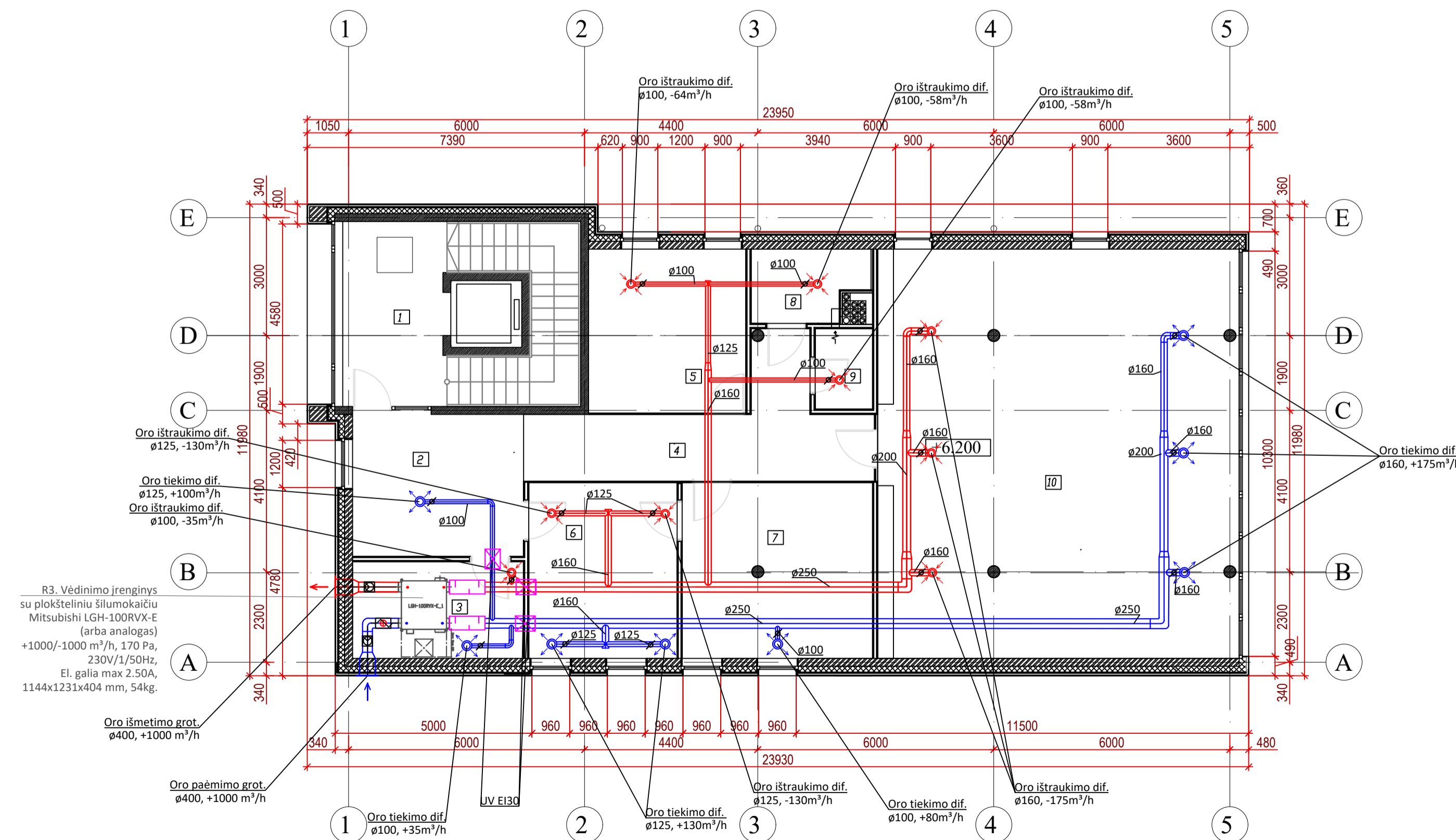
### Antro aukšto patalpų eksplikacija

Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m²
1	HOLAS	13.18
2	HOLAS	17.40
3	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	10.69
4	KORIDORIUS	18.28
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	18.51
7	VADOVO KABINETAS	19.22
8	ŽN WC	4.95
9	WC	2.64
10	KONTORA	97.34
VISO II-ame AUKŠTE:		217.48

## ANTRO AUKŠTO PLANAS SU VĒDINIMO SISTEMA MASTELIS 1:100



## TREČIO AUKŠTO PLANAS SU VĒDINIMO SISTEMA MASTELIS 1:100



### Sutartiniai žymėjimai

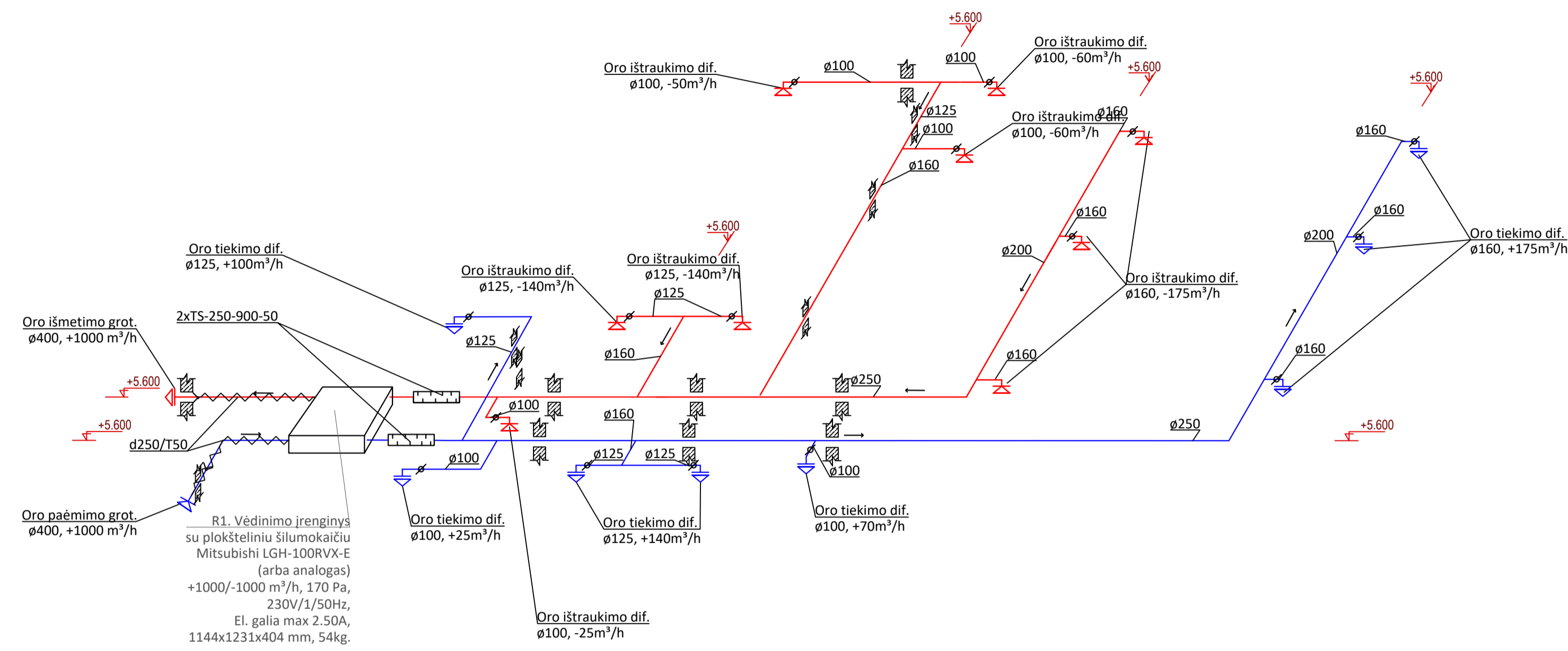
- Tiekiamo oro srautas
- Šalinamo oro srautas
- Lauko oro ėmimo grotelės
- Apvalaus skerspjūvio oro tiekimo ortakis
- Apvalaus skerspjūvio oro šalinimo ortakis
- Reguliavimo sklendė
- Atbulinis vožtuvas
- Ugnies vožtuvas

### Trečio aukšto patalpų eksplikacija

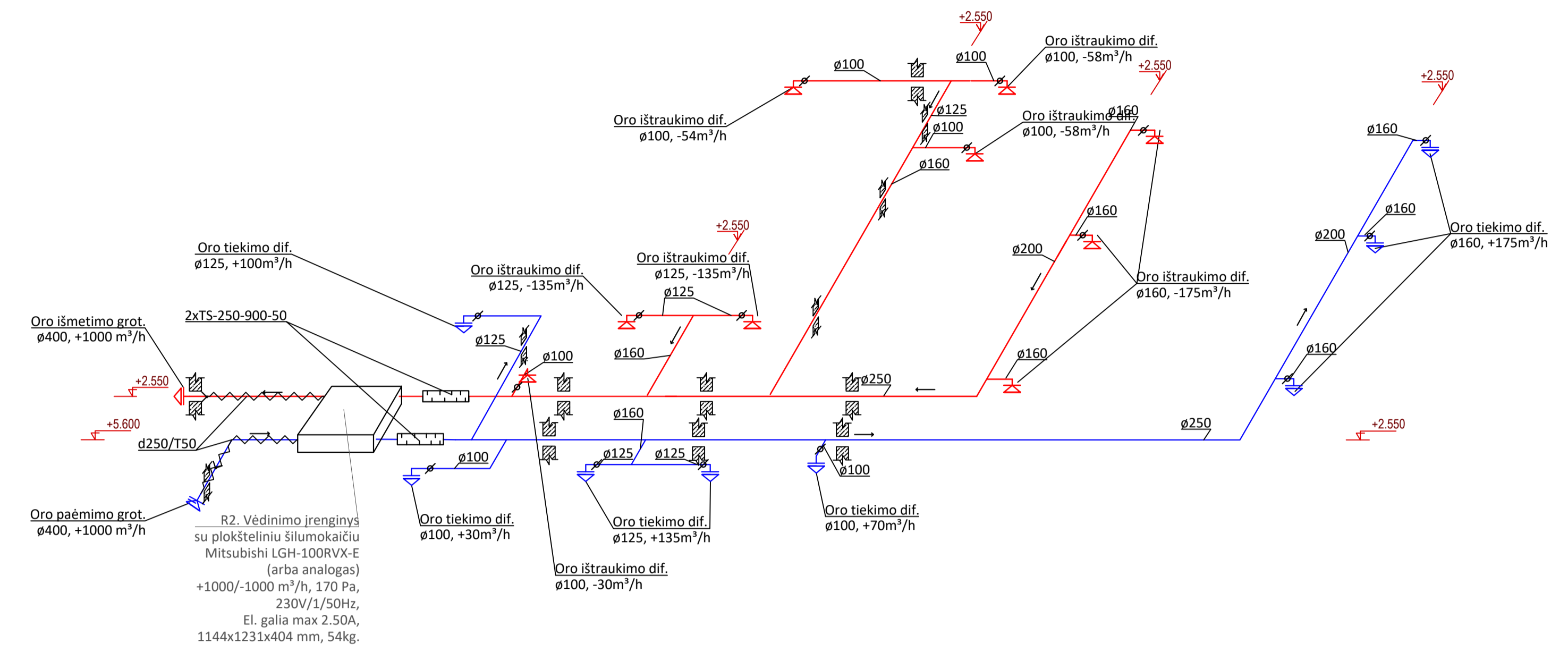
Eil. Nr.	Pavadinimas	Plotas, m²
1	HOLAS	13.18
2	HOLAS	17.40
3	PATALPA INŽINERINEI ĮRANGAI	10.69
4	KORIDORIUS	18.57
5	VIRTUVĖ	16.68
6	POSĖDŽIŲ KAMBARYS	16.85
7	VADOVO KABINETAS	21.63
8	ŽN WC	5.08
9	WC	3.00
10	KONTORA	95.58
VISO III-ame AUKŠTE:		217.25

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas	
SPM-6	Studentas D. Remeikis 2018-01-08	Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas siekiant A energinio naudingumo klasės	
Vadovas	V. Paukštys 2018-01-08		
gd	Konsult. V. Paukštys 2018-01-08		
sa	Konsult. O. Vilčionienė 2018-01-08		
pd	Konsult. L. Stasiulienė 2018-01-08	Pirmo aukšto planas su vėdinimo sistema MASTELIS 1:100, Antro aukšto planas su vėdinimo sistema MASTELIS 1:100, Trečio aukšto planas su vėdinimo sistema MASTELIS 1:100	
Konsult.			
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra	2018-MBD-PESK-V	
MBD	Studentų g. 48, 51367 Kaunas		
Lapas	Lapų	5	6

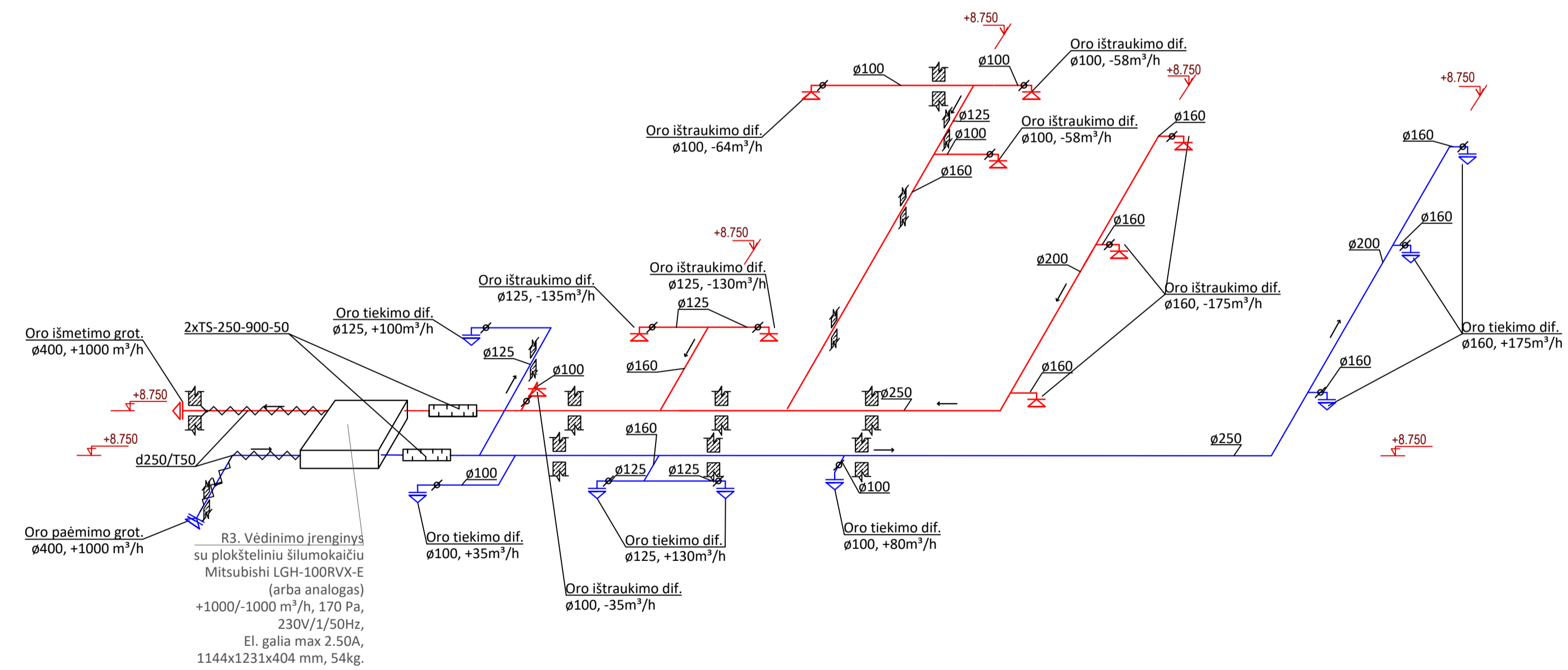
## PIRMO AUKŠTO VĒDINIMO SISTEMOS AKSONOMETRINĒ SCHEMA



## ANTRO AUKŠTO VĒDINIMO SISTEMOS AKSONOMETRINĒ SCHEMA



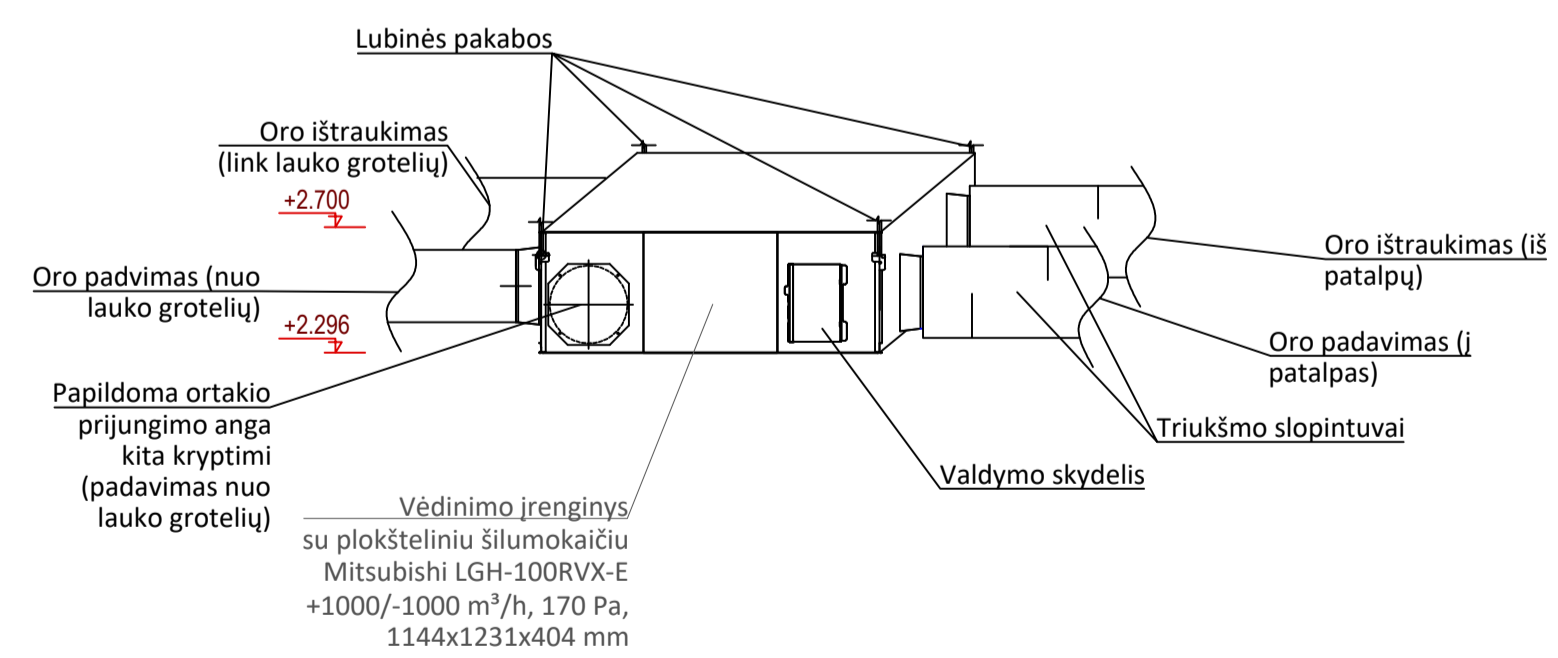
## TREČIO AUKŠTO VĒDINIMO SISTEMOS AKSONOMETRINĒ SCHEMA



### Sutartiniai žymėjimai

- Tiekiamo oro srautas
- Šalinamo oro srautas
- Lauko oro ėmimo grotelės
- Oro tiekimo ortakis
- Oro šalinimo ortakis
- Reguliavimo sklendė
- Atbulinis vožtuvas
- Triukšmo slopintuvas
- Oro judėjimo kryptis
- Šiluminė izoliacija

### Vėdinimo įrenginio prijungimo schema



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis projektas	
SPM-6	Studentas	D. Remeikis	2018-01-08	Administracinio pastato stiklinių fasadų modeliavimas	
	Vadovas	V. Paukštys	2018-01-08	siekiant A energinio naudingumo klasės	
gd	Konsult.	V. Paukštys	2018-01-08		
sa	Konsult.	O. Vilčienė	2018-01-08	Pirmo aukšto vėdinimo sistemos aksonometrinė schema, Antro aukšto vėdinimo sistemos aksonometrinė schema, Trečio aukšto vėdinimo sistemos aksonometrinė schema	
pd	Konsult.	L. Stasiulienė	2018-01-08		
	Konsult.				
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra			Lapas	Lapų
MBD	Studentų g. 48, 51367 Kaunas			2018-MBD-PESK-V	6 6