



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**Vilius Liubartas**

**PASYVIŲ NAMŲ IR MAŽAI ENERGIJOS NAUDOJANČIŲ**  
**PASTATŲ PRAKTIKA LIETUVOJE**

Baigiamasis magistro projektas

**Tiriamosios dalies vadovas**

dr. Jolanta Šadauskienė

**Projektinės dalies vadovas**

lekt. Laura Stasiulienė

**KAUNAS, 2018**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

**PASYVIŲ NAMŲ IR MAŽAI ENERGIJOS NAUDOJANČIŲ**  
**PASTATŲ PRAKTIKA LIETUVOJE**

Baigiamasis magistro projektas  
**Darnūs ir energetiškai efektyvūs pastatai (M6056O21)**

**Vadovas**

Doc. dr. Jolanta Šadauskienė

**Recenzentas**

lekt. Jurgita Černeckienė

**Projektą atliko**

Vilius Liubartas

**KAUNAS, 2018**

Darbą atliko SPM-06 gr.

Studentas:

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardė*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

Darbo  
vadovas:

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardė*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

Katedros  
vedėjas:

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardė*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

**Konsultantai:**

Ekonominė dalis

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardė*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*

Grafinė dalis

\_\_\_\_\_

*vardas, pavardė*

\_\_\_\_\_

*parašas, data*



## KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros

(Fakultetas)

Vilius Liubartas

(Studento vardas, pavardė)

Darnūs ir energetiškai efektyvūs pastatai; M6056O21

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų praktika Lietuvoje“

### AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

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

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Viliaus Liubarto**, baigiamasis projektas tema „Pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų praktika Lietuvoje“ 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  
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis projektas

PASYVIŲ NAMŲ IR MAŽAI ENERGIJOS NAUDOJANČIŲ PASTATŲ PRAKTIKA  
LIETUVOJE

Vilius Liubartas

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe suprojektuotos šildymo bei vėdinimo sistemos mažai energijos naudojančiam gyvenamajam namui.

Šilumos šaltinis – šilumos siurblys gruntas-vanduo. Šilumos siurblys įrengiamas techninėje patalpoje. Nuo šilumos siurblio suprojektuoti vamzdynai į du grindinio šildymo kolektorius, kurie įrengiami pirmame ir antrame aukšte sienoje. Iš kolektorių grindinio šildymo vamzdynai suprojektuoti visose patalpose. Grindinio šildymo sistema projektuojama su termostatais temperatūros reguliavimui skirtingose patalpose. WC patalpose įrengiami elektriniai rankšluosčių džiovintuvai.

Vėdinimo sistema suprojektuota mechaninė. Parinktas vėdinimo įrenginys su rotaciniu rekuperatoriumi. Vėdinimo įrenginys statomas techninėje patalpoje. Iš vėdinimo įrenginio oras tiekiamas į svetainę, darbo kambarį, techninę patalpą bei miegamuosius. Oras ištraukiamas iš WC patalpų, virtuvės, techninės patalpos. Projektuojama natūralaus vėdinimo sistema garaže. Oras ištraukiamas pro natūralaus oro ištraukimo šachtą, oro pritekėjimas per garažo vartus.

Šildymo ir vėdinimo sistemoms suskaičiuota sąmata.

Reikšminiai žodžiai (iki 8 žodžių):

Grindinis šildymas, mechaninis vėdinimas, šilumos siurblys, mažai energijos naudojantis pastatas.

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

Master final work

**PRACTICE OF PASSIVE HOUSES AND LOW ENERGY BUILDINGS IN LITHUANIA**

Vilius Liubartas

Annotation

In Master's final work heating and air-ventilation systems are designed for a low energy building.

Heat source – heat pump ground-water. The heat pump is located in a technical room. There are pipelines from the heat pump, which are constructed in two floor-heating manifolds, which are designed in the wall of the first and the second floor of the house. Floor-heating pipelines from manifolds are designed in all rooms. The system of floor-heating is designed by using thermostats to regulate temperature in different facilities. In the bathroom, electric dryers for towels are installed.

Ventilation system is designed as mechanical. Ventilation installation with a rotary exchanger is chosen. Ventilation installation is located in a technical room. From the ventilation installation the air is provided in the living room, work room, technical room and bedrooms. The air is extracted from bathrooms, kitchen, technical room. The natural ventilation system is designed in the garage. Ventilation installation extracte air per air shaft. Air supply in garage room carried out during gates.

Heating and ventilation systems have an outlay calculated.

Keywords (up to 8 words):

Floor-heating, mechanical ventilation, heat pump, low energy building

# Turinys

1.TIRIAMOJI DALIS .....	1
1.1.ĮVADAS .....	1
1.2.LITERATŪROS ANALIZĖ .....	3
1.2.1Energetiškai efektyvių pastatų sąvokos ir apibrėžimai .....	3
1.2.2.Standartų vystymasis .....	4
1.2.3.Standartų skirtumai.....	6
1.2.4.Ankstesnių tyrimų apžvalga .....	11
1.3.TYRIMO METODIKA .....	16
1.4.TYRIMO REZULTATAI IR ANALIZĖ .....	17
1.4.1.Įmonės profilio nustatymas .....	17
1.4.2. Statybos techninių reglamentų įgyvendinimas.....	17
1.4.3. Pasyvių namų koncepcijų įgyvendinimas .....	18
1.4.4. Vyraujančios problemos standartų nuostatuose .....	18
1.4.5. Įvardytų problemų sprendimai, alternatyvos.....	19
1.4.6. Pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų sąvokų sąsaja .....	19
1.4.7. Žinių apie pasyvių namų standartų įgyvendinimą suteikimas.....	19
1.4.8. Pasyvių namų perspektyva Lietuvoje.....	19
1.4.9. Pasyvūs namų ir mažai energijos naudojančių pastatų populiarumas.....	20
1.4.10. Pasyvius namų ir mažai energijos naudojančius pastatų svarba .....	20
2.PROJEKTINĖ DALIS .....	21
2.1.Aiškinamasis raštas .....	21
2.2.Teisiniai dokumentai. Reikalavimai pastatų energiniam naudingumui .....	22
2.2.1.Projektinės vidaus patalpų ir lauko sąlygos .....	23
2.2.2.Oro kiekiai vėdinimui.....	23
2.2.3.Šilumos nuostolių skaičiavimas .....	23
2.3.Pastato. Bendrieji duomenys .....	24

2.3.1.Pastato architektūriniai sprendiniai .....	24
Pastato konstrukciniai sprendiniai .....	24
2.4.Šildymo sistema .....	25
2.4.1.Šildymo sistemos aprašas .....	25
2.4.2.Grindinis šildymas.....	26
2.4.3.Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas .....	27
2.4.4.Vamzdynų parinkimas.....	27
2.4.5.Termostatinių ventilių parinkimas.....	28
2.4.6.Išsiplėtimo indo parinkimas .....	28
2.4.7.Cirkuliacinis siurblys.....	28
2.4.8.Šildymo sistemų medžiagų žiniaraštis .....	29
2.5.Vėdinimo sistema .....	30
2.5.1.Vėdinimo sistemų aprašas .....	30
2.5.2.Projektinių oro kiekių skaičiavimas .....	31
2.5.3.Vėdinimo sistemų aerodinaminis skaičiavimas .....	32
2.5.4.Vėdinimo sistemų medžiagų žiniaraštis .....	32
2.6.Saulės kolektorinės sistemos projektavimas .....	34
2.7.Pastato energinio naudingumo vertinimas .....	35
3.EKONOMINĖ DALIS .....	37
3.1.Lokalinė sąmata.....	38
4.IŠVADOS.....	39
5.Naudota literatūra: .....	40
6.Priedai.....	43
Priedas Nr.1 Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.....	43
Priedas Nr.2 Šilumos nuostoliai per ilginis šiluminius tiltelius .....	46
Priedas Nr.3 Šilumos nuostoliai dėl vėdinimo ir išorės infiltracijos.....	48
Priedas Nr.4 Grindinio šildymo kontūrų suvestinė .....	49



Priedas Nr.5 Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas.....	50
Priedas Nr.6 Oro tiekimo sistemos aerodinaminė skaičiuotė.....	51
Priedas Nr.7 Oro šalinimo sistemos aerodinaminė skaičiuotė .....	51
Priedas Nr. 8 Vėdinimo agregato techninės charakteristikos.....	52
Priedas Nr. 9 Cirkuliacinis siurblys.....	53
Priedas Nr. 10 Lokalinė sąmata šildymo sistemos .....	54
Priedas Nr.11 Lokalinė sąmata vėdinimo sistemos.....	56
Priedas Nr.12 Šilumos šaltinis.....	57
Priedas Nr. 13 Pastato energetinė klasė A++ .....	58
Priedas Nr. 14 Anketa .....	60
Priedas Nr. 15 Multifunkcinė talpa .....	62

# 1.TIRIAMOJI DALIS

## 1.1.ĮVADAS

Energijos taupymas tapo vienu iš svarbiausių siekių Europos sąjungoje. Siekiama stabdyti pasaulinę klimato kaitą, efektyvinti išteklių naudojimą, kad žmogaus gyvenimas žemėje būtų darnus. Todėl, daug dėmesio skiriama darnios statybos sektoriui, nes tarp klimato kaitos ir energijos naudojimo pastatuose yra tiesioginė priklausomybė. Tarpvyriausybinė klimato kaitos organizacija akcentuoja, kad naudojamas energijos kiekis reikalingas pastatams, turi būti mažinamas. Vis daugiau diskutuojama apie mažai energijos naudojančius pastatus. Šių pastatų planavimas yra kompleksiškas, todėl prireikė daug resursų ir laiko, kad būtų ši sąvoka aprašyta tinkamai. Buvo atliekami tyrimai: šilumos perdavime, šilumos gamyboje bei energijos poreikiams pastatuose [1]. Labai svarbu, kad nauji moksliniai tyrimai ir naujosios technologijos, būtų pritaikytos praktikoje. Tai sukeltų spartesnę mažai energijos naudojančių pastatų vystymąsi. Sukurti reglamentai dažniausiai nustato minimalius standartus, kurie turi būti patenkinti. Tačiau norint sparčiau mažinti energijos naudojimą ir mažinti klimato kaitą reikia orientuotis ne tik į minimalius reikalavimus, bet ir į aukštesnius standartus. Veiksmingų energetiškai efektyvesnių standartų taikymas yra sąlygojamas geresnių projektuotojų, architektų ir statytojų žinių ir įgūdžių. Taip pat žmonės turi būti suinteresuoti projektuoti mažai energijos naudojančius pastatus.

Pasyvaus namo modelio era prasidėjo Europoje 1980 metais. Iniciatoriai: Wolfgang Feist iš Vokietijos ir Bo Adamson iš Švedijos. 1991 m. pastatytas pirmasis pasyvaus namo prototipas. 1996 m. įkurtas pasyvaus namo institutas (*Passivhaus Institut*). Pastarieji įvykiai, susiję ne tik su projektavimo rekomendacijų kūrimu, bet ir su griežtais standartais. Pastatai, kurie yra sertifikuoti pagal standartą, sunaudoja labai mažai energijos. Tai liudija techninės specifikacijos ir kokybės tyrimai.

Tyrimas buvo vykdomas siejant kelis aspektus, susijusius su pastato energetiniu efektyvumu:

- potenciali pastatų energetinio efektyvumo įstatymų leidybos svarba; standartų taikymas ir vykdymas;
- įstatymų pokyčiai, kurie modifikavo įsipareigojimus ir terminus, kreipiant dėmesį į energetinį efektyvumą pastatuose;
- poreikis nustatyti ateities prioritetus projektuojant energetiškai taupius pastatus.

Žinios ir požiūris į energijos naudojimą yra du elementai, kurie yra svarbūs norint pasiekti energijos naudojimo efektyvumą pastatuose. Kaip jau anksčiau minėta, labai svarbu pabrėžti, kad nuo 2016 m. lapkričio 1d. Lietuvoje įvyko pakeitimai šalies politikoje. Vienas iš svarbiausių pokyčių, tai kad pastatai gali būti projektuojami ir statomi tik A klasės [2]. Tai reiškia, kad atsisakoma daug energijos naudojančių pastatų, norima, kad visi pastatai sunaudotų kuo mažiau energijos ir mažintų energijos poreikį Lietuvoje.

Energijos taupymo teisės aktai nesikeitė, kaip ir ankstesniuose Statybos Reglamentuose, tačiau dėl efektyvesnių standartų, kurie viršija pagrindinius reguliavimo poreikius, kaip to pavyzdys pasyvaus namo standartas, kuris turi potencialą plėsti savo įtaką ir poveikį, tačiau dėl kažkokių priežasčių, tai nėra plačiai taikoma.

Pirmiausia šiame darbe siekiama išnagrinėti standartus, susijusius su pastatų energija ir tai kaip jie vystėsi; antra, apžvelgti dabartinius standartus ir vertinimo metodus ir kaip pokyčiai galėtų turėti įtakos jų praktikai; trečia, iširti kaip šiuo metu plėtojamas/ vystomas mažai energijos naudojantis modelis; ir galiausiai nustatyti ir išnagrinėti keletą kliūčių ir sunkumų, kurie gali turėti įtakos energijos efektyvumo programos gerinimui. Galiausiai suprojektuoti mažai energijos naudojančių pastatų pritaikant pasiūlymus ir atlikti ekonominį vertinimą

## 1.2.LITERATŪROS ANALIZĖ

### 1.2.1Energetiškai efektyvių pastatų sąvokos ir apibrėžimai

#### *Mažai energijos naudojančios pastatai.*

Mažai energijos naudojančios pastatai yra tvaraus žmogaus gyvenimo su aplinka koncepcija. Mažai energijos naudojančios pastatai turi daug skirtingų pavadinimų, apibrėžimų, traktuočių ir sąvokų. Dažniausiai naudojami pavadinimai: mažai energijos naudojančios pastatai, labai mažai energijos naudojančios pastatai, energiją gaminantys arba energija+ pastatai, nulinės anglies dioksido emisijos pastatai [3]. Išskiriam du pagrindiniai mažai energijos naudojančių pastatų privalumai:

- efektyvesnis energijos panaudojimas, mažinantis iškastinio kuro vartojimą,
- mažesnis anglies dioksido emisijos kiekis, kuris yra pagrindinis klimato atšilimą lemiantis veiksnys [1].

#### *Labai mažai energijos vartojantys pastatai*

Labai mažai energijos vartojantys pastatai yra suprojektuoti taikant labai aukštus energijos efektyvumo ir aplinkos apsaugos reikalavimus. Europos Sąjungoje tokius pastatus statyti numatyta nuo 2020 metų. Jie projektuojami be tradicinės šildymo sistemos, nenaudojama aktyvi vėsinimo sistema, energijos suvartojimas juose sumažėja nuo 70 % iki 90 % lyginant su standartiniais pastatais. Pagrindiniai elementai, sąlygojantys šių pastatų energinį efektyvumą, o kartu ir atitinkantys sveikatos, komforto ir ekonomiškumo reikalavimus, yra:

- aukštas pastato atitvarų apšiltinimo lygis,
- maža šiluminių tiltelių įtaka,
- užtikrintas pastato sandarumas,
- reguliuojama efektyvi vėdinimo sistema. [4]

Labai mažai energijos vartojančių pastatų pavyzdžiai: Vokietijos Passive House, Prancūzijos Effnergier, Šveicarijos Minergier MinergiePr, Danijos Low Energy Class 1.

#### *Nulinės CO<sub>2</sub> emisijos pastatai*

Nulinės CO<sub>2</sub> emisijos pastatai - tai pastatas, kurio eksploatacijos metu energijos naudojimo pasėkoje CO<sub>2</sub> išskyrimo į aplinką balansas nulinis arba neigiamas. Turi būti įvertinti CO<sub>2</sub> išsiskyrimai naudojant energiją šildymui ir aušinimui, karšto vandens ruošimui, vėdinimui, apšvietimui, namų ūkio elektriniams prietaisams. Nulinės CO<sub>2</sub> emisijos pastatai turi būti labai mažai energijos vartojantys pastatai. [5]

#### *Energiją gaminantys pastatai*

Energiją gaminantis pastatas - tai turi būti energiją gaminantis pastatas, kuris gamina perteklinę energiją vasaros metu ir ją susigrąžinantis žiemos metu. Šiuose pastatuose gaminama

energija pastato reikmėms. Tai gali būti šiluminė arba elektros energija. Kai gaminama elektros energija, vasaros metu jos gali būti per daug, todėl parduodama elektros tinklams. Jeigu žiemos metu supirktas energijos kiekis ne didesnis už parduotą, namas gali būti vadinamas nulinės energijos pastatu. Gaminamos energijos šaltiniai – saulės arba vėjo energija. Pats namas taip pat turi būti mažai energijos naudojantis pastatas. [6]

### ***Pasyvaus namo standartas***

Turbūt žinomiausias pasaulyje yra pasyvaus namo standartas. Šiuo pavadinimu gali vadintis namas, atitinkantis Vokietijos pasyviojo namo instituto nustatytus reikalavimus. Pasyvusis pastatas yra gerai izoliuotas pastatas, kuriame užtikrintos vidaus komforto sąlygos, sunaudojama „pasyvioji“ viduje išsiskirianti šiluma, į pastatą patenkanti Saulės energija ir taikomos „pasyvios“ apsaugos nuo perkaitimo priemonės. Reikalavimai pasyviajam pastatui:

- storas termoizoliacijos sluoksnis (300-500 mm),
- labai efektyvūs, mažo šiluminio pralaidumo langai ( $0,8\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ),
- konstrukcijos be šiluminių tiltelių,
- valdoma vėdinimo sistema su efektyvia šilumogrąža (75%),
- pastatas turi būti sandarus ( $0,6\text{h}^{-1}$ ),
- pastato orientacija pasaulio šalių atžvilgiu turi atitikti didžiausių saulės pritekėjimų ir pasyvios apsaugos nuo perkaitimo derinį,
- pastate naudojami labai efektyvūs prietaisai, energijos poreikis šildymui ne didesnis už  $15\text{ kWh}/\text{m}^2$  per metus, bendrasis pirminės energijos suvartojimas ne didesnis už  $120\text{ kWh}/\text{m}^2$  per metus. [7]

### **1.2.2. Standartų vystymasis**

Dabartiniai Lietuvos Statybos Reglamento standartų „šaknys“ siekia 1960 metus. Tada jie pirmą kartą buvo pristatyti kaip Tarybų Socialistinių Respublikų Sąjungos TSRS normatyvai. 1973 metai buvo išleistas statybinės šiluminės technikos normos ir taisyklės projektuotojams [8]. Po Lietuvos respublikos nepriklausomybės 1992 metais buvo atnaujintos pagal Lietuvos ypatumus respublikinės statybos normos RSN 143-92, kurios apėmė šiluminius procesus pastatuose [9]. Tačiau prieš tai buvusiuose normose mažai buvo skiriama dėmesio vėdinimo ir oro kondicionavimo, kondensacinės drėgmės atsiradimo galimybėms atitvaros viduje ir šios drėgmės poveikiui eksploatacijos eigoje. Todėl 1998 m. pasirodė statybos techninis reglamentas STR 2.09.02:1998 [10] dėl patalpų šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo, o 1999 metais m. pasirodė STR2.05.01:1999 [11] su esminiais pakeitimais, kuriame buvo pateikti nauji ir griežtesni šilumos perdavimo skaičiavimo metodai ir įvertinti šiluminių tiltelių profilių poveiki bendram pastato energijos

suvartojimui. Po šių pokyčių 2000 m. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministras patvirtino techninių reikalavimų reglamentą STR 2.09.04:2000 dėl pastato šildymo sistemos galios ir šilumos suvartojimo pastatuose (papildymas 2008 m.) [12]. Vėliau 2013m. gruodžio 9d. aplinkos ministro įsakymu buvo patvirtintas naujas statybos reglamentas, kuriame pagrindinis dėmesys skirtas pastatų energiniam naudingumui [13]. Šis dokumentas pateikia išsamią informaciją apie pastato energetinį projektavimą. Naujausias išleistas dokumentas aplinkos ministro yra 2016m. lapkričio 11d. Apjungti du dokumentai ir nuspręsta, kad energinio naudingumo projektavimą ir pastatų sertifikavimą reglamentuoja vienas dokumentas [14].

Nuo 1990-ųjų pabaigos ir vėliau, nuostatų plėtrai ES turėjo įtakos Europos programos ir teisės aktai, visų pirma pastatų energetinio naudingumo direktyva (PEND) (Energy Performance in Buildings Directive (EPBD)). Ji buvo patvirtinta 2002 m. [15], o vėliau pataisyta 2010 m. [16]. Ši direktyva sukūrė rėmus, kuriuose buvo galima reguliuoti energijos vartojimą. Tada atsirado poreikis sukurti minimalius reikalavimus, skaičiavimo metodus, sertifikavimo sistemą ir įrenginių efektyvumo tikrinimą atskiroms Europos šalims. Direktyva sukūrė bazinį standartą, atskiros šalys direktyvą pritaikė savo šalies ypatumams. Iš šios direktyvos atsirado sąvokos „nulinės energijos“ ir „nulinės CO<sub>2</sub> emisijos“ pastatai. Taip pat, technologijos bei techninis supratimas yra siejamas su direktyvos tikslais. Viena iš problemų yra skirtumas tarp koncepcijų iš dviejų frazių (nulinė energija ir nulinė CO<sub>2</sub> emisija) ir vėlesnė koncepcija „beveik nulinės emisijos“ pastatai ir taip pat identifikacija pagal tai, kokią energiją naudoja pastatai.

Žiūrint plačiau, yra labai daug iniciatyvų ir galimybių plėtoti aplinkos ir energijos tvarumą ne tik naujuose pastatuose, bet ir jau esančiuose pastatuose Europos Sąjungoje. Didžiausias iššūkis susidoroti su sunkumais ir neigiamu požiūriu siekiant modernizuoti esamų pastatų sferą. Šis iniciatyvus modernizavimas nukreiptas į tai, kad namai turi būti tinkami, t.y. atitikti standartus ir vėliau turi būti atlikti drąsesni atnaujinimai, kurie pagerina komfortą ir gerovę taip pat gerinant energijos efektyvumą pastatuose bei mažesnius eksploataavimo kaštus [17]. Siekiama mažinti išteklių naudojimą, nes prastas energijos naudojimas senesniuose būstuose atneša mažai naudos ir nepalaikomas tinkamas komfortas, tačiau žmonės neturi pakankamai lėšų sistemų ir konstrukcijų atnaujinimui [18]. Nors ir buvo sukurtas „žalioji susitarimas“ praeitame dešimtmetyje, kuris turėjo sumažinti energijos vartojimo išlaidas, tačiau tai nedavė tokio efekto kaip buvo numatyta. Šis rezultatas taip pat parodė būtinybę raginti kitus taikyti aukštesnius standartus aplinkosaugai ir mažai energijos naudojančių pastatų projektavimui. Nepaisant kai kurių padarytų pakeitimų pastaraisiais metais, ES yra įsipareigojusi pagal klimato kaitos aktą [19], jog CO<sub>2</sub> emisija iki 2050 m. turi būti sumažinta, lyginant su 1990 m. duomenimis. Per maždaug 15 metų (1995-2010 m.) laikotarpį didelė pažanga įvyko pastatų projektavimo standartuose energijos sunaudojimo atžvilgiu. Buvo skirtas

finansavimas remti mokslinius tyrimus ir vystymąsi (techniniu ir netechniniu pobūdžiu). Sušvelninimas standartizavime prasidėjo 2010 m., kai ES valdžia nusprendė išvengti „perteklinio reguliavimo“ standartais, kitaip sakant sprendimai negali peržengti pagrindinių reikalavimų ir tai aiškus pranešimas standartų keitimams ateityje [20]. 2015 metų viduryje naujos vyriausybės nulinės emisijos pastatų projektas buvo atidėtas. Daugelis kitų sprendimų, siekiant sumažinti anglies dioksido kieki ir energijos gamybą, buvo realizuoti su keliomis pasekmėmis, kurios turėjo įtakos pramonei ir technologijom. Galutinis tačiau nenustebinęs sprendimas buvo nutraukti nulinės emisijos pastatų projektą 2016 metų kovo pabaigoje. Šis projektas buvo įkurtas 2008 metais siekiant paremti kitų procesų, energijos mažinimo pastatuose atžvilgiu, bet negalėjo tęstis dėl mažo palaikymo [21]. Įdomi apžvalga pastarųjų pasikeitimų politikoje ir praktikoje buvo padaryta ES žaliosios statybos, viduryje 2016 m. [22], kuri taip pat nurodė keletą galimų ateities krypčių, kad norimos strategijos įgyvendinimas gali užtrukti.

Dabar atrodo, kad pagrindinis ir galbūt vienintelis teisės aktas ir skatinimas pagerinti efektyvų energijos panaudojimą pastatuose, kurią remia ES vyriausybė, turi būti vykdomas pačių statytojų ir savininkų. Be to atrodo, kad Europos direktyvos ir tikslai sukelia daug abejonių, nes vyksta įvairios diskusijos. Tai reiškia, kad didelis spaudimas per trumpą laiką patobulinti energijos vartojimo efektyvumą sukelia daug nesklandumų dizaineriams, projektuotojams, architektams ir statytojams. Kai kurie gali teigti, kad tai vienintelis tinkamas kelias į norimus rezultatus. Tačiau, pokyčiais lieka patenkinti ne visi, nes įvyksta daug perversmų statybos procesuose, sistemose ir projektavime. Todėl moksliniai tyrimai, kurie leidžia geriau suprasti kaip statybų mechanizmas galėtų veikti ir vystytis, yra labai svarbūs.

### **1.2.3. Standartų skirtumai**

Įvairiose šalyse energijos ir aplinkosaugos vykdymas pastatuose aprašomas vertinimo instrumentais ar standartais. Daugelyje šalių yra privalomi pagrindiniai pastatų nuostatai, kuriais visi turi vadovautis. Taip pat yra didelis spektras alternatyvų ar kitokie galimi standartai bei taisyklės. Nors dabar kai kurie standartai ir vertinimo sistemos yra keičiamos. Tačiau verta pasvarstyti ir apie galimas alternatyvas iš buvusių standartų. Skirtumuose tarp standartų pateikta trumpa apžvalga, siekiant nustatyti pagrindinius kriterijus, kuriais vykdoma apklausa.

Ne taip seniai Jungtinėje Karalystėje sukurtas ir šiuo metu plačiausiai taikomas tarptautinis tvarių pastatų vertinimo standartas bei sertifikavimo sistema BREEAM (angl. Building Research Establishment Environmental Assessment Method). BREEAM sertifikatu ženklinami pastatai, darantys mažiausią poveikį aplinkai per visą savo gyvavimo laikotarpį. BREEAM gali būti naudojamas vertinant tiek naujus, tiek ir jau egzistuojančius pastatus. Tai buvo pritaikyta gyvenamųjų namų sferoje pagal „Ekonominių namų“ vertinimo metodą (kuris buvo įvestas 2000 m.) [23], kuris

buvo apibrėžtas 2006 m. „Ekonominiai namai“ turėjo vertinimą. Buvo įvertinta: energijos ir anglies dioksido emisija, vanduo, medžiagos, paviršinio vandens nutekėjimas, atliekos, tarša, sveikata ir gerovė, valdymas ir ekologija.

Buvo sukurti privalomi, minimalūs energetinio naudingumo standartai taip pat anglies emisijos, vandens vartojimo mažinimai, kurių specifikacijos turėtų atsirasti per kelius metus.

Originalus keitimas (išleistas 2007 m.) ir pakeitimai reglamentuose, vertinimo procedūrose, buvo pasiūlyta pasiekti „nulinės CO<sub>2</sub> emisijos“ standartą gyvenamuosiuose pastatuose 2016 metais (negyvenamuosiuose 2019 m.). Tikimasi, kad įvykdžius pažangą pastatų taisyklėse įvyks plėtra ir tuo pat metu projektuotojai bus skatinami kurti pastatus, kurių eksploatacinės savybės bus aukštesnės už minimalias normas ir bus išduoti sertifikatai.

Vieną iš pradinio BREEAM vertinimo sertifikato alternatyvų sukūrė JAV žaliosios statybos taryba pirmaujanti energijos ir aplinkos projektavime (LEED - Leadership in Energy and Environmental Design) schemose, kuri pasiekė ketvirtą versiją [24]. LEED, tai JAV žaliųjų pastatų tarybos sukurta vertinimo sistema, skirta įvertinti pastato aplinkosaugos charakteristikas bei paskatinti tvaraus projektavimo vystymąsi. Tai balų skaičiavimo sistema už aplinkai palankius veiksmus, pastato statybos ir naudojimo metu. Lygiai atitinka balų skaičių, surinktą penkiose žaliųjų pastatų kategorijose: vietovės ekologija, vandens taupymas, energija ir atmosfera, medžiagos ir resursai, vidaus aplinkos kokybė. Taip pat LEED gali suteikti papildomai balų už projektavime pritaikytas naujoves bei medžiagų savybes. Apskritai, ši sistema apima šias vertinimo kategorijas: vietą ir transportavimą, tvarias svetaines, vandens efektyvumą, energetiką ir atmosferą, medžiagas ir išteklius, vidaus aplinkos kokybę, inovacijas ir regionų prioritetus.

Kita profesinė grupė, kuri siūlo standartus yra AECB (angl. Association for Environment Conscious Building). Jų auksinis standartas buvo glaudžiai suderintas su pasyvių namų sertifikatu tam tikrą laiką [25], tačiau šiame kontekste yra ir sidabrinis standartas, kuris siūlo galimybę įgyvendinti mažesnę nei aukso standartą, bet siūlo pasiekti vis dar didelį lygį [26], priemonėmis tokiomis kaip „anglies mažinimo“ programa.

Pasyvaus namo standartas yra išsamiai aprašytas dokumentuose ir pateiktos procedūros, kurios sekamos projektuotojų, taip pat yra ypač išsamus namo planavimo paketas (PHPP - Passive House Planning Package) [27,28]. Pasyvus namas taip pat yra savanoriškas standartas, kurio dėmesys skirtas sumažinti energiją reikalingą šildymui ir vėsinimui iki minimumo dėl labai didelio šiluminio efektyvumo. Tai yra, pasiekti rezultatus užtikrinant tinkamą konstrukcijų projektavimą ir statybos metodus, kad pastatas būtų sandarus, tai pasiekama bandymais po statybų. Daugelis teigia, kad standarto stiprumas yra iš griežtų reikalavimų, kurie yra taikomi, yra penki pagrindiniai elementai standarto:



- Aukštos atitvarų šiluminės izoliacijos vertės (tipinės vertės tarp 0,6 ir 0,15W/m<sup>2</sup>K)
- Šilumos tiltelių minimizavimas (tai kritinis silpnumas konstrukcijų)
- Pastato sandarumas 0,6h-1 apykaita, kai slėgių skirtumas 50Pa
- Mechaninis vėdinimas su reguliavimu ir rekuperacija
- Optimalus projektavimas pasaulio šalių atžvilgiu
- Metinis patalpų šildymo poreikis negali viršyti 15kWh/m<sup>2</sup> arba 10W/m<sup>2</sup> energijos poreikis (kai reikalingas aktyvus vėsinimas)
- Atsinaujinančios pirminės energijos poreikis visiems prietaisams neturėti viršyti 60kWh/m<sup>2</sup>.
- Šiluminio komforto standartai, turi atitikti vasaros ir žiemos laikotarpiu, ne daugiau kaip 10% valandų per metus.

Be šių taisyklių, standartų ir vertinimo metodų, daugelis kitų valstybių pradeda naudoti šį standartą pasaulyje įskaitant naujas geografines zonas besivystančiose šalyse (Pvz [29]).

Taip pat tikslinga šiuo metu atkreipti dėmesį į skirtumus tam tikrų apibrėžimų standartuose, kurie paveikė reglamentų kūrimą. Kadangi Europoje originalus formavimas klimato kaitos teisės aktu buvo suformuotas siekiant sumažinti CO<sub>2</sub> išmetimą, buvo nustatyti reikalavimai gaminti nulinės emisijos pastatus. Europos požiūris remiasi pastatų efektyvumo direktyvų (EPBD) dėmesiu sumažinti energijos poreikį iki nulio ar veikia beveik nulinės emisijos [30,31]. Nulinės energijos pastatai yra ne tokie pastatai, kuriems nereikia energijos, kad funkcionuotų, bet kurie gamina pakankamai atsinaujinančios energijos patys (arba šalia), kad padengtų poreikį. Kartais apibrėžimas gali apimti energijos balansą per metus taip, kad atsinaujinančios energijos gaminamas perteklius kompensuoja pirminės energijos suvartojimą kitu metų laikotarpiu, taigi „nulinė grynoji energija“ gali būti tinkama frazė, kuri turi būti naudojama. EPBD apibrėžia sąvoką „beveik nulinės energijos“, kurioje energijos naudojimas buvo pagrįstas pirminės energijos poreikio tenkinimu ir tikintis, kad pastatas bus suprojektuotas suvartojantis minimalų energijos kiekį ir energija būtų tiekiamas iš atsinaujinančių išteklių. Tačiau tai lėmė daugybė variacijų tarp skaičiavimų, kur energijos vartojimas vienam m<sup>2</sup> (iki santykio 10:1) priklausomai nuo atsinaujinančios energijos šaltinių kiekio ir taip pat nuo pastato vartojimo įtraukimo.

Nulinės CO<sub>2</sub> emisijos pastatų dėmesys nukreiptas į išmetamos anglies dvideginio kiekį, o ne energijos naudojimą, su lankstumo laipsniu, kuris priklauso nuo energijos šaltinio, taip pat Europos sistema, kuri skaičiavo CO<sub>2</sub> emisiją buvo išsamesnė nei EPBD. Nepaisant mėginimų sukurti aiškius ir griežtus apibrėžimus užsitęsusiems diskusijoms ir terminologijos konsultavimams todėl rezultatai vėluoja ir galutiniai koregavimai turi būti atidedami vėlesniam laikui. Labai apmaudu, kad tokie

užtrukę koregavimai nesumažino energijos švaistymo ir sumažino pasitikėjimą standartais kurie būtų taikomi.

Naujausi ir šiek tiek per spartūs standartų ir vertinimo metodų pokyčiai Europoje, tuo pat metu didelis biurokratizmo ir laiko vilkinimas taip pat pratęsė projektavimo ir statybos reikalavimų korekcijas neapibrėžtam laikui ir ši situacija nebuvo naudinga projektuotojams ir statybos pramonei, kurie nori pademonstruoti energiją taupančius sprendinius. Todėl šiuo metu yra poreikis, iš esmės prievolė, dideliems pokyčiams pastatų statybos praktikoje. Visų pirma reikia pakeitimų ir persiorientuoti iš privalomų išplėstinių nuostatų prie pagrindinių reikalavimų keitimo, su aukštesnio lygio sertifikatais ir standartais, kurie šiuo metu yra tik savanoriškas pasirinkimas.

Kiekviena šalis turi savo pastatų energinių savybių skaičiavimo standartus, todėl įvairių apibrėžimų palyginimas yra komplikuoatas.

#### *Austrijoje.*

Mažai energijos naudojančių pastatų energijos sąnaudos normuojamos pagal apskaičiuotą suminį šiluminės energijos sąnaudų pastato šildymui rodiklį. Šio tipo pastatuose suminės šiluminės energijos sąnaudos pastato šildymui turi sudaryti ne daugiau kaip 30 % norminių energijos sąnaudų. „Mažai energijos naudojančių“ daugiabučių pastatų Austrijoje suminis šiluminės energijos sąnaudos šildymui sudaro apie 40 kWh/(m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus), vienbučių pastatų apie 60 kWh/(m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus) [32].

#### *Belgijoje.*

Normose įteisintos **mažai** ir **labai mažai energijos naudojančių pastatų** normavimo koncepcijos. Normuojama pagal apskaičiuotą suminį šiluminės energijos sąnaudų pastato šildymui rodiklį: kWh/(m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus).

**Mažai energijos naudojančios pastatai** - gyvenamieji E60 klasės pastatai, t.y. pastatai, kurių suminės šiluminės energijos sąnaudos šildymui sudaro ne daugiau kaip 60 % norminių sąnaudų. Įstaigų ir mokyklų E70 klasės pastatai, t.y. pastatai, kurių suminės šiluminės energijos sąnaudos šildymui sudaro ne daugiau kaip 70 % norminių sąnaudų.

**Labai mažai energijos naudojančios pastatai** - gyvenamieji E40 klasės pastatai, t.y. pastatai, kurių suminės šiluminės energijos sąnaudos šildymui sudaro ne daugiau kaip 40 % norminių sąnaudų. Įstaigų ir mokyklų E55 klasės pastatai, t.y. pastatai, kurių suminės šiluminės energijos sąnaudos šildymui sudaro ne daugiau kaip 55 % norminių sąnaudų [33].

#### *Čekijoje.*

Normose įteisinta **efektyvių** ir **labai efektyvių pastatų** normavimo koncepcija. Normuojama pagal apskaičiuotą suminį šiluminės energijos sąnaudų pastato šildymui rodiklį:

kWh/(m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus). „Įprastinis“ pastatų energinio naudingumo normavimas atliekamas labai panašiai, kaip Lietuvoje. Pastatai skirstomi į 8 klases: A, B, C, D, E, F, G, H. C klasė atitinka minimalius norminius reikalavimus. Čekijoje išskirtos dvi mažai energijos naudojančių pastatų kategorijos:

- **efektyvūs pastatai**, t. y. pastatai, atitinkantys reikalavimus B klasės pastatams;

- **labai efektyvūs pastatai**, t. y. pastatai, atitinkantys reikalavimus A klasės pastatams. Šalyje taip pat naudojamas **pasyviojo pastato** standartas, tačiau jis pastatų energinio naudingumo vertinimo normatyviniuose dokumentuose neįteisintas.

### *Danijoje.*

Danijos statybos reglamente įteisinta **antros (2) ir pirmos (1) klasės** mažai energijos naudojančių pastatų normavimo koncepcija. Normuojama pagal apskaičiuotą metinį suminį pirminės energijos sąnaudų rodiklį (energiją šildymui, karštam vandeniui, apšvietimui ir pastato vėsinimui): kWh pirminė / (m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus).

**Antros (2) klasės** mažai energijos naudojančių pastatų energijos sąnaudos turi sudaryti ne daugiau 75 % norminių energijos sąnaudų.

**Pirmos (1) klasės** mažai energijos naudojančių pastatų energijos sąnaudos turi sudaryti ne daugiau 50 % norminių energijos sąnaudų.

### *Jungtinėje karalystėje.*

Šalyje įteisinti reikalavimai 1, 2, 3, 4, 5-os kategorijų mažai energijos naudojančioms pastatams. Pastato kategorijos įvertinimui taikoma balų sistema. Apskaičiuojamas pastato šiluminės energijos sąnaudų pastato šildymui procentinis sumažėjimas lyginant su 2006 metų normų reikalavimais ir už tai skiriami balai. Kuo aukštesnis pastato norminis lygis, tuo mažiau energijos pastatas naudoja: 1-os kategorijos pastatas naudoja 10 %, 2-os - 18 %, 3-ios - 25 %, 4-tos - 44 % mažiau energijos negu norminiai reikalavimai, 5-os kategorijos pastatas nenaudoja energijos šildymui, karštam vandeniui vėdinimui ir apšvietimui.

### *Prancūzijoje.*

2007 m. Prancūzijos statybos normose įteisinta BBC klasės mažai energijos naudojančių pastatų kategorija (BBC išvertus reiškia mažai energijos naudojančių pastatų).

Naujų gyvenamųjų BBC klasės pastatų normavimas atliekamas pagal apskaičiuotą metinį pirminės energijos sąnaudų rodiklį (sumines pirminės energijos sąnaudas šildymui, vėsinimui, vėdinimui, karštam vandeniui ir apšvietimui): kWh pirminė / (m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus). Priklausomai nuo klimatinės vietovės, metinės pirminės energijos sąnaudos turi būti ne didesnės už 40-65 kWh pirminė / (m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus).

Kitų BBC klasės pastatų normavimas atliekamas pagal apskaičiuotą metinį suminį šiluminės energijos sąnaudų rodiklį (tačiau čia papildomai įvertinta energija vėsinimui, vėdinimui, karštam vandeniui ir apšvietimui): kWh/(m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus). Šių pastatų visų rūšių energijos sąnaudos turi būti sudaryti ne daugiau 50 % norminių energijos sąnaudų.

#### ***Vokietijoje.***

Vokietijos statybos normose įteisintos KfW40 ir KfW60 mažai energijos naudojančių pastatų kategorijos. KfW60 kategorijos pastatų suminės pirminės energijos sąnaudos pastato šildymui turi būti ne didesnės už 60 kWh pirminė/(m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus). Šios kategorijos pastatų energijos sąnaudos sudaro ne daugiau 30 % norminiuose reikalavimuose nurodyto maksimaliai leistino energijos kiekio. KfW40 kategorijos pastatų suminės pirminės energijos sąnaudos pastato šildymui turi būti ne didesnės už 40 kWh pirminė/(m<sup>2</sup> šildomo ploto per metus). Šios kategorijos pastatų energijos sąnaudos sudaro ne daugiau 45 % norminiuose reikalavimuose nurodyto maksimaliai leistino energijos kiekio. Nežiūrint to, kad pasyviojo pastato normavimo koncepcija sukurta Vokietijoje, tačiau ten ji statybos norminiuose aktuose neįteisinta. Jei pastatas atitinka reikalavimus KfW40 kategorijos pastatams ir jo šiluminės energijos sąnaudų rodikliai atitinka pasyviojo pastato rodiklius, tokiam pastatui taikomos specialios subsidijavimo programos. Tačiau norminių reikalavimų pastatų, atitinkančių pasyviojo pastato rodiklius, statybai nėra.

#### ***Lietuvoje.***

Mažai energijos naudojančios pastatai – pastatai, atitinkantys STR 2.01.02:2016 reikalavimus B, A, ir A+ energinio naudingumo klasės pastatams;

Energijos beveik nevartojantys pastatai – pastatai, atitinkantys STR 2.01.02:2016 reikalavimus A++ energinio naudingumo klasės pastatams, t. y. labai aukšto energinio naudingumo pastatai, kuriuose energijos sunaudojimas beveik lygus nuliui arba energijos sunaudojimas labai mažas; didžiąją sunaudojamos energijos dalį sudaro atsinaujinančių išteklių energija, įskaitant vietoje ar netoliese pagamintą atsinaujinančių išteklių energiją [34].

#### **1.2.4. Ankstesnių tyrimų apžvalga**

Projektavimas mažai energijos vartojančių pastatų buvo laikomas svarbiu tikslu dviem atžvilgiais: paskatinti resursų naudojimo efektyvumą ir sumažinti pasaulinę klimato kaitą susijusiu su iškastinio kuro naudojimu.

Gali būti sunku palyginti ne tik skirtingų šalių/vietų, bet ir skirtingų klimatų standartus. Kai kurie standartai naudoja skirtingus faktorius ir kai kurie nėra suinteresuoti energijos naudojimo atžvilgiu. Straipsnyje norima palyginti skirtingus tarptautinius standartus [35]. JAV ir Europoje, nustatyta, kad dažniausiai naudojamas palyginimas (kuris naudojamas dėl mažo medžiagų terminio

pralaidumo). Tačiau jo įtraukimas į standartus nebuvo pats geriausias pasirinkimas, nes neatsižvelgta į kitus svarbius faktorius. Taip pat padaryta išvada, kad pasyvių namų standartas yra mažų energijos sąnaudų etalonas. Šis tyrimas tai ne atkartojimas tokių skirtingų standartų palyginimų, nes dažnas porūšių ir variacijų apibrėžimų lyginimas mažina aiškumą ir tokį tyrimą sunku atlikti tiksliai ir nuosekliai. Dėmesys sutelktas į mažai energijos naudojančių pastatų potencialą.

Mažai energijos naudojančių pastatų projektavimas svarbus žingsnis link tvaresnės aplinkos. Efektyvesnis energijos panaudojimas ir klimato kaitos spartos sumažinimas dėl iškastinio kuro naudojimo. Šie siekiai yra ne vienintelis aspektas, atliekami kitokie tyrimai pagal ekonominį vertinimą [36,37], kurie parodo tokių pastatų didelę reikšmę ekonominiu požiūriu. Gyventojai yra suinteresuoti į didesnio efektyvumo pastatą, ypač kai tai yra jų nuosavybė, nes yra saugoma energija ir taip mažinamos išlaidos. Informacija apie įvairius veiksnius turėtų būti lengvai prieinama, kad galėtų žmonės priimti racionalų sprendimą namo pirkimui.

Istorinė raida apie mažai energijos vartojančių pastatų susidomėjimą ir poreikį pakelti pastatus į aukštesnį lygį energijos efektyvumo atžvilgiu yra gana nesena, svarstymus nurodo tyrėjų išvalgos [38]. Jie pastebėjo, kad kaip subjektas, pastato energijos naudojimas pajudėjo nuo nulinio taško 1900 metais iki situacijos kaip faktinio sprendimo 2000 m. Jie pastebėjo keturis esminius pokyčius dvidešimtame amžiuje, vienas iš jų pirmojo pasyvaus namo (1990 m. Darmstadt, Vokietija) dizainas ir konstrukcija.

Pasyvus namas dabar yra populiariausias standartas ir yra mažai energijos naudojančio pastato tipinis variantas, kuris gali būti kaip tiriamasis objektas. Palyginamieji rodikliai gali būti tokie kaip efektyvumas: atsinaujinančios ir neatsinaujinančios energijos; pirminės ir galutinės energijos naudojimo; oro apykaita ir ventiliacija; anglies dioksido kiekis; energetinės klasės palyginimas; Viename straipsnyje [39], kuris lygina šešių šalių standartus (JK, Prancūzija, Vokietija, Norvegija, Švedija ir Danija) parodoma, kad mažai energijos naudojantis pastatas yra projektuojamas ne taip dažnai kaip tikimasi. Taip pat nustatyta, kad skiriant dėmesį pačiam pastatui, pasiekiamas realus pastato sandarumas, konstrukcija ir taip suteikiama ilgalaikė nauda tiek ekonominiu, komforto ir gamtos aspektais.

Daugelis tyrimų parodė pasyvaus namo dizaino naudą, kuri buvo ypač susijusi su gyventojų pasitenkinimu [40]. Tik didinant energijos kiekį ne visada yra pasiekiamas didesnis komfortas, reikalingi pozityvūs gyventojų pokyčiai dizaino ir konstrukcijos atžvilgiu, taip pat reikalingas papildomos išlaidos; papildomas privalumas - gera tarpusavio komunikacija. Palyginus stebimus namus Vienoje, kur mažai energijos naudojančio pastato ir pasyvaus namo standartas naudojamas parodė kad abi versijos veikia puikiai, bet pasyvaus namo standartas įvertintas truputį geriau, nes gyventojų nuomone, efektyvi ventiliacijos sistemos kontrolė buvo lemiamas faktorius [41].

Per tą laikotarpį, kai nulinės emisijos pastatuose buvo siūlomi pasikeitimai (2010-2015 m.) buvo laikomasi požiūrio, kad norint gauti aiškius ir nuoseklius sumažinimus ilgalaikiam energijos poreikiam, geriausia alternatyva būtų remtis pasyvių namų arba kitais standartais [42]. Kitais tyrimais buvo patvirtinta, kad plėtojant tokių standartų vykdymą galima padėti energijos taupymo klausimu ir patenkinti klientų poreikius [43].

Per ilgą laiką vyko pasyvaus namo standarto pokyčiai, paremti moksliniais tyrimais. Įvertinant rezultatus buvo parodyta nauda gyventojams ne tik energetiniu požiūriu. Vėdinimo valdymo vaidmuo ir mechaninio vėdinimo panaudojimas su šilumogražos sistema buvo nustatytas svarbus aspektas, kuris prisideda prie privalumų komplekto [44]. Iš kitų mokslinių tyrimų buvo bandoma rasti papildomų privalumų mažai energijos vartojantiems pastatams. Šis energijos efektyvumo tyrimas, tęsėsi nuo žiemos iki vasaros, buvo tirta bendra patalpų oro kokybė ir komfortas [45]. Tokie tyrimai nustatė, kad nors energijos išlaidos buvo svarbus aspektas, bet gyventojų nuomone, komfortas tokiuose pastatuose buvo vienas iš svarbiausių aspektų. Jie taip pat ištyrė, kad neįgyvendinta reikiama oro kokybė dėl to, kad buvo padarytos klaidos projektavime ir kad reikia paremti mažai energijos naudojančių pastatų projektavimą. Galima daryti išvadą, kad glaudžiai bendradarbiaujant architektam, statytojam, klientam geras žinių bei supratimo perdavimas padidintų mažai energijos vartojančių pastatų skaičių.

Kai kurie mokslininkai ištyrė kaip galima aktyviai įsitraukti klientams į apibrėžimų ir standartų plėtojamą [46]. Jų rezultatai parodė, kad labai didelę naudą duoda tokie suinteresuoti statytojai ir taip pat, kad pasyvių namų standartas yra reikalingas teikti atitinkamus rezultatus, siekiant paremti kitų procesų vystymąsi. Tokie tyrimai paragino naudoti procedūras ir apie jas pranešti, vėliau šiame dokumente yra išnagrinėtos projektuotojų ir statybininkų žinios apie mažai energijos vartojančių pastatų ir pasyvių pastatų projektavimą.

Gyventojų elgesys jau seniai pripažintas kaip svarbus veiksnys energetiniam naudingumui pastatuose, tai yra susiję su ne tokiu energijos vartojimu kaip suprojektuota pastato konstrukcija. Skirtumas yra dažnai vadinamas kaip „atotrūkis“ ir paskutiniu metu ši tema daug nagrinėjama mokslininkų, nors kai kurie tyrimai [47] parodė, kad pasyvaus namo standartas eksploatacinėmis savybėmis yra daug arčiau prognozuojamo, nei kitų tipų nauji būstai. Labai mažas energijos poreikis, susijęs su pasyvaus namo sąvoka reiškia, kad klientai ir gyventojai dažnai tikisi geresnio efektyvumo, todėl apžvalga palygina klientų ryšį su elgesiu ir pastatų efektyvumu [48]. Šio tyrimo rezultatai rodo, jog gyventojai turi mažesnę poveikį pastato efektyvumui mažai energijos naudojančioms pastatams nei kitokio tipo pastatams. Pasyvaus namo plėtra parodė, kad gyventojai turėtų pakeisti visą buitįje naudojamą techniką, o tai duotų efektą elektros suvartojime [49].

Kai kuriuose tyrimuose mokslininkai įvertino gyventojų pastebėjimus plačiau [50], o ne tiesiog pasikliaujant energijos vartojimo skaičiais. Tai parodo, kad gerai orientuotas vartotojas, gali suteikti ne tik geresnį vystymąsi geresniems vertinimo metodams, bet ir geriau derinti gyventojų poreikius pagal rezultatus. Vėlgi, tai rodo, kad geras bendradarbiavimas tarp projektuotojo, statytojo ir kliento atneša geriausius rezultatus.

Tyrimai parodė susirūpinimą, tačiau per žinių stoką, (daugiau bendrų grupių) projektuotojų, statytojų apie mažai energijos naudojančių pastatus ir poreikį geresnėms sistemoms. Projektuotojas turi dalyvauti procedūrose ir įrodyti atitinkamą kvalifikaciją ir pasyvaus namo standartas turėtų būti pateiktas su garantija, bet turi būti gerai suprantamas tokiai sėkmei [51]. Taip pat atlikti tyrimai dėl galimų papildomų išlaidų, mažai energijos naudojančių pastatų dizainui: tokios išlaidos gali būti kintamos, tačiau jas galima plačiai identifikuoti ir apskaičiuoti, kai susieji su tam tikra technologija ar technika. Tokios žinios leidžia sumažinti analizės sąnaudas ir padaryti pasirinkimus: pvz, viename neseniai atliktame tyrime pasyvaus namo modifikacijos kaina svyravo 4% -16% diapazone [52]. Tačiau tas pats tyrimas Švedijoje vadinamas „sandorių išlaidomis“ buvo laikomas didesniu barjeru, nes yra mažiau nuspėjamas ir gali pridėti papildomus 20% investicinių sąnaudų. Šios sandorių išlaidos atsiranda: ieškant techninės informacijos ir tinkamų tiekėjų. Šios išlaidos atsiranda dėl to, kad pasyvių namų paklausa yra daug mažesnė ir jie rinkoje mažiau statomi.

Tyrėjai bandė modeliuoti žaliųjų pastatų investicijų sprendimų priėmimų procesus [53], ieškoti kaip sumažinti neatitikimą ir tokiu būdu sumažinti išlaidas. Per šį procesą buvo nustatytos keturios bėdos. Mokslininkai bandė išspręsti bėdą dėl komunikavimo tarp projektuotojų, statytojų ir klientų: žalių pastatų plėtros nauda nuvertinama visuomenėje, kūrėjams buvo daug sunkumų, rizikinga ir neaišku, žalieji pastatai lėmė didesnes sandorių išlaidas, vyriausybė galėjo skatinti žaliųjų pastatų plėtros procesą ir todėl tikėtina investicijų pabaiga, būtų geresni informacijos srantai ir sąmoningumas, su kitų pasikeitimais, tikėtina kad padidės žalių pastatų paklausa.

Šiuo metu reikšmingą pokytį patiria statybos sektorius yra plėtojamas pastatų informacinis modeliavimas (BIM). Tai gali sumažinti statybos išlaidas, taip pat suteikia daugiau patikimumo ir efektyvumo projektavime ir statybos procese ir palengvina bendravimą tarp užsakovo ir rangovo. Kai kurie mokslininkai nustatė poreikį susieti BIM ir mažai energijos vartojančių pastatų projektavimo įrangą [54] ir išbandyti supaprastintą statybos projektavimo geometriją, kuri buvo naudojama kartu su pasyvaus namo planavimo paketu.

Šiluminių tiltelių konstrukcija pažangiuose ventiliuojamuose fasaduose, susijusi su pasyvaus namo efektyvumu ir aukštu energetiniu naudingumu, tačiau vienos tyrėjų komandos tai buvo laikoma per detaliu modeliavimu [55]. Tai rodo, kad gali įvykti šilumos mainų esminis pagerėjimas, ir kad konstrukcijų žinios gali padidinti šilumos mainų supratimą ir tikslumą prognozėse. Kitame

straipsnyje buvo susirūpinta dėl šilumos mainų languose (ir sankirtose langų su sienomis) karštame drėgname klimate [56], pristatyta analizė buvo labai konkretizuota į gyventojų komfortą ir parodytas rūpestis į komforto didinimą mažai energijos vartojančio pastato pasirinkime. Pasyvaus namo atsiradimai karštame klimate rasti Arabijos įlankos regione buvo ištirti mokslininkų, naudojant kombinuotas simuliacines technikas ir ateities klimato prognozės derinius [57]. Rezultatai rodo, kad pasyvaus namo standartas duoda mažesnius šaldymo kaštus ir Šneiderio komforto grafikai gali būti naudojami kaip analizinis tokio klimato metodas ir tada būtų įrodoma nauda.

Svarbūs visų tyrimų rezultatai tinkami visais aspektais pasyvių namų modeliavime arba prognozuojami rezultatai gali būti pritaikomi praktikoje. Kuklios apimties apklausos apie pasyvius namus buvo atliekamos [58] ir padaryti mokslinių tyrimų apibendrinimai. Anksčiau nustatyta, kad pasyvaus namo standartas buvo tvirtas ir davė prognozuotą sutaupymą. Tyrimai taip pat parodė, kad kai kurie pasyvių namų butai eksponuoja daugiau ribinių dydžių [59] ir kad kai kuriuose paskelbtuose šaltiniuose trūksta informacijos apie efektyvumą. Tyrime analizuojami penki butai Škotijoje ir nurodomos problemos: patalpų oro kokybė, komfortas, gyventojų sveikata. Ypač didelė problema buvo nustatyta dėl potencialaus disbalanso vėdinimo sistemoje.

Pasyvių namų projektavimas dabar tampa vis labiau paplitęs ir kitose pasaulio šalyse (Kataras), o taip pat didžiausios populiacijos šalyje: Kinijoje. Tačiau tyrime [60] nurodomas kitoks susitelkimas į technologijas – saulės energijos naudojimas labiau kaimo vietovėje, ne miesto. Nors remiant mažai energijos naudojančio pastato projektavimą, tyrimas neprisidėjo prie konkrečios pažangos susijusios su pasyvių namų arba mažai energijos vartojančių pastatų gyventojais, nebuvo nurodytas potencialas surenkamosios statybos. Platesnė įrenginių apžvalga, kurie naudojami mažai energijos naudojančių pastatų projektavime buvo aprašyta apžvalgoje [61]. Laboratoriniai tyrimai atliekami suteikiant galimybes ištirti ateities tendencijas įskaitant autonominių pastatų ir pasyvių namų standarto būstuose.

Iš tokios supaprastintos analizės aišku, kad dėl įvairių aplinkybių, mažas energijos naudojimas pastatuose nėra svarstomas taip plačiai kaip turėtų būti. Iš daugumos apžvalgų nurodytų aukščiau galima spręsti, kad pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų plėtra buvo taikoma praktiškai įgyvendinta, o ne teorine analize ar socialiniu susirūpinimu, politika ar ekonomikos problemomis. Ši praktika pagrįsta pasyvių namų projektavimo dėmesiu ir kad mažai energijos naudojančios pastatai būtų taip pat populiarinami kaip pasyvūs namai. Mažai energijos naudojančių pastatų projektavimo supratimo ir vykdymo optimizavime reikalingi papildomi tyrimai. Mokslinių tyrimų apžvalga apie mažai energijos naudojančius pastatus ir pokyčius įvykusius standartuose, pagrindiniai argumentai buvo:



- mažai energijos naudojančių pastatų projektavimo privalumai yra dažnai didesni nei paprastas energijos sąnaudų sumažinimas ir pasiekama geresnė kokybė ir dizainas suteikia stabilesnes aplinkos sąlygas ir komfortą;
- statybos išlaidos, įskaitant tas, kurios susijusios su prastais informacijos šaltiniais ir sąmoningumo trūkumu, kas sumažina patrauklumą klientams;
- didelis privalumas yra naudoti sertifikuotus ir apibrėžtus standartus, puikus skatinimas mažai energijos naudojančių pastatų projektavime yra pasyvūs namai, šis produktas yra gerai ištirtas ir aukštos kokybės, su energijos naudojimo garantijomis;
- reglamentai ir teisės aktai susiję su energijos vartojimu pastatuose Lietuvoje pasikeitė, tai paskatino ES direktyvos, kurios įpareigoja šalis mažinti energijos vartojimą.

Siekiant pagerinti mažai energijos naudojančių pastatų projektavimą būtina turėti daugiau žinių projektavime, žinoti kokios problemos, santykiai ir kitos aplinkybės tarp projektuotojų ir statytojų. Iš to galima nuspręsti būsimus mokslinių tyrimų poreikius ir metodus, kurie ateityje gali skatinti mažai energijos vartojančių pastatų dizainą atsižvelgiant į galimas galimybes ir kliūtis. Mokslininkai Norvegijoje [62], kurie nagrinėjo energijos vartojimą ir pasyvius namus taip pat svarstė, kad architektūros vaidmuo (ir dizainerių įtaka) gali būti padidinta, siekiant užtikrinti geresnę galutinio vartojimo kontrolę ir gebėjimą prisitaikyti, taip pat reikalingas tinkamas informacijos perdavimas.

### **1.3.TYRIMO METODIKA**

Pagal išnagrinėtą literatūrą buvo atliekama įmonių apklausa. Anketa sudaryta iš 10 klausimų, apklausiamos buvo 4 tipų įmonės: projektavimo, statybos, eksploatavimo ir ekspertikos.

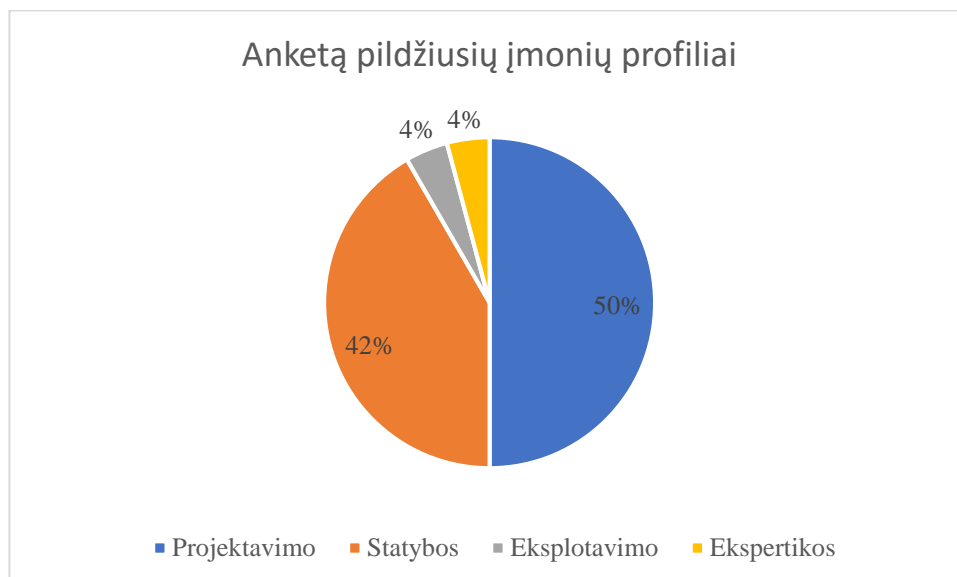
Anketos uždaviniai:

1. Išsigryninti statybos dalyvį.
2. Sužinoti apklausiamojo suvokimą apie pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų koncepcijas.
3. Sužinoti profesines problemas esančias pasyvių ir mažai energijos naudojančių pastatų statyboje.
4. Įvertinti faktorius, kurie turi įtakos pasyvių ir mažai energijos naudojančių namų politikai.
5. Įvertinti pasiūlymus.

## 1.4. TYRIMO REZULTATAI IR ANALIZĖ

### 1.4.1. Įmonės profilio nustatymas

Iš viso anketas užpildė 24 įmonės. Didžiąją dalį užpildžiusių (50%) buvo projektavimo įmonės. 41,7 % statybinio profilio įmonės, po 4,2 % eksploatavimo ir ekspertikos įmonės.



Grafikas 1. Įmonės profiliai

### 1.4.2. Statybos techninių reglamentų įgyvendinimas

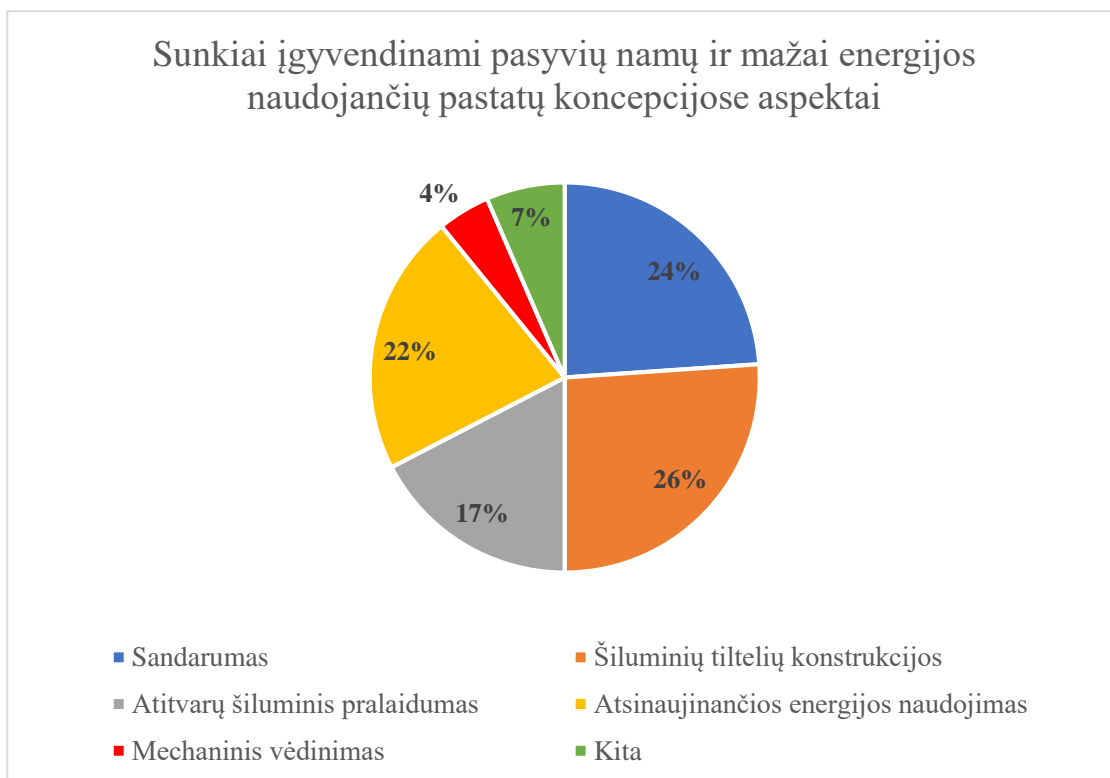
#### Bendrai visų profilių įmonės

Lentelė 1. Techninių reglamentų įgyvendinimas

	Taip	Ne
Projektuojant pastatus	15 (62,5%)	9 (37,5%)
Statant pastatus	23 (95,8%)	1 (4,2%)
Eksploatuojant pastatus	15 (62,5%)	9 (37,5%)
	Taip	Ne
Projektuojant pastatus	12 (100%)	0
Statant pastatus	11 (91,7%)	1 (8,3%)
Eksploatuojant pastatus	11 (91,7%)	1 (8,3%)
	Taip	Ne
Projektuojant pastatus	3 (30%)	7 (70%)
Statant pastatus	10 (100%)	0
Eksploatuojant pastatus	3 (30%)	7 (70%)
	Taip	Ne
Projektuojant pastatus	0	1
Statant pastatus	1	0
Eksploatuojant pastatus	0	1

	Taip	Ne
Projektuojant pastatus	0	1
Statant pastatus	1	0
Eksplotuojant pastatus	1	0

### 1.4.3. Pasyvių namų koncepcijų įgyvendinimas



Grafikas 2. Koncepcijų įgyvendinimo sunkumai

### 1.4.4. Vyraujančios problemos standartų nuostatuose

Į šį klausimą atsakė tik 4 įmonės. Šios įmonės įvardijo tokias problemas:

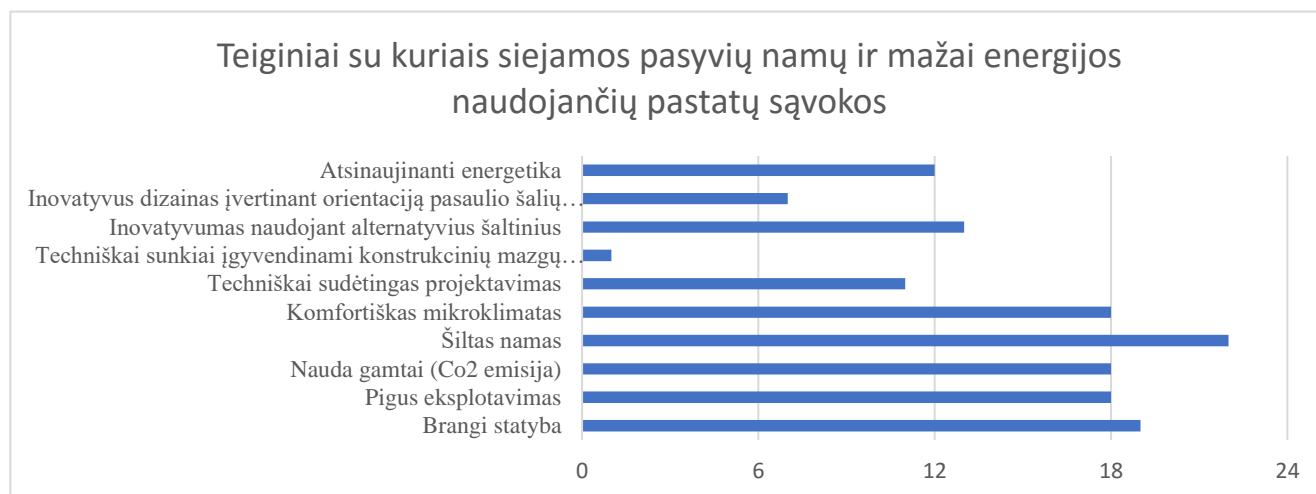
- Pasyvaus namo standartas nesusietas su jokia šalimi ir reikalavimai yra vienodi, nesvarbu kokioje klimato juostoje yra projektuojamas pastatas, todėl atšiauresniame klimate reikalingos ženkliai didesnės investicijos pastatyti pasyviam namui.
- Reikia dar kompleksiškesnio požiūrio į tokio tipo pastatus, nes dabar visas dėmesys nukreiptas į energines sąnaudas, o pamirštami kiti svarbūs esminiai reikalavimai: garso izoliacija ar gaisrinė sauga
- Tiltelių skaičiavimo metodika EU normose ir Pasyvių namų skaičiavimuose. U  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  yra per prastas reikalavimas langams. Taip pat pastato sandarumas  $n_{50} = 1,0$  yra per prastas A klasės pastatams.

### 1.4.5. Įvardytų problemų sprendimai, alternatyvos

Į šį klausimą atsakė tik 3 įmonės. Šios įmonės įvardijo tokius pasiūlymus:

- Reikalingi skirtingi reikalavimai, kurie turėtų priklausyti nuo klimatinių sąlygų.
- Griežtinti A klasės reikalavimus, ar bent nenukelti A+ klasės įsigalėjimo datos. Jei tik įmanoma, suvienodinti/priartinti patikros saugiklius A, A+, A++ pastatams kaip tai yra pasyvių namų standarte.

### 1.4.6. Pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų sąvokų sąsaja



Grafikas 3. Sąvokų sąsaja su pasyvių namu ir mažai energijos naudojančių sąvokų koncepcijomis

### 1.4.7. Žinių apie pasyvių namų standartų įgyvendinimą suteikimas

100% - visos įmonės norėtų išklaudyti seminarą apie pasyvius namus

### 1.4.8. Pasyvių namų perspektyva Lietuvoje.

Iš visų apklaustų įmonių 66,7% arba 16 įmonių teigia, kad - daugės, o 8 likusios įmonės arba 33,3% teigia, kad nesikeis. Niekas nemanė, kad mažės.

Lentelė 2. Pasyvių namų perspektyva

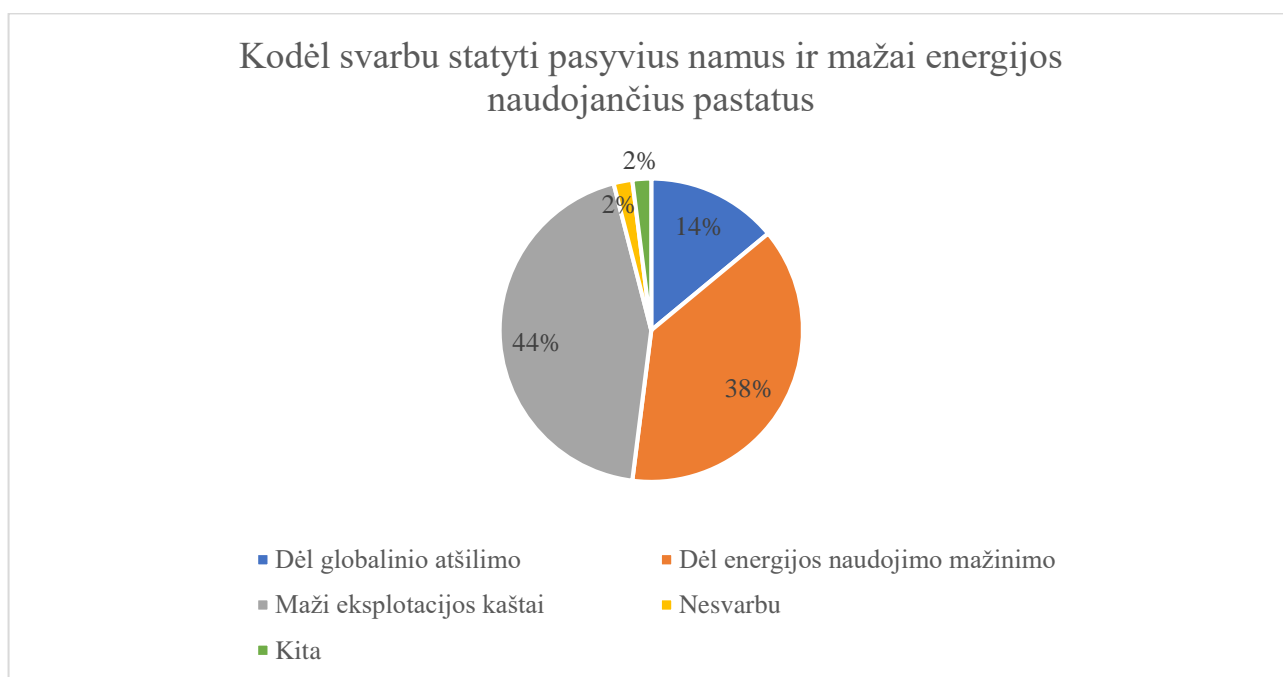
	Daugės	Nesikeis
Projektavimo	7	5
Statybos	8	2
Eksploatavimo	0	1
Ekspertikos	1	0

#### 1.4.9. Pasyvūs namų ir mažai energijos naudojančių pastatų populiarumas.

Lentelė 3. Pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų populiarumas

Prastos žinios apie koncepcijas	19
Didelė kaina	4
Sunkus įgyvendinimas	0
Reikalavimai neatitinka realybės	5
Svarbus vizualinis vaizdas, o ne inžineriniai sprendimai	8
Kita	2

#### 1.4.10. Pasyvius namų ir mažai energijos naudojančius pastatų svarba



Grafikas 4. Sąvokų svarba

Atliekant anketos rezultatų analizę su SPSS 20 programa, pastebėjau tokią koreliaciją  $r=0,8$  (kuo arčiau 1 tuo geriau) ( $p<0,05$ ) (tarp lengvumo įgyvendinti reikalavimus projektuojant pastatus ir eksploatuojant pastatus). Tai reiškia, kad toms įmonėms kurioms lengva įgyvendinti reikalavimus projektuojant pastatus, lengva įgyvendinti reikalavimus ir eksploatuojant pastatus ir atvirkščiai jei sunku įgyvendinti reikalavimus projektuojant pastatus bus sunku įgyvendinti reikalavimus ir eksploatuojant pastatus.

## 2.PROJEKTINĖ DALIS

### 2.1.Aiškinamasis raštas

Baigiamojo darbo objektas, kuriam projektuojamos mikroklimato sistemos – Telšių rajone esantis 2 aukštų gyvenamasis namas. Šiame pastate yra 17 patalpų, bendras gyvenamasis plotas 185,41m<sup>2</sup>. Pastato pagrindinis fasadas orientuotas į pietus. Pastato nulinė altitudė – grindys ant grunto. Pastato stogas plokščias.

Skaičiuojami šilumos nuostoliai per atitvaras, per ilginius šiluminius tiltelius, nuostoliai dėl vėdinimo ir infiltracijos. Nuostoliai skaičiuojami pagal STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“. Savitieji šilumos nuostoliai per pastato atitvaras 71,92W/K, per ilginius šiluminius tiltelius 11,86W/K, dėl vėdinimo ir infiltracijos 0,3W/K. Lyginamoji šiluminė charakteristika - 19,98W/m<sup>2</sup>.

Randamos patalpų šiluminės galios. Patalpoms reikalingas šilumos kiekis reikalingas padengti nuostolius yra – 3,708kW. Projektuojamas grindinis šildymas visame gyvenamajame name, su dviem kolektoriais, vienas 1-ame aukšte, kitas 2-ame aukšte. Vamzdynai atsparūs šilumnešio temperatūrai ir slėgiui. Vamzdžiai projektuojame PEX. Skersmenys nustatomi pagal šilumnešio kiekį ir pagal šildymo sistemos charakteristikas. Suskaičiavus visų patalpų šilumos srautus ir parinkus atitinkamus parametrus: tiekama bei grįžtama temperatūra 35°C ir 25 °C, o maksimali grindų temperatūra – ne daugiau 29 °C, tarpai tarp vamzdžių 200mm, vamzdžių diametras – 20mm, programa parinko 15 šildymo kontūrus, o paskaičiuota bendra projektinė šildymo sistemos galia (su reikalinga galios atsarga, dėl temperatūros žeminimo 3 °C) – 4,19kW. Slėgio nuostoliai kiekvienam kontūre ne didesni nei 20kPa.

Pastatui yra projektuojama techninė patalpa su šilumos siurbliu gruntas-vanduo. Pasirenkamas gruntinis šiluminis siurblys su horizontaliais zondais. Bendras vamzdžių ilgis 399,6m. Priimamas minimalus atstumas tarp vamzdžių – 1m ir vamzdžiai klojami – 1,5m gylyje. Vienas kontūras 20x20m. Šilumos siurblio projektinė šiluminė galia 7,64 kW. Taip pat parenkama akumuliacinė talpa 800l.

Pastate yra projektuojama mechaninio vėdinimo sistema Gyvenamosiose patalpose vėdinimas vyksta visą parą, jose veikia. Į patalpas tiekiamas oro kiekis 230m<sup>3</sup>/h. Šalinamas oro kiekis 230m<sup>3</sup>/h, iš šalinamo oro šiluma atgaunama „Domekt R 400 V“ vėdinimo agregato pagalba. Gyvenamosios patalpos yra Dg nepavojingo gaisringumo klasės, todėl joms projektuojama vėdinimo sistema su rotaciniu šilumokaičiu, šalinamas oras gali maišytis su tiekiamu oru. Oras į patalpą tiekiamas ir ištraukiamas per lubose esančius difuzorius. Visi ortakiai vedžiojame patalpų lubose,

tiekiamas oras pasiurbiamas per groteles esančias sienoje, oras šalinamas per groteles esančias ant stogo. Vėdinimo agregatas stovi techninėje patalpoje. Visi tiekimo ortakiai bei visi ortakiai esantys šachtoje ir lauke izoliuojami šilumine izoliacija, lauke esantys izoliuoti ortakiai apskardinami.

Garažo patalpoje yra projektuojama atskira natūralaus vėdinimo sistema. Oro pritekėjimas bus vykdomas per garažo vartus, šalinamas oro kiekis 125 m<sup>3</sup>/h. Oras iš patalpos šalinamas per sienoje esančią natūralaus vėdinimo šachtą.

## **2.2. Teisiniai dokumentai. Reikalavimai pastatų energiniam naudingumui**

Statomi pastatai turi būti suprojektuoti ir pastatyti iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų šiuos esminius statinio reikalavimus:

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

Statomų pastatų, kuriems prašymas išduoti leidimą statyti naują statinį ar rašytinį įgalioto valstybės tarnautojo pritarimą statinio projektui pateiktas po 2016 m. lapkričio 1 d., kai statybą leidžiantys dokumentai neprivalomi, – statybos darbai pradėti po 2016 m. lapkričio 1 d., energinio naudingumo klasė turi būti ne žemesnė kaip A. Pagal „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ [14] rekuperatoriaus naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis už 0,65, o rekuperatoriaus ventiliatorių naudojamas elektros energijos kiekis neturi viršyti 0,75 Wh/m<sup>3</sup>.

Energijos vartojimo efektyvumo rodiklių  $C_1$  ir  $C_2$  vertės turi atitikti šiuos reikalavimus  $0,375 \leq C_1 \leq 0,5$  ir  $C_2 \leq 0,85$ ;

### **2.2.1. Projektinės vidaus patalpų ir lauko sąlygos**

Remiantis HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ [63] parinkti patalpų mikroklimato parametrai.

Pagal STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ [14] nurodoma, kad projektinė lauko (išorės) oro temperatūra nustatoma pagal pastato masyvumą iš reglamento 13.1 lentelės. O pastato masyvumas gali būti nustatytas pagal reglamento 2.37 lentelę.

Remiantis STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ [14] atsižvelgiant į pastato masyvumą parinkta projektinė lauko oro temperatūra, parinktos pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų vertės, ilginių šiluminių tiltelių vertės bei apskaičiuota reikalinga šilumos šaltinio galia.

### **2.2.2. Oro kiekiai vėdinimui**

Pastate turi būti suprojektuotos ir įrengtos tokios mikroklimato bei oro kokybės parametrus palaikančios ir reguliuojančios šildymo, vėdinimo sistemos, kad normaliai eksploatuojant patalpas normaliomis lauko sąlygomis visose to pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją būtų galima palaikyti norminius mikroklimato bei oro kokybės parametrus. Šios sistemos, būdamos pastato dalimi Oro kiekiai patalpų vėdinimui gyvenamosios paskirties pastatui parinkti pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ [64] 11 priede pateiktas rekomendacijas.

### **2.2.3. Šilumos nuostolių skaičiavimas**

2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ [14] pastatų šilumos nuostolius sudaro:

1. Šilumos nuostoliai per atitvaras (sienas, grindis, stogą, langus, duris ir kt.);
2. Šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius (sienų ir langų sandūros, stogo ir sienos sandūros ir kt.);
3. Šilumos nuostoliai dėl vėdinimo (infiltracija, natūralaus vėdinimo sistemos, mechaninio vėdinimo sistemos, išorinių durų varstymas).

Atitvarų bei ilginių šiluminių tiltelių vertės parinktos pagal 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ [14] 4 ir 7 lenteles.



## 2.3.Pastato. Bendrieji duomenys

### 2.3.1.Pastato architektūriniai sprendiniai

Pastatas projektuojamas Telšių rajone. Projektinė išorės temperatūra  $-24^{\circ}\text{C}$ . Pastato šildymo sezono trukmė 225 dienos.

Projektuojamas dviejų aukštų gyvenamasis namas, kurio plotas  $185,41\text{m}^2$ .

Pastato oro apykaitos rodiklio  $n_{50}$  vertė –  $0,6\text{ h}^{-1}$ .

### Pastato konstrukciniai sprendiniai

#### Pamatai

Pamatai – poliniai kuriuos tarpusavyje sujungia rostverkas. Rostverkas apšiltintas iš apačios ir šonų  $150\text{mm}$  storio poliuretano putplasčiu.

#### Sienos

Išorinės lauko sienos susideda iš „Super King block“. Blokelių skerspjūvį sudaro  $25\text{cm}$  išorinio,  $5\text{cm}$  vidinė sienelė ir  $15\text{cm}$  betonas centre. Šiluminė varža (neoporas)  $10\text{m}^2\text{K/W}$ . Elementas turi  $6,5\text{ cm}$  putų polistireno ryšius kas  $25\text{ cm}$  jungiančius vidinę ir išorinę sieneles, turi pjovimo žymas kas  $5\text{cm}$ .

#### Pertvaros

Silikatinių plytų mūras ir betono blokelių mūras.

#### Stogas

Stogas – plokščias. Jį sudaro g/b denginio plokštės, nuolydį formuojantis sluoksnis EPS putplastis, armuotas betono sluoksnis, garo izoliacija, ruloninė hidroizoliacija. Stogo apšiltinimui naudojamas EPS polistireninis putplastis, taip pat kieta akmens vata. Varža  $12,5\text{ m}^2\text{K/W}$ .

#### Langai

Megrame „Gealan-kubus“ - plastikiniai langai, 6 kamerų,  $100\text{ mm}$  pločio profilis su IKD putomis ir 3 stiklą  $48\text{ mm}$  šilumą taupantis stiklo paketas su naujos kartos termo rėmeliu. Langu šilumos laidumo koeficientas  $U=0,68\text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### Durys

Durys šarvuotos „Termus“. Šalto valcavimo plieno lakštas, du sluoksniai akmens vatos, sutankintas putų polisterolas, atspari drėgmei vidinė varčios apdailinė plokštė, sandarinimo tarpinė pagal visą staktos perimetrą.  $U=0,65\text{ W/m}^2\text{K}$ .

lentelė 4. Šiluminių tiltelių koeficientai

Atitvara	$\Psi_N, \text{W/mK}$
1	2
Pamatų sankirta su siena	0
Aplink langų angas sienose	0.05
Išorinių durų angokraščiai	0.05
Sienų ir stogo	0
Vidinis kampas	0
Išorinis kampas	0
Langų angokraščiai	0.05

## 2.4. Šildymo sistema

### 2.4.1. Šildymo sistemos aprašas

Pagal [14] pastato masyvumas pagal vidinę šiluminę talpą – 64923900 J/K (labai masyvus pastatas). Projektinė išorės oro temperatūra  $\theta_{e,ds}$  pastato šildymo sistemos šilumos šaltinio galiai skaičiuoti -24 °C.

Pastato projektiniai šilumos nuostoliai 3,708 kW. Lyginamoji šiluminė charakteristika – 19,98 W/m<sup>2</sup>. Šildymo sezono šilumos poreikis projektiniams šilumos nuostoliams padengti – 8457 kWh. Karštas vanduo ruošiamas techninėje patalpoje. Šildymo šaltinis – šilumos siurblys, kurio projektinė galia 7,64 kW.

Gyvenamajame name yra projektuojamas dvivamzdis kolektorinis grindinis šildymas. Šildymas yra vykdomas visą parą, su temperatūriniu pažeminimu 3 °C darbo valandomis: 8:00 iki 17:00val. Bendra šildymo galia 3708W. Išviso yra 15 grindinio šildymo kontūrų, kurie pajungti į 2 kolektorius atitinkamai po 7 ir 8 atšakas. Patalpose palaikoma temperatūra 18-22 °C.

Projektinės šilumnešio cirkuliuojančio šildymo sistemoje temperatūros: grindinio šildymo sistemai – 35/25 ° C. Karšto vandens ruošimui numatyta šilumnešį ruošia saulės kolektoriai ir šilumos siurblys. Pagrindiniai šildymo sistemos magistraliniai vamzdynai nuo šilumos šaltinio, pravedami pirmo aukšto grindų konstrukcijoje (daugiasluoksnis vamzdis), stovu pakyla į antrą aukštą. Stovas montuojamas statybinėse konstrukcijose numatytoje ertmėse. Montuojami 2 paskirstomieji kolektoriai. Po vieną kolektorių kiekviename aukšte įleidžiant į sienos konstrukciją. Kolektoriuose yra numatyta srauto atjungimo ir reguliavimo armatūra, oro ir vandens išleidimas. Kiekvieną grindų žiedą reguliuos elektroterminės pavaros ant reguliuojamo kolektoriaus, kurias

valdys kiekvienos patalpos elektroniniai termostatai. Nuo kolektorių šilumnešis paskirstomas daugiasluoksniais PEX vamzdžiais, klojamais grindų konstrukcijoje. Vamzdynų ir armatūros išdėstymas pateikiamas brėžiniuose. Patalpų galios pateikiamos lentelėje.

*lentelė 5. Patalpų šildymo galios*

Patalpos numeris	Patalpos pavadinimas	Projektinė temperatūra, °C	Šildymo galia, W
1	2	3	4
101	Garažas	18	505
102	Katilinė	18	291
103	Tambūras	18	120
104	Holas	18	49
105	WC	21	8
106	Svetainė	21	422
107	Virtuvė	21	156
108	Darbo kambarys	21	226
109	Sandėliukas	18	3
201	Holas	18	62
202	Drabužinė	18	127
203	Miegamasis	21	477
204	Vonios kambarys	21	186
205	Vaiko kambarys	21	195
206	Vaiko kambarys	21	383
207	Vonios kambarys	21	118
208	Vaiko kambarys	21	380

#### **2.4.2. Grindinis šildymas**

Gyvenamajam namui yra projektuojamas grindinis šildymas. Sistema reikiamų parametų šilumnešį gaus iš šilumos siurblio. Šiai sistemai parenkama šlapio betono grindinio šildymo konstrukcija. Grindinio šildymo sistema projektuojama su „Danfoss“ firmos „Floor Heating QuickPlanner“ programa. Pirmiausia paskaičiuojami šilumos srautai kiekvienoje patalpoje, pagal kuriuos paskaičiuojami: kontūrų skaičius, vamzdžių ilgis, šilumnešio debitas ir slėgio nuostoliai kiekviename kontūre. Lentelėje pateikiami kiekvienos patalpos šildymo galios ir šilumos srautai.

lentelė 6. Grindinio šildymo gaktos

Patalpa	$q_{IH}$ , °C	$P_{\xi}$ , W	$q_0$ , W/m <sup>2</sup>
1	2	3	4
101	18	505	22
102	18	291	21
103	18	120	33
104	18	49	5
105	22	8	3
106	21	422	22
107	21	156	14
108	21	226	20
109	18	3	3
201	18	62	7
202	18	127	13
203	21	477	39
204	22	186	22
205	21	195	14
206	21	383	26
207	22	118	19
208	21	380	26

Suskaičiavus visų patalpų šilumos srautus ir parinkus atitinkamus parametrus : tiekama bei grįžtama temperatūra 35°C ir 25 °C, o maksimali grindų temperatūra – ne daugiau 29 °C, tarpai tarp vamzdžių 200mm, vamzdžių diametras – 20mm, programa parinko 15 šildymo kontūrus, o paskaičiuota bendra sistemos galia – 4,19kW. Slėgio nuostoliai kiekvienam kontūre ne didesni nei 20kPa. „Danfoss“ firmos „Floor Heating QuickPlanner“ programos skaičiavimo rezultatų lentelė pateikta Priede 4.

### 2.4.3.Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Hidraulinis skaičiavimas atliekamas parinkus kolektorius pagal kontūrų skaičių ir reikiamą šilumnešio kiekį. Aksonometrinė šildymo sistemos schemoje nustatomi vamzdyno hidrauliniai nuostoliai. Skaičiavimai atliekami šildymo sistemos nepatogiausiam ruožui, tolimiausiam ruožui. Šildymo sistemą sudaro du kolektoriai kuriuose yra atitinkamai 7 ir 8 žiedai. Magistraliniai vamzdžiai izoliuojami akmens vatos kevalais. Vamzdžių diametrai parenkami pagal reikiamą šilumnešio debitą. Apskaičiavus slėgio nuostolius dėl vietinių kliūčių ir vamzdyno trinties buvo 19,15 kPa. Lentelė pateikiama priede.

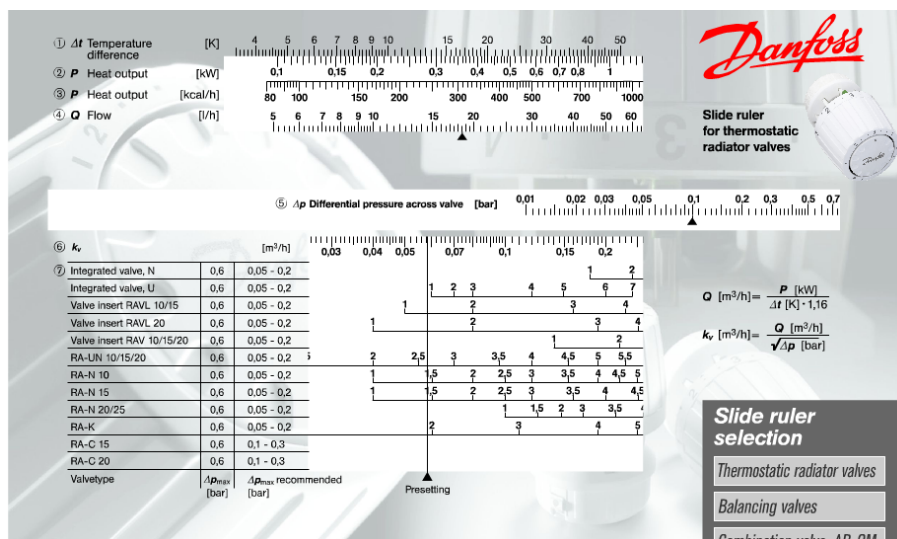
### 2.4.4.Vamzdynų parinkimas

Vamzdžiai parenkami su Hyselect programa. Su ta pačia programa yra randami ir hidrauliniai vamzdžių nuostoliai. Vamzdynų tipas pasirenkamas PEX. Įvedami tokie duomenys kaip: tiekimo ir grįžtamo vandens temperatūra, tankis ir debitas. Taip randami nuostoliai esantys

vamzdynuose, pratekėjimo greičiai ir reikiami diametrai. Vamzdynų kiekiai surašomi medžiagų žiniaraštyje.

### 2.4.5. Termostatinių ventilių parinkimas

Grindinio šildymo kontūrams parenkami termostatiniai ventiliai Danfoss firmos logaritminės liniuotės pagalba.



Pav. 1. Termostatinio ventilio parinkimo logaritminė liniuotė.

Toliausiai atšakai ventilis parenkamas nustatius slėgio nuostolius 0,1bar. Pagal slėgį, temperatūros perkirtį bei ruožu tekantį debitą parenkami ventiliai RA-N 10, pastatyti į 1,5 padėtį. Pagal  $k_v$  reikšmę paskaičiuojami tikslesnė slėgio nuostoliai  $\Delta p_{TV} = 1034$  Pa. Tokiu pat principu parenkami ir kitų atšakų ventiliai.

### 2.4.6. Išsiplėtimo indo parinkimas

Projektuojamai šildymo sistemai plėtimosi indas buvo parinktas naudojantis IMI Hydronics firmos programa Select – P. Žinant šildymo galią, akumuliacinė talpos ir sistemos vamzdžių tūrius bei statinį slėgio aukštį, programa parenka reikiamos talpos plėtimosi indą: 8L Statico SD 8.3.

### 2.4.7. Cirkuliacinis siurblys

Su Willo select 4 programa parenkamas cirkuliacinis siurblys. Pagal reikiamą debitą. Cirkuliacinis siurblys parenkamas šlapiojo rotoriaus ypač našus siurblys „Premium“ Stratos 32/1-12 PN 6/10. Techniniai duomenys pateikiami Priede 8.

## 2.4.8. Šildymo sistemų medžiagų žiniaraštis

lentelė 7. Šildymo sistemos medžiagų ir darbų žiniaraštis

Nr.	Pavadinimas	Papildomi duomenys	Mato vnt.	Kiekis
1	2	3	4	5
1	Šilumos siurblys gruntas-vanduo 7,64kW; 55-35 °C; COP-4,2; A++ energetinio efektyvumo klasės, Integruotas momentinis vandens šildytuvas 3/6/9 kW.su 170l talpos karšto vandens talpa. Masė 250kg.			
2	Rutulinis ventilis 1 ¼		Vnt.	2
3	-,,- 1“		Vnt.	4
4	-,,- ¾“		Vnt.	4
5	Elektrinis rankšluosčių džiovintuvas, 100W		Vnt.	3
6	Grindų šildymų PEX vamzdžiai, daugiasluoksnis Ø20x2.0	DN 20	m	907,85
7	PEX vamzdžiai	DN 20	m	28,40
8	PEX vamzdžiai	DN 16	m	14,30
9	Fasoninės dalys		vnt.	10
10	Termostatiniai ventiliai	RA-N 20	vnt	18
11	Automatiniai balansiniai ventiliai	DN 20	vnt	4
12	Uždarymo ventiliai	DN20	vnt	18
13	Šildymo kolektorius 1“, 7 žiedų komplekte su integruotais reguliavimo ventiliais, laikikliais, aklėmis, nuorinimo ir išleidimo ventiliais	DN 20 7atšakos	vnt	1
14	Šildymo kolektorius 1“, 8 žiedų komplekte su integruotais reguliavimo ventiliais, laikikliais, aklėmis, nuorinimo ir išleidimo ventiliais	DN 20 8atšakos	vnt	1
15	Potinkinė kolektorinė spintelė 7-8 žiedams. 705(h)x690x80mm		Vnt.	2
16	Akumuliacinė talpa, cordvivari vc 800l		vnt	1
17	Cirkuliacinis siurblys	IP-E 20/115- 0,55/2-E1- SR	vnt	2
18	Plėtimosi indas	8L Statico SD	vnt	2
19	Grunto vamzdžiai		m	400
20	Automatinė nuorinimo sklendė	DN 16	Vnt.	4
21	Metaliniai laikikliai tvirtinimui		Kg.	45
22	Vamzdžių gruntavimas		m <sup>2</sup>	60
23	Šilumos siurblio montavimas ir pajungimas		Vnt.	1
24	Akumuliacinės talpos pajungimas ir montavimas		Vnt.	1
25	Kolektoriaus montavimas ir pajungimas		Vnt.	2
26	Grindinio šildymo sistemos montavimas ir reikalingų priedų montavimas		m <sup>2</sup>	183
27	Šildymo sistemos reguliavimas ir hidraulinis bandymas		Sist.	1
28	Saulės kolektoriai blue star-al 1.81		Vnt.	6

## 2.5.Vėdinimo sistema

### 2.5.1.Vėdinimo sistemų aprašas

Pastate yra projektuojamos dvi mechaninio vėdinimo sistemos: gyvenamosiose patalpose ir garažo patalpoje. Gyvenamosiose patalpose vėdinimas vyksta visą parą, jose veikia OTŠS1 su rotaciniu rekuperatoriumi. Į patalpas tiekiamas oro kiekis  $230\text{m}^3/\text{h}$ . Šalinamas oro kiekis  $230\text{m}^3/\text{h}$ , iš šalinamo oro šiluma atgaunama „Domekt R 400 V“ vėdinimo agregato pagalba. Gyvenamosios patalpos yra Dg nepavojingo gaisringumo klasės, todėl joms projektuojama vėdinimo sistema su rotaciniu šilumokaičiu, šalinamas oras gali maišytis su tiekiamu oru. Oras į patalpą tiekiamas ir ištraukiamas per lubose esančius difuzorius. Visi ortakiai vedžijami patalpų lubose, tiekiamas oras pasiurbiamas per groteles esančias sienoje, oras šalinamas per groteles esančias ant stogo. Vėdinimo agregatas stovi techninėje patalpoje. Visi tiekimo ortakiai bei visi ortakiai esantys šachtoje ir lauke izoliuojami šilumine izoliacija, lauke esantys izoliuoti ortakiai apskardinami.

Garažo patalpoje yra projektuojama atskira natūralaus vėdinimo sistema. Oro pritekėjimas bus vykdomas per garažo vartus, šalinamas oro kiekis  $125\text{ m}^3/\text{h}$ . Oras iš patalpos šalinamas per sienoje esančią natūralaus vėdinimo šachtą.

## 2.5.2. Projektinių oro kiekių skaičiavimas

Projektiniai oro kiekiai patalpų vėdinimui parinti pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ 11 priedą. Oro kiekių skaičiavimas pateikiamas lentelėje:

Lentelė 8. Patalpų oro kiekiai

Eil.	Pavadinimas	Patalpos plotas	Patalpos tūris	Norminis tiekiamo oro kiekis	Norminis šalinamo oro kiekis	Projektinė Oro kaita	Projektinis tiekiamo oro kiekis	Projektinis šalinamo oro kiekis	Pataisytas projektinis tiekiamo oro kiekis	Pataisytas projektinis šalinamo oro kiekis	Pataisyta Oro kaita
Nr.		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>	h <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	h <sup>-1</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
101	Garažas	23,06	62,26	5,4	5,4	2,0	125	125	125	125	2,0
102	Techninė patalpa	14,07	37,99			1,1	40	40	40	40	1,1
103	Tambūras	3,61	9,75			0,6	6	0			-
104	Holas	10,56	28,51			0,7	19	0			-
105	WC	2,71	7,32		43,2	5,9		43		45	6,2
106	Svetainė	19	51,30	1,37		0,5	26	26	60		1,2
107	Virtuvė	11,49	31,02		54	1,7	54	54		55	1,8
108	Darbo kambarys	11,45	30,92	1,37		0,5	16	0	40		1,3
109	Sandėliukas	1,1	2,97	1,30	1,3	0,5	1	1			-
201	Holas	8,46	22,84	1,80	1,8	0,7	15	15			-
202	Drabužinė	9,48	25,60	3,60	3,6	1,3	34	34			-
203	Miegamasis	12,22	32,99	1,37		0,5	17	0	20		0,6
204	Vonios kambarys	8,43	22,76		43,2	1,9	0	43		45	2,0
205	Vaiko kambarys	14,18	38,29	1,37		0,5	19	0	20		0,5
206	Vaiko kambarys	14,78	39,91	1,37		0,5	20	0	25		0,6
207	Vonios kambarys	6,15	16,61		43,2	2,6	0	43		45	2,7
208	Vaiko kambarys	14,66	39,58	1,37		0,5	20	0	25		0,6

Patalpos suskirstytos į dvi mechaninio oro tiekimo/šalinimo sistemas: OTŠS1 gyvenamosiose patalpose ir OTŠS2 garažo patalpoje. Projektuojamas atskira vėdinimo sistema garažui dėl susidarančių kenksmingų CO dujų nuo automobilio. Reikalingas tiekti oro kiekis iš patalpų 103 ir 104 pridedami prie patalpos 106. Taip pat dėl didesnio oro kiekio reikalingo šalinti orą iš WC ir virtuvės, kad gautųsi balansas oro kiekis pridedamas prie darbo kambario tiekiamo oro



kiekio. Į greta esančias patalpas oro pritekėjimai yra per duryse esančias groteles. Vėdinimo sistemos oro balansas buvo atliktas tinkamai, tai parodo lentelė.

### 2.5.3. Vėdinimo sistemų aerodinaminis skaičiavimas

Aerodinaminis skaičiavimas atliekamas abiem vėdinimo sistemoms OTŠS1 ir OŠS2 tiekiamo ir šalinamo oro tolimiausioms atšakoms. Skaičiavimai pradami nuo nepatogiausio taško. Pagal oro kiekį ir rekomenduojamus greičius ortakiuose parenkami ortakių skersmenys, nustatomi oro judėjimo greičiai ir trinties nuostoliai. Visi šie dydžiai randami priede. Aerodinaminė skaičiuotė buvo atlikta remiantis aksonometrine schema.

Buvo parinkti „Lindab“ firmos ortakiai, pagal kurių monogramas buvo randami slėgio nuostoliai juose. Fasoninės dalys taip pat buvo parinktos iš „Lindab“ firmos katalogų, iš katalogų parenkami vietinių kliūčių nuostoliai. Kadangi nesąryšis viršijo 15%, tai buvo parinkta Iris firmos diafragma.

### 2.5.4. Vėdinimo sistemų medžiagų žiniaraštis

Lentelė 9. Vėdinimo sistemų medžiagų žiniaraštis

Nr.	Pavadinimas	Žymuo	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
1	2	3	4	5	6
1	Oro tiekimo/šalinimo įrenginys Domekt R 400 V; vertikalus, el. šildytuvas, rotacinis šilumokaitis, filtrai M5, šiluminis naudingumas 87%, oro šildytuvo galia 13,8kW, oro kiekis 230m <sup>3</sup> /h	OTŠS1	Vnt.	1	
2	Triukšmo slopintuvas AGS-160-50-600-M	TS1	Vnt.	1	
3	Triukšmo slopintuvas-AGS-160-50-900-M	TS2	Vnt.	1	
4	Aprišimo mazgas PPU-HW-3R-15-0,4-W1	AM PPU	Vnt.	1	
5	Ugnies vožtuvas d125, E130 atsparumas ugniai	UV	Vnt.	4	
6	Apvalūs cinkuotos skardos ortakis su visomis fasoninėmis dalimis d125	OTP 125	m	9,80	
7	Apvalūs cinkuotos skardos ortakis su visomis fasoninėmis dalimis d100	OTP 100	m	17,77	

Lentelės 10 tęsinys. Vėdinimo sistemų medžiagų žiniaraštis

<b>Nr.</b>	<b>Pavadinimas</b>	<b>Žymuo</b>	<b>Mato vnt.</b>	<b>Kiekis</b>	<b>Pastabos</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
8	Apvalūs cinkuotos skardos ortakis su visomis fasoninėmis dalimis d80	OTP 80	m	21,20	
9	Apvalūs cinkuotos skardos ortakis su visomis fasoninėmis dalimis d125	OSP 125	m	12,50	
10	Apvalūs cinkuotos skardos ortakis su visomis fasoninėmis dalimis d100	OSP 100	m	22,34	
11	Apvalūs cinkuotos skardos ortakis su visomis fasoninėmis dalimis d80	OSP 80	m	16,04	
12	Akmens vatos izoliacija su aliuminio folijos danga		m <sup>2</sup>	32,6	
13	Difuzorius	OTS-100	vnt	3	
14	Difuzorius	OTS-80	vnt	6	
15	Difuzorius	OSD-100	vnt	3	
16	Difuzorius	OSD-80	vnt	4	
17	Lauko grotelės	LG 125	vnt	1	
18	Lauko grotelės	LG 100	vnt	1	
19	Stogelis	ST 125	vnt	1	
21	Oro reguliavimo ir matavimo sklendė	IRIS-100	vnt	6	
22	Oro reguliavimo ir matavimo sklendė	IRIS-80	vnt	10	
23	CO matavimo sensorius CJMCU-811		Vnt.	1	
24	Kanalinis ištraukimo ventiliatorius L=125m <sup>3</sup> /h, P=100Pa; 0,025kW; 0,11A		Vnt.	1	
25	Vėdinimo sistemos montavimo, išbandymo, derinimo ir paleidimo darbai		Sist.	1	

## 2.6.Saulės kolektorinės sistemos projektavimas

Pastatui projektuojama saulės kolektorių karšto vandens ruošimo sistema su šilumos siurbliu ir akumuliacine talpa. Vandens poreikis penkių asmenų šeimai 400l/par.

Reikalinga akumuliacinė talpa, kad būtų patenkintas reikalingas karšto vandens kiekis nutrūkus saulės spinduliuotei bent vieną dieną lygus:

$$2,0 \cdot 400 \text{ltr/parai} = 800 \text{l}$$

Energijos kiekis reikalingas karštam vandeniui ruošti per dieną:

$$Q = \frac{(c \cdot \rho \cdot V(t_{kv} - t_{šv}))}{1000}$$

Čia:

Q - energijos kiekis, kWh

c - savitoji vandens šiluminė talpa, 1,16Wh/kg•K

ρ - vandens tankis, 1000kg/m<sup>3</sup>

V - karšto vandens poreikis per parą, 0,4m<sup>3</sup>/parą

t<sub>kv</sub> – karšto vandens temperatūra, 52 °C

t<sub>šv</sub> – vidutinė šalto vandens temperatūra, 10 °C

$$Q = \frac{(1,16 \cdot 1000 \cdot 0,4(52-10))}{1000} = 19,488 \text{kWh/dieną}$$

Tai energijos poreikis per mėnesį:

$$19,488 \cdot 30 = 584 \text{kWh/mėn}$$

Papildomi energijos nuostoliai saulės kolektoriuose:

$$Q = \frac{Q_m + (k_1 \cdot Q_m)}{\eta}$$

Čia:

Q<sub>m</sub> – mėnesinis energijos poreikis

k<sub>1</sub> – sistemos šiluminiai nuostoliai, 15%

η – saulės sistemos kolektorių efektyvumas, 50%

Tai reikalingas pirminės energijos kiekis per mėnesį:

$$Q = \frac{584 + (0,15 \cdot 584)}{0,5} = 1343 \text{kWh}$$

Reikalingas saulės kolektorių plotas:

$$A_{kol} = \frac{M \cdot Q_s}{P}$$

Čia:

A<sub>kol</sub> – saulės kolektorių reikalingas plotas, m<sup>2</sup>

M – mėnesių skaičius, 12

P - saulės spinduliuotė per metus į saulės kolektorių efektyvų paviršių, kWh/m<sup>2</sup> (Telšiuose 1012kWh/m<sup>2</sup>).

$$A_{kol} = \frac{12 \cdot 1343}{1012} = 15,92 \text{m}^2$$

Kadangi norima per metus padengti 60% karšto vandens poreikio, tai:

$$A_{kol} = 15,92 \cdot 0,6 = 9,55 \text{m}^2$$

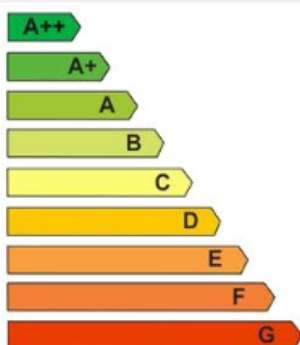
Tai pastatui parenkami 6 BLUE STAR-AL 1,81 saulės kolektoriai kurių naudingas paviršiaus plotas 1,64m<sup>2</sup>. Multifunkcinė talpa CORDIVARI VC 800l. Parinktos įrangos charakteristikos pateikiamos prieduose.

## **2.7.Pastato energinio naudingumo vertinimas**

Pastatas yra A energinio naudingumo klasės. Pastatas nepasiekia A++ energinio naudingumo klasės dėl savitųjų šilumos nuostolių. Didžiausi nuostoliai yra per pastato langus. Naudojant langus su geresne šilumine izoliacija galima pasiekti A++ klasę taip reikia panaudoti didesnius atsinaujinančios energijos resursus.

Pastato (jo dalies) unikalus pastato numeris : Adresas :  
 ... 36, LT-88405 Telšiai, Telšių r. sav.  
 Pastato (jo dalies) paskirtis : Gyvenamosios paskirties 1 ir 2 butų pastatai (namai)  
 Pastato (jo dalies) šildomas plotas (m²): 185,50  
 Viso pastato šildomas plotas (m²): 185,50

Pastatų (jų dalių) energinio naudingumo klasifikavimas į klases *	Nustatyta pastato (jo dalies) energinio naudingumo klasė:
---	---



**A**

\* A+++ klasė yra laikoma aukščiausia, ji nurodo energijos beveik nevaizduojantį pastatą, G klasė nurodo energiškai neefektyvų pastatą

**Skaičiuojamosios metinės rodiklių vertės vienam kvadratiniam metrui pastato (jo dalies) šildomo ploto:**

Neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m²×metai)):	40,74
Atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m²×metai)):	22,49
Metinių atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudų santykio su metinėmis neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudomis vertė (vnt.):	1,00
Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti (kWh/(m²×metai)):	4,63
Šiluminės energijos sąnaudos pastatui vėsinoti (kWh/(m²×metai)):	3,43
Šiluminės energijos sąnaudos karštam buitiniam vandeniui ruošti (kWh/(m²×metai)):	2,18
Suminės elektros energijos sąnaudos (kWh/(m²×metai)):	6,24
Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui (kWh/(m²×metai)):	0,90
<b>Pastato į aplinką išmetamas CO<sub>2</sub> kiekis (kgCO<sub>2</sub>/(m²×metai)):</b>	<b>8,71</b>

**Sertifikavimo eksperto pastabos:**

Sertifikato išdavimo data :	0001-01-01	Sertifikato galiojimo terminas:	0001-01-01
Sertifikatą išdavė ekspertas	_____ parašas	n/d	0000 atestato numeris

Eil. Nr.	Energijos sąnaudų apibūdinimas	Skaičiuojamosios energijos sąnaudos kvadratiname metre pastato šildomo ploto per metus, kWh/(m²×metai)
1	2	3
1.	Šilumos nuostoliai per pastato sienas	4,37
2.	Šilumos nuostoliai per pastato stogą	2,66
3.	Šilumos nuostoliai per pastato perdangas, kurios ribojasi su išore	0,00
4.	Šilumos nuostoliai per atitvaras, kurios ribojasi su gruntu:	
4.1.	- per grindis ant grunto	0,00
4.2.	- per horizontaliai pakraščiuose apšiltintas grindis ant grunto	0,00
4.3.	- per vertikaliai pakraščiuose apšiltintas grindis ant grunto	2,85
4.4.	- per vertikaliai ir horizontaliai pakraščiuose apšiltintas grindis ant grunto	0,00
4.5.	- per šildomo rūšio atitvaras, kurios ribojasi su gruntu	0,00
4.6.	- per grindis virš vėdinamųjų pogrindžių	0,00
4.7.	- per grindis virš nešildomųjų vėdinamųjų rūšių	0,00
5.	Šilumos nuostoliai per pastato langus, stogiangius, švieslangius ir kitas skaidrias atitvaras	10,05
6.	Šilumos nuostoliai per pastato išorinius ir vidinius duris, neįskaitant nuostolių dėl durų varstymo	2,94
7.	Šilumos nuostoliai per pastato liginius šiluminius tiltelius	2,33
8.	Šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo	3,27
9.	Šilumos nuostoliai dėl viršnorminės išorės oro infiltracijos	0,00
10.	Šilumos pritekėjimai iš išorės pastato (jo dalies) šildymo laikotarpiu	36,06
11.	Vidiniai šilumos išsiskyrimai pastato (jo dalies) šildymo laikotarpiu	18,78
12.	Šilumos nuostoliai, kuriuos pastato (jo dalies) šildymo laikotarpiu kompensuoja šilumos pritekėjimai iš išorės ir vidiniai šilumos išsiskyrimai	31,39
13.	Suminės elektros energijos sąnaudos pastate	6,24
14.	Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui	0,90
15.	Šiluminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti	2,18
16.	Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti	4,63
17.	Šiluminės energijos sąnaudos pastatui vėsinoti	3,43

Pav. 2. Pastato energinio naudingumo klasė

Pastato (jo dalies) unikalus pastato numeris: Adresas:  
 --- 36, LT-68405 Telšiai, Telšių r. sav.  
 Pastato (jo dalies) paskirtis: Gyvenamosios paskirties 1 ir 2 butų pastatai (namai)  
 Pastato (jo dalies) šildomas plotas (m<sup>2</sup>): 185,50  
 Viso pastato šildomas plotas (m<sup>2</sup>): 185,50

Pastato (jo dalies) energinio naudingumo klasė:		A		
Metinės rodiklių vertės viešam kvadratiniam metrui pastato (jo dalies) šildomo ploto:				
<b>Pastato (jo dalies) pirminės energijos sąnaudos:</b>				
Nominalinės neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		262,86		
Atskaitinės neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		340,80		
Skačiuojamosios neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		40,74		
Skačiuojamosios atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		22,49		
Skačiuojamųjų metinčių atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudų santykio su metinėmis neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudomis vertė (vnt.):		1,00		
<b>Energijos sąnaudos pastatui (jo daliai) šildyti:</b>				
Neatsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		Norminės	Atskaitinės	Skačiuojamosios
Atsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		169,91	201,37	15,96
Šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		-	-	2,35
Skačiuojamosios šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		130,70	167,81	4,63
<b>Energijos sąnaudos pastatui (jo daliai) vėsininti:</b>				
Neatsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		Norminės	Atskaitinės	Skačiuojamosios
Atsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		0	0	3,43
Šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		-	-	0,00
Skačiuojamosios šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		0	0	3,43
<b>Energijos sąnaudos karštam buitiniam vandeniui ruošti:</b>				
Neatsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		Norminės	Atskaitinės	Skačiuojamosios
Atsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		36,95	63,42	7,22
Šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		-	-	10,40
Skačiuojamosios šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		28,42	54,52	2,18
<b>Elektros energijos sąnaudos pastate (jo dalyje):</b>				
Neatsinaujinančios pirminės energijos suminės sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		Norminės	Atskaitinės	Skačiuojamosios
Atsinaujinančios pirminės energijos suminės sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		56,00	56,00	17,56
Elektros energijos suminės sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		-	-	9,74
Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		20,00	20,00	6,24
Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui (kWh/(m <sup>2</sup> *metas)):		9,00	9,00	0,90
<b>Pastatui (jo daliai) šildyti naudojami šilumos šaltiniai ir šildomi plotai, kuriuose jie naudojami:</b>				
Šilumos šaltiniai:				Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
Šil. šaltinis_1: Šilumos siurblys / energija iš grunto				185,50
<b>Pastatui (jo daliai) vėsininti naudojami orų šaldymo įrenginių tipai ir šildomi plotai, kuriuose jie naudojami:</b>				
Orų šaldymo įrenginių tipas:				Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
n/d				n/d
<b>Pastatui (jo daliai) vėdininti naudojami vėdinimo sistemų tipai ir šildomi plotai, kuriuose jos naudojami:</b>				
Vėdinimo sistemos tipas:				Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
Vėdinimo_sistema_1: Rekup. su šilumos				185,50
<b>Pastate (jo dalyje) karštam buitiniam vandeniui ruošti naudojami įrangos tipai ir šildomi plotai, kuriuose jie naudojami:</b>				
Karšto buitinio vandens ruošimo sistemos įrangos tipas:				Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
Šil. šaltinis_1: Šilumos siurblys / energija iš grunto				185,50
Pastato (jo dalies) aplinką išmetama CO <sub>2</sub> kiekis (kgCO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> *metas)):				8,71
Pastato (jo dalies) sandarumo matavimų duomenys (kaital pervaldant):				0,6

Pav. 3 Pastato energinio naudingumo klasė

### 3.EKONOMINĖ DALIS

Skačiuojamoji inžinerinių sistemų statybos kaina apima tyrinėjimo, projektavimo, bendrųjų ir specialiųjų darbų statybos vertę, įrenginių įsigijimo, montavimo, derinimo ir išbandymo, techninio personalo apmokymo ir kitas investuotojo išlaidas, susijusias su inžinerinių sistemų montavimu.

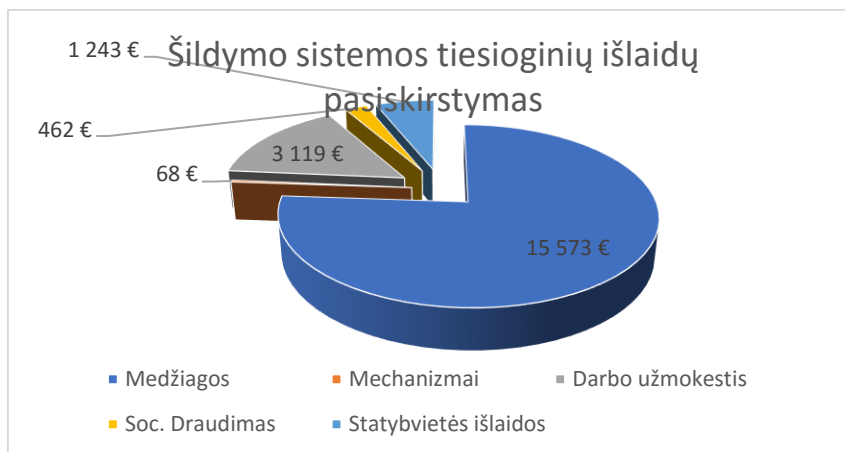
Statinio inžinerinių sistemų statybos skaičiuojamosios kainos nustatymo tikslas – apskaičiuoti ir iš anksto numatyti ekonomiškai pagrįstas statinio projektinių sprendinių parengimo, įgyvendinimo, statinio inžinerinių sistemų statybos vykdymo, projekto valdymo ir kitas išlaidas bei, atsižvelgiant į rinkos sąlygas, rangos sudarymo prielaidas, baigiamuosius statybos sutarties rezultatus, atsiskaitymo už atliktus darbus būdus, planuoti bendrą investicijų poreikį.

Sudaryta pastato šildymo ir vėdinimo sistemų lokalinė sąmata pagal inžinerinių sistemų sąnaudų žiniaraštį. Lokalinėje sąmatoje išvardyti sistemos įrengimo darbai, jų kiekiai, kaina. Sudarius lokalinę sąmatą sudarytas statybos išteklių poreikio žiniaraštis. Jis reikalingas projekte numatytiems statybos darbams atlikti. Statybos išteklių poreikio žiniaraštį sudaro: darbų kiekių žiniaraštis, mechanizmų poreikio žiniaraštis, medžiagų poreikio žiniaraštis, darbo sąnaudų poreikio žiniaraštis.

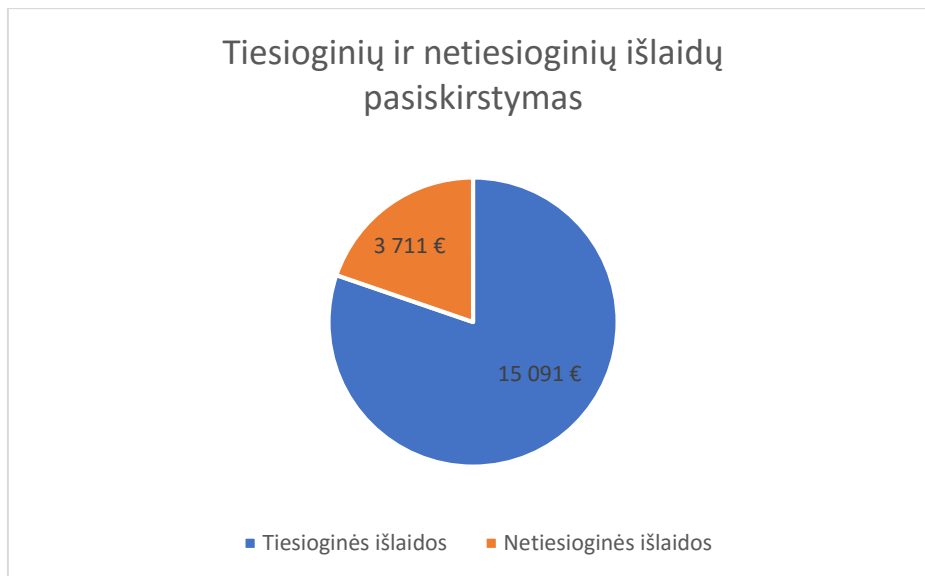
### 3.1.Lokalinė sąmata

Pastato vėdinimo ir šildymo sistemos skaičiuojamoji kaina, apskaičiuota programa „ProSama5G“, naudojantis 2017 metų spalio mėnesio kainomis, lygi 28269 €. Lyginamoji charakteristika – 153 €/m<sup>2</sup>. Šildymo ir vėdinimo sistemų darbai be PVM kainuoja 22332 €, PVM (21 %) , sudaro 5937€.

Šildymo sistemos darbų kainą susideda iš tiesioginių ir netiesioginių išlaidų. Tiesioginės išlaidos susideda iš statinio statybos darbų išlaidų (medžiagų, mechanizmų, darbo užmokesčio, soc. draudimo) bei statybvietės išlaidų, kai tuo tarpu netiesioginės išlaidos - iš pridėtinių išlaidų ir pelno. Atliekant skaičiavimus su programa „ProSama5G“, gauta, kad tiesioginės išlaidos yra 15091 €, o netiesioginės 3711 €. Darbo užmokestis - 3119 €, medžiagos – 15573€, mechanizmai – 69 €. Gauti duomenys pateikti pav. Detali sąmata pateikta 10,11 priede.



Grafikas 5. Šildymo sistemos tiesioginių išlaidų pasiskirstymas



Grafikas 6. Tiesioginių ir netiesioginių išlaidų pasiskirstymas

## 4.IŠVADOS

1. Sunkiausiai pasyvių namų koncepcijoje yra sprendžiami: šiluminiai nuostoliai per ilginius tiltelius, taip teigia 26% respondentų, 24% apklaustųjų teigia, kad sunkiausiai įgyvendinamas pastato sandarumas. Mažiausiai, 4% respondentų teigia, kad mechaninis vėdinimas.
2. Specialistų žinios apie pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų sąvokas nėra tinkamos, bet visi respondentai norėtų žinias pagilinti seminare.
3. Svarbiausi aspektai, mažai energijos naudojančiuose pastatuose yra maži eksploataciniai kaštai ir visuotinės energijos mažinimas.
4. Apskaičiuoti gyvenamojo namo šilumos nuostoliai – 3,708 kW. Lyginamoji šiluminė charakteristika – 19,98 W/m<sup>2</sup>. Šildymo sezono šilumos poreikis projektiniams šilumos nuostoliams padengti –8457kWh.
5. Pasyvaus namo standartas nesusietas su jokia šalimi ir reikalavimai yra vienodi, nesvarbu kokioje klimato juostoje yra projektuojamas pastatas, todėl atšiauresniame klimate reikalingos ženkliai didesnės investicijos pastatyti pasyviam namui.



## 5.Naudota literatūra:

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2014: Synthesis Report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Pachauri, R.K., Meyer, L.A., Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland, 2014; p. 102.
2. STR 2.01.02:2016 Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas, 2016.
3. Transition to Sustainable Buildings - International Energy Agency, 2013; [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building2013\\_free.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Building2013_free.pdf)
4. Very Low-Energy House Concepts in North European Countries, 2012. [https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/northpass\\_low\\_energy\\_house\\_concepts\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/northpass_low_energy_house_concepts_en.pdf)
5. Understanding (The very European concept of) Nearly Zero-Energy Buildings, 2014 [http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/ECEEE\\_Study\\_nZEB\\_Apr2014.pdf](http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/ECEEE_Study_nZEB_Apr2014.pdf)
6. Energy-producing and energy-plus buildings framework conditions, balancing and design approaches, 2015. [http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Themen-Infos/II\\_2015/themen\\_0215\\_engl\\_internetx.pdf](http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Themen-Infos/II_2015/themen_0215_engl_internetx.pdf)
7. Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard, 2016 [http://www.passiv.de/downloads/03\\_building\\_criteria\\_en.pdf](http://www.passiv.de/downloads/03_building_criteria_en.pdf)
8. Скачать СНиП II-A.7-71 Строительная теплотехника. Нормы проектирования, 1973
9. Pastatų atitvarų šiluminė technika RSN 143-92, 1992.
10. STR 2.09.02:1998 Šildymas vėdinimas ir oro kondicionavimas,1998.
11. STR 2.05.01:1999 Pastatų atitvarų šiluminė technika,1999.
12. STR 2.09.04:2008 Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui, 2008.
13. STR 2.05.01:2013 Pastato energinio naudingumo projektavimas, 2013.
14. STR 2.01.02:2016 Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas, 2016.
15. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0091>.
16. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (Recast). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=celex%3A32010L0031>
17. Boardman, B. Fuel poverty synthesis: Lessons learnt, actions needed. Energy Policy 2012, 49, 143–148.
18. Dowson, M.; Poole, A.; Harrison, D.; Susman, G. Domestic UK retrofit challenge: Barriers, incentives and current performance leading into the Green Deal. Energy Policy 2012, 50, 294–305.
19. Climate Change Act, c.27. 2008. [http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga\\_20080027\\_en.pdf](http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga_20080027_en.pdf)
20. BIS. Government Ends Goldplating of European Regulations. 2010. Available online: <https://www.gov.uk/government/news/government-ends-goldplating-of-european-regulations>
21. Farah, Y. Zero Carbon Hub Closing. Building, 30 March 2016.
22. UK Green Building Council (UK-GBC). Briefing: Zero Carbon New Buildings Policy. <http://www.ukgbc.org/sites/default/files/Zero%20carbon%20policy%20member%20briefing%20-%20July%202015.pdf>
23. DCLG. Code for Sustainable Homes Technical Guide. 2010. [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/5976/code\\_for\\_sustainable\\_homes\\_techguide.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/5976/code_for_sustainable_homes_techguide.pdf)
24. US Green Building Council (USGBC). LEED v4 for Building Design and Construction. <http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version>
25. Association for Environment Conscious Building (AECB). AECB Publishes Design Guidance for Their Passivhaus and Gold Standards. <http://www.aecb.net/publications/aecb-publishesdesign-guidance-for-their-passivhaus-and-gold-standards/>
26. Association for Environment Conscious Building (AECB). AECB's Silver Standard. <http://www.aecb.net/aecbs-silver-standard/>
27. Passive House Institute. Passive House Planning Package. 2016. [http://passivehouse.com/04\\_phpp/04\\_phpp.htm](http://passivehouse.com/04_phpp/04_phpp.htm)
28. Passive House Institute. Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standard The Passive House Institute: Darmstadt, Germany, 2016. [http://www.passiv.de/downloads/03\\_building\\_criteria\\_en.pdf](http://www.passiv.de/downloads/03_building_criteria_en.pdf)

29. Asia Pacific Economic Cooperation (APEC). APEC Building Codes, Regulations and Standards: Minimum, Mandatory, and Green; Asia Pacific Economic Cooperation Secretariat: Singapore, 2013.
30. Zero Carbon Hub. Zero Carbon Homes and Nearly Zero Energy Buildings. 2014. [http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/ZCHomes\\_Nearly\\_Zero\\_Energy\\_Buildings.pdf](http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/ZCHomes_Nearly_Zero_Energy_Buildings.pdf)
31. Zero Carbon Hub. Understanding (the Very European Concept of) Nearly Zero-Energy Buildings. 2014. [http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/ECEEE\\_Study\\_nZEB\\_Apr2014.pdf](http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/ECEEE_Study_nZEB_Apr2014.pdf)
32. Energy efficiency trends and policies in Austria, 2015 <http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-austria.pdf>
33. Low energy buildings in Europe: Current state of play, definitions and best practice, 2009 [http://www.pueurope.eu/index.php?eID=tx\\_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1538403752&hash=3cafdc0f6472dd625e14b1e296cb922dad54a7&file=fileadmin/documents/Other\\_reports\\_Other\\_research\\_projects/Low\\_and\\_Zero\\_Energy\\_Building\\_Info\\_Note\\_250909.pdf](http://www.pueurope.eu/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1538403752&hash=3cafdc0f6472dd625e14b1e296cb922dad54a7&file=fileadmin/documents/Other_reports_Other_research_projects/Low_and_Zero_Energy_Building_Info_Note_250909.pdf)
34. Statybos techninis reglamentas STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“, 2016
35. Rodriguez-Soria, B.; Dominguez-Hernandez, J.; Perez-Bella, J.M.; Coz-Diaz, J.J. Review of international regulations governing thermal insulation requirements of residential buildings and harmonization of envelop energy loss. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2014, 34, 79–90.
36. Audenaert, A.; De Clyn, S.H.; Vankerckhove, B. Economic analysis of passive houses and low-energy house compared with standard houses. *Energy Policy* 2008, 36, 47–55.
37. Anonymous. Building the Argument for Performance and Cost Effectiveness: Pumpkin Ridge Passive House. *Energy Des. Updat.* 2013, 33, 1.
38. Ionescu, C.; Baracu, T.; Vlad, G.-E.; Necula, H.; Badea, A. The historical evolution of the energy efficient buildings. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015, 49, 243–253.
39. Dequaire, X. Passivhaus as a low-energy building standard: Contribution to a typology. *Energy Effic.* 2012, 5, 377–391. [CrossRef]
40. Schnieders, J.; Hermelink, A. CEPHEUS results: Measurements and occupants' satisfaction provide evidence for Passive House being an option for sustainable building. *Energy Policy* 2006, 34, 151–171. *Sustainability* 2017, 9, 272 25 of 26
41. Mahdavi, A.; Doppelbauer, E.-M. A performance comparison of passive and low-energy buildings. *Energy Build.* 2010, 42, 1314–1319.
42. McLeod, R.S.; Hopfe, C.J. An investigation into recent proposals for a revised definition of zero carbon homes in the UK. *Energy Policy* 2012, 46, 25–35.
43. Anonymous. Cold-Climate Passivhaus. *Energy Des. Updat.* 2007, 27, 12.
44. Feist, W.; Schnieders, J.; Dorer, V.; Haas, A. Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept. *Energy Build.* 2005, 37, 1186–1203.
45. Mlecnik, E.; Schutze, T.; Jansen, S.J.T.; de Vries, G.; Visscher, H.J.; van Hal, A. End-user experiences in nearly zero-energy houses. *Energy Build.* 2012, 49, 471–478.
46. Parkin, A.; Mitchell, A.; Coley, D. A new way of thinking about environmental building standards: Developing and demonstrating a client-led zero-energy standard. *Build. Serv. Eng. Res. Technol.* 2016, 37, 413–430.
47. Johnston, D.; Farmer, D.; Brooke-Peat, M.; Miles-Shenton, D. Bridging the domestic building fabric performance gap. *Build. Res. Inf.* 2016, 44, 147–159.
48. Blight, T.S.; Coley, D.A. Sensitivity analysis of the effect of occupant behavior on the energy consumption of passive house dwellings. *Energy Build.* 2013, 66, 183–192.
49. Foulds, C.; Powell, J.; Seyfang, G. How moving home influences appliance ownership: A Passivhaus case study. *Energy Effic.* 2016, 9, 455–472.
50. Kim, M.J.; Oh, M.W.; Kim, J.T. A method for evaluating the performance of green buildings with a focus on user experience. *Energy Build.* 2013, 66, 203–210.
51. Mlecnik, E.; Visscher, H.; van Hal, A. Barriers and opportunities for labels for highly energy-efficient houses. *Energy Policy* 2010, 38, 4592–4603.
52. Kiss, B. Exploring transaction costs in passive house-orientated retrofitting. *J. Clean. Prod.* 2016, 123, 65–76.
53. Qian, Q.K.; Chan, E.H.W.; Visscher, H.; Lehmann, S. Modelling the green building (GB) investment decisions of developers and end-users with transaction costs (TCs) considered. *J. Clean. Prod.* 2015, 109, 315–325.
54. Cemesova, A.; Hopfe, C.J.; McLeod, R.S. PassivBIM: Enhancing interoperability between BIM and low energy design software. *Autom. Constr.* 2015, 57, 17–32.
55. Šadauskienė, J.; Ramanauskas, J.; Šeduikytė, L.; Daukšys, M.; Vasylius, V. A Simplified Methodology for Evaluating the Impact of Point Thermal Bridges on the High-Energy Performance of a Passive House. *Sustainability* 2015, 7, 16687–16702.

56. Alibaba, H. Determination of Optimum Window to External Wall Ratio for Offices in a Hot and Humid Climate. *Sustainability* 2016, 8, 187.
57. Khalfan, M.; Sharples, S. The Present and Future Energy Performance of the First Passivhaus Project in the Gulf Region. *Sustainability* 2016, 8, 13. [CrossRef]
58. Johnston, D.; Siddall, M. The Building Fabric Thermal Performance of Passivhaus Dwellings—Does It Do What It Says on the Tin? *Sustainability* 2016, 8, 97.
59. Foster, J.; Sharpe, T.; Poston, A.; Morgan, C.; Musau, F. Scottish Passive House: Insights into Environmental Conditions in Monitored Passive Houses. *Sustainability* 2016, 8, 412.
60. Shao, J.; Chen, H.; Zhu, T. Solar Energy Block-Based Residential Construction for Rural Areas in the West of China. *Sustainability* 2016, 8, 362.
61. Burford, N.; Jones, R.; Reynolds, S.; Rodley, D. Macro Micro Studio: Prototype Energy Autonomous Laboratory. *Sustainability* 2016, 8, 500.
62. Wago, S. Architecture as a strategy for reduced energy consumption? An in-depth analysis of residential practices' influence on energy performance of passive houses. *Smart Sustain. Built Environ.* 2014, 3, 192–206.
63. HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“
64. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“

## 6.Priedai

### Priedas Nr.1 Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė

Lentelė 11. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.

Patalpos nr. plane	Temp., °C	Atitvaros	Matmenys, m		Plotas $A_x, m^2$	Šilumos laidumo koef	Pataisos koeficientas $k_x$	Savitieji šilumos nuostoliai per atitvaras $H_{atitvaros},$ W/K	Suminiai savitieji šilumos nuostoliai per atitvaras $\Sigma H_{atitvaros},$ W/K
		Paviršius/ orientacija				$U_x,$			
			Plotis	Aukštis(Ilgis)	$W/m^2K$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
101	18	IS/V	3,78	2,70	2,53	0,10	1,00	0,25	10,03
		V/V	3,20	2,40	7,68	0,65	1,00	4,99	
		IS/Š	10,07	2,70	27,19	0,10	1,00	2,72	
		L/Š	0,90	0,50	0,90	0,68	1,00	0,61	
		GR	4,03	5,94	23,06	0,10	0,60	1,38	
		BA	1,00	1,00	1,00	0,08	0,85	0,07	
102	18	IS/Š	4,15	2,70	10,74	0,10	1,00	1,07	5,42
		L/Š	0,90	0,50	0,45	0,68	1,00	0,31	
		BA	1,00	1,00	1,00	0,08	0,85	0,07	
		IS/R	4,23	2,70	8,00	0,10	1,00	0,80	
		GR	4,03	4,15	14,07	0,10	0,60	0,84	
		L/R	0,90	2,40	3,42	0,68	1,00	2,33	
103	18	IS/V	2,25	2,70	3,55	0,10	1,00	0,35	2,22
		GR	1,93	1,93	3,61	0,10	0,60	0,22	
		L/V	1,10	2,30	2,53	0,65	1,00	1,64	
104	18	GR	5,49	1,93	10,56	0,10	0,60	0,63	1,15

		IS/R	1,93	2,70	5,20	0,10	1,00	0,52	
105	22	GR	1,50	1,81	2,71	0,10	0,60	0,16	0,16
106	21	IS/P	2,69	2,70	4,74	0,10	1,00	0,47	7,26
		L/P	1,80	1,40	2,52	0,68	1,00	1,71	
		IS/P	4,76	2,70	8,71	0,10	1,00	0,87	
		L/P	0,90	2,30	4,14	0,68	1,00	2,82	
		GR	4,76	3,95	19,00	0,10	0,60	1,14	
		BA	3,65	1,00	3,65	0,08	0,85	0,25	
107	21	IS/P	2,69	2,70	4,74	0,10	1,00	0,47	2,88
		GR	2,69	3,95	11,49	0,10	0,60	0,69	
		L/P	1,80	1,40	2,52	0,68	1,00	1,71	
108	21	IS/P	2,90	2,70	7,83	0,10	1,00	0,78	4,00
		IS/V	3,95	2,70	8,15	0,10	1,00	0,81	
		GR	2,90	4,45	11,45	0,10	0,60	0,69	
		L/V	1,80	1,40	2,52	0,68	1,00	1,71	
109	18	GR	0,80	1,30	1,10	0,10	0,60	0,07	0,07
201	18	IS/R	1,93	2,70	5,21	0,10	1,00	0,52	1,47
		S	6,15	1,93	11,87	0,08	1,00	0,95	
202	18	IS/P	2,73	2,70	5,30	0,10	1,00	0,53	2,70
		L/P	0,90	2,30	2,07	0,68	1,00	1,41	
		S	2,74	2,63	9,48	0,08	1,00	0,76	
203	21	IS/R	4,08	2,70	4,12	0,10	1,00	0,41	9,71
		L/R	3,00	2,30	6,90	0,68	1,00	4,69	
		IS/P	3,00	2,70	8,10	0,10	1,00	0,81	
		L/P	0,90	2,30	4,14	0,68	1,00	2,82	
		S	4,08	3,00	12,24	0,08	1,00	0,98	
204	22	IS/P	3,21	2,70	8,67	0,10	1,00	0,87	3,71
		IS/V	2,63	2,70	4,58	0,10	1,00	0,46	
		L/V	1,80	1,40	2,52	0,68	1,00	1,71	

205	21	S	3,21	2,63	8,44	0,08	1,00	0,68	3,94
		IS/V	3,38	2,70	5,86	0,10	1,00	0,59	
		L/V	1,42	2,30	3,27	0,68	1,00	2,22	
		S	3,38	4,20	14,20	0,08	1,00	1,14	
206	21	IS/V	4,23	2,70	9,25	0,10	1,00	0,92	7,53
		L/V	0,90	2,40	2,16	0,68	1,00	1,47	
		IS/Š	4,20	2,70	11,34	0,10	1,00	1,13	
		L/Š	0,90	2,30	4,14	0,68	1,00	2,82	
		S	4,23	4,20	14,78	0,08	1,00	1,18	
207	22	IS/Š	2,00	2,70	3,33	0,10	1,00	0,33	2,23
		L/Š	0,90	2,30	2,07	0,68	1,00	1,41	
		S	2,00	3,08	6,16	0,08	1,00	0,49	
208	21	IS/Š	4,15	2,70	9,14	0,10	1,00	0,91	7,45
		L/Š	0,90	2,30	2,07	0,68	1,00	1,41	
		IŠ/R	4,23	2,70	11,41	0,10	1,00	1,14	
		L/R	0,90	2,30	4,14	0,68	1,00	2,82	
		S	4,15	4,23	14,66	0,08	1,00	1,17	

## Priedas Nr.2 Šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius

Lentelė 12. Šilumos nuostolių per ilginius šiluminius tiltelius skaičiavimas.

Patalpa	Temp., °C	Šiluminio tiltelio priežastis / orientacija	$\psi_x$ , W/mK	$l_x$ , m	Pataisos koeficientas $k_x$	Savitieji šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius $H_{\text{tilteliai}}$ , W/K	Suminiai savitieji šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius $\Sigma H_{\text{tilteliai}}$ , W/K
1	2	3	4	5	6	7	8
101	18	Lango ir sienos sankirta/Š	0,05	5,60	1,00	0,28	1,90
		Vartų ir sienos sankirta/V	0,05	12,36	1,00	0,62	
		Sienos ir pamato sandūra/Š	0,10	5,94	1,00	0,59	
		Sienos ir pamato sandūra/V	0,10	4,03	1,00	0,40	
102	18	Lango ir sienos sankirta/Š	0,05	2,80	1,00	0,14	1,47
		Lango ir sienos sankirta/R	0,05	4,20	1,00	0,21	
		Durų ir sienos/R	0,05	6,00	1,00	0,30	
		Sienos ir pamato sandūra/Š	0,10	4,15	1,00	0,41	
		Sienos ir pamato sandūra/R	0,10	4,03	1,00	0,40	
103	18	Durų ir sienos/V	0,05	8,40	1,00	0,42	0,65
		Sienos ir pamato sandūra/V	0,10	2,25	1,00	0,23	
106	21	Lango ir sienos sankirta/P	0,05	12,80	1,00	0,64	2,09
		Lango ir sienos sankirta/R	0,05	11,50	1,00	0,58	
		Sienos ir pamato sandūra/P	0,10	4,76	1,00	0,48	
		Sienos ir pamato sandūra/R	0,10	3,95	1,00	0,40	

107	21	Lango ir sienos sankirta/P	0,05	6,40	1,00	0,32	0,59
		Sienos ir pamato sandūra/P	0,10	2,69	1,00	0,27	
108	21	Lango ir sienos sankirta/V	0,05	6,40	1,00	0,32	1,01
		Sienos ir pamato sandūra/P	0,10	2,90	1,00	0,29	
		Sienos ir pamato sandūra/V	0,10	3,95	1,00	0,40	
202	18	Lango ir sienos sankirta/P	0,05	6,40	1,00	0,32	0,32
203	21	Lango ir sienos sankirta/P	0,05	6,40	1,00	0,32	0,89
		Lango ir sienos sankirta/R	0,05	10,60	1,00	0,53	
		Sienos ir balkono sandūra/R	0,01	3,65	1,00	0,04	
204	22	Lango ir sienos sankirta/V	0,05	6,40	1,00	0,32	0,32
205	21	Lango ir sienos sankirta/V	0,05	7,46	1,00	0,37	0,37
206	21	Lango ir sienos sankirta/Š	0,05	12,80	1,00	0,64	0,98
		Lango ir sienos sankirta/V	0,05	6,40	1,00	0,32	
		Sienos ir balkono sandūra/Š	0,01	0,90	1,00	0,01	
		Sienos ir balkono sandūra/R	0,01	1,00	1,00	0,01	
207	202	Lango ir sienos sankirta/Š	0,05	6,40	1,00	0,32	0,32
208	21	Lango ir sienos sankirta/Š	0,05	12,80	1,00	0,64	0,98
		Lango ir sienos sankirta/R	0,05	6,40	1,00	0,32	
		Sienos ir balkono sandūra/Š	0,01	0,90	1,00	0,01	
		Sienos ir balkono sandūra/R	0,01	1,00	1,00	0,01	



### Priedas Nr.3 Šilumos nuostoliai dėl vėdinimo ir išorės infiltracijos

Lentelė 13. Šilumos nuostolių dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos suvestinė.

Patalpa	Plotas $A_x$ , $m^2$	$h_x$ , m	$n_{50}$ , $h^{-1}$	$v_{wind,m}$ m/s	n	$V_{p.n50}$ , $m^3$	Infiltruojamas išorės oro kiekis $v_{inf}$ , ( $m^3/h$ )/ $m^2$	$V_0$ , $m^3$	$A_0$ , $m^2/žmogui$	$k_{d1}$ , kartai per paraž/mogui	$k_{d2}$	Infiltruojamas išorės oro kiekis dėl išorinių durų $V_{do}$ , ( $m^3/h$ )/ $m^2$	$\rho_{air-cair}$ , $W_h/(m^3 \cdot K)$	Suminiai savitieji šilumos nuostoliai dėl vėdinimo ir inf. $\Sigma H_{vent}$ , W/K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	18	19
101	23,06	2,7	0,6	3,48	1	62,26	0,0055	1,5	60	7	1	0,0072	0,34	0,100
102	14,07	2,7	0,6	3,48	1	37,99	0,0033	1,5	60	7	1	0,0072	0,34	0,051
103	3,61	2,7	0,6	3,48	1	9,75	0,0009	1,5	60	7	0,8	0,0058	0,34	0,008
104	10,56	2,7	0,6	3,48	1	28,51	0,0025						0,34	0,009
105	2,71	2,7	0,6	3,48	1	7,32	0,0006						0,34	0,001
106	19	2,7	0,6	3,48	1	51,30	0,0045						0,34	0,029
107	11,49	2,7	0,6	3,48	1	31,02	0,0027						0,34	0,011
108	11,45	2,7	0,6	3,48	1	30,92	0,0027						0,34	0,011
109	1,1	2,7	0,6	3,48	1	2,97	0,0003						0,34	0,000
201	8,46	2,7	0,6	3,48	1	22,84	0,0020						0,34	0,006
202	9,48	2,7	0,6	3,48	1	25,60	0,0023						0,34	0,007
203	12,22	2,7	0,6	3,48	1	32,99	0,0029						0,34	0,012
204	8,43	2,7	0,6	3,48	1	22,76	0,0020						0,34	0,006
205	14,18	2,7	0,6	3,48	1	38,29	0,0034						0,34	0,016
206	14,78	2,7	0,6	3,48	1	39,91	0,0035						0,34	0,018
207	6,15	2,7	0,6	3,48	1	16,61	0,0015						0,34	0,003
208	14,66	2,7	0,6	3,48	1	39,58	0,0035						0,34	0,017

## Priedas Nr.4 Grindinio šildymo kontūrų suvestinė

Lentelė 14. Grindinio šildymo kontūrai.

### General System Report

#### Project

Name:  
Date: 16 December 2017  
Prepared by:  
Customer:  
  
Description:

#### System

Total pressure loss: 0.04 bar  
Total flow: 407 l/h  
Total heat loss: 4191 W  
Supply temperature: 35.8 °C  
Return temperature: 27 °C  
Pipe dimension: 20 x 2 mm  
Total pipe length: 903.5 m

#### Settings:

Room	No	Presettings 1 - 7	Pressure loss bar	Flow l/h	Set Point °C	Max. Floor Surface	Heat loss W/m <sup>2</sup>	Dist Betwn Pipes mm	Pipe Length m	Floor Type
101	1	5	0.01	48	18	29	22	200	115.3	3 Tile 10 mm
102	2	2	0	27	18	29	21	200	70.35	1 Tile 10 mm
104	3	1	0	15	18	29	16	200	52.8	2 Tile 10 mm
105	4	1	0	1	22	29	3	200	13.55	1 Tile 10 mm
106	5	4	0.01	40	21	29	22	200	95	1 Wood 20 mm
107	6	1	0	16	21	29	14	200	57.45	1 Tile 10 mm
108	7	1.5	0	23	21	29	20	200	57.25	3 Wood 14 mm
201	8	1	0	6	18	29	7	200	42.3	3 Wood 14 mm
202	9	1	0	12	18	29	13	200	47.4	3 Wood 14 mm
203	10	N	0.03	93	21	29	39	200	61.1	3 Wood 14 mm
204	11	1	0	18	22	29	22	200	42.15	1 Tile 10 mm

Lentelės 4 tęsinys Grindinio šildymo kontūrai. .

Room	No	Presettings 1 - 7	Pressure loss bar	Flow l/h	Set Point °C	Max. Floor Surface	Heat loss W/m <sup>2</sup>	Dist Betwn Pipes mm	Pipe Length m	Floor Type
205	12	1.5	0	21	21	29	14	200	70.9	3 Wood 14 mm
206	13	3.5	0.01	38	21	29	26	200	73.9	3 Wood 14 mm
207	14	1	0	11	22	29	19	200	30.75	1 Tile 10 mm
208	15	3.5	0.01	38	21	29	26	200	73.3	3 Wood 14 mm

The software provided is only to be considered as forming the guidelines for the dimensioning and commissioning of the floor heating system. Danfoss shall not be liable for any loss or damage (including loss of production, loss of profit or any other consequential economic loss) of the installer or the end user of the floor heating system caused by the use of the software or the use of the results generated by the software provided. The above limitations in Danfoss' liability shall not apply where Danfoss has been guilty of gross negligence or willful misconduct, however, Danfoss shall in no event be held liable for any consequential economic loss.

## Priedas Nr.5 Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Lentelė 15. Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas.

Ruožo Nr.	P <sub>R</sub> , W	l, m	G, kg/h	d, mm	v, m/s	R, Pa/m	RI, Pa	Σζ	Z	RI+Z	Pastabos
1	4191	2,68	396,09	20x2,8	0,42	169	453	3,40	147	600	PEX
2	2179	3,47	205,94	16x2,0	0,35	160	555	2,40	72	627	PEX
Kontūras	383	73,90	36,20	14x2.0	0,32	52	3843	0,00	3000	6843	PEX
3	2178	3,58	205,84	16x2,0	0,35	160	573	1,30	39	612	PEX
4	4191	2,80	396,09	20x2,8	0,42	169	473	0,40	17	491	PEX
										9173	
Ruožo Nr.	P <sub>R</sub> , W	l, m	G, kg/h	d, mm	v, m/s	R, Pa/m	RI, Pa	Σζ	Z	RI+Z	Pastabos
1	4191	2,68	4195,42	20	0,42	169	67	0,00	0	67	PEX
1'	2012	1,25	1554,65	20	0,34	158	2405	1,00	194	2599	PEX
Kontūras	505	115	28,95	20	0,32	22	2530	0,00	13000	15530	PEX
4'	2012	3,40	115,35	20	0,34	158	537	4,20	119	656	PEX
4	4191	1,45	240,28	20	0,42	169	245	1,30	56	301	PEX

19154

## Priedas Nr.6 Oro tiekimo sistemos aerodinaminė skaičiuotė

Lentelė 16. Oro tiekimo sistemos aerodinaminė skaičiuotė.

<b>Ruožo</b>	<b>L,</b>	<b>l,</b>	<b>d,</b>		<b>v,</b>	<b>R,</b>	<b>R·l,</b>	<b>Z,</b>	<b>Rl+Z,</b>	
<b>NR</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>		<b>d<sub>e</sub>, mm</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>Pa</b>	<b>Pa</b>	<b>Pa</b>
1-2.	230	5,75	125		5,2	2,8	16,1	35	51,1	
2-3.	190	3,07	125		4,3	2,0	6,14	7,00	13,14	
3-4.	90	4,69	100		3,2	1,6	7,504	7,80	15,304	
4-5.	70	0,78	100		2,5	1,0	0,78	5,00	5,78	
5-6.	45	5,50	80		2,5	1,4	7,7	5,00	12,7	
6-7.	25	2,90	80		1,4	0,5	1,45	13,50	14,95	
								<b>39,67</b>	<b>73,30</b>	<b>112,97</b>

## Priedas Nr.7 Oro šalinimo sistemos aerodinaminė skaičiuotė

Lentelė 17. Oro šalinimo sistemos aerodinaminė skaičiuotė.

<b>Ruožo</b>	<b>L,</b>	<b>l,</b>	<b>d,</b>		<b>v,</b>	<b>R,</b>	<b>R·l,</b>	<b>Z,</b>	<b>Rl+Z,</b>	
<b>NR</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>		<b>d<sub>e</sub>, mm</b>	<b>m/s</b>	<b>Pa/m</b>	<b>Pa</b>	<b>Pa</b>	<b>Pa</b>
4-5.	230	10,36	125		5,20	2,80	29,01	31,80	60,81	
3-4.	190	0,75	125		4,30	2,00	1,50	1,80	3,30	
2-3.	90	7,94	100		3,20	1,60	12,70	5,90	18,60	
1-2.	45	9,65	80		2,50	1,40	13,51	17,50	31,01	
								<b>56,72</b>	<b>57,00</b>	<b>113,72</b>

## Priedas Nr. 8 Vėdinimo agregato techninės charakteristikos

### Domekt R 450 V

Maksimalus įrenginio našumas, m <sup>3</sup> /h	472
Silumos ir garso izoliacijos storis, mm	50
Masė, kg	71
Maitinimas, V	1–230
Maksimalus srovės stiprumas, A	HE 7,1
Silumos atgavimo siluminis naudingumas, %	85
Atskaitos srautas, m <sup>3</sup> /s	0,092
Atskaitos slėgio skirtumas, Pa	50
Savitoji įėjimo galia SPL, W/(m <sup>3</sup> /h)	0,44
Oro filtrų matmenys BxHxL, mm	470x240x46-M5
Ventiliatoriaus pavaros elektrinė įėjimo galia atskaitos taške, W	72
Ventiliatoriaus pavaros elektrinė įėjimo galia esant didžiausiam srautui, W	170
Oro šildytuvo galia, kW / Δt, °C	1 / 8,4
Valdymo pultas	C6.1 / C6.2
Aptamavimo erdvė, mm	500



Nuotrauka yra informacinio pobūdžio, detaliai patvirtinti.

#### Akustinės charakteristikos

Suminis A sverties garso galios lygis  $L_{WA}$ , dB(A) atskaitos srautui

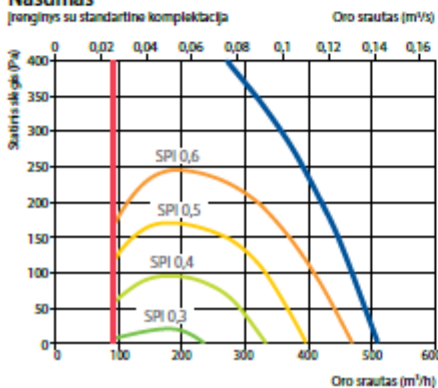
Iš lauko imamas oras	58
Į patalpą tiekiamas oras	72
Iš patalpų šalinamas oras	58
Į lauką išmetamas oras	72
Korpusas	39

Suminis A sverties garso slėgio lygis  $L_{WA}$ , dB(A) 10 m<sup>2</sup> ploto gerai garsą sugeriančioje patalpoje, 3 m atstumu nuo korpuso

Į aplinką	29
-----------	----

#### Našumas

Įrenginys su standartinė komplektacija

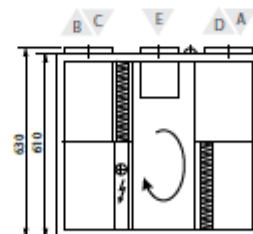


#### Siluminis naudingumas

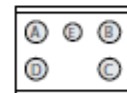
Lauke, °C	Žiema					Vasara		
	-23	-15	-10	-5	0	25	30	35
Po šilumokaičio*, °C	14,3	15,7	16,5	17,4	18,2	22,5	23,4	24,2

\* patalpos temperatūra +22°C, 20% santykinė drėgmė

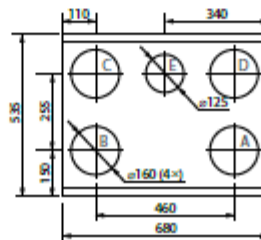
#### Kairinis (L1)



#### Dešininis (R1)



- A Iš lauko imamas oras
- B Į patalpą tiekiamas oras
- C Iš patalpų šalinamas oras
- D Į lauką išmetamas oras
- E papildomo ištraukimo jungimas (aplytanka – ištraukimas be regeneracijos)

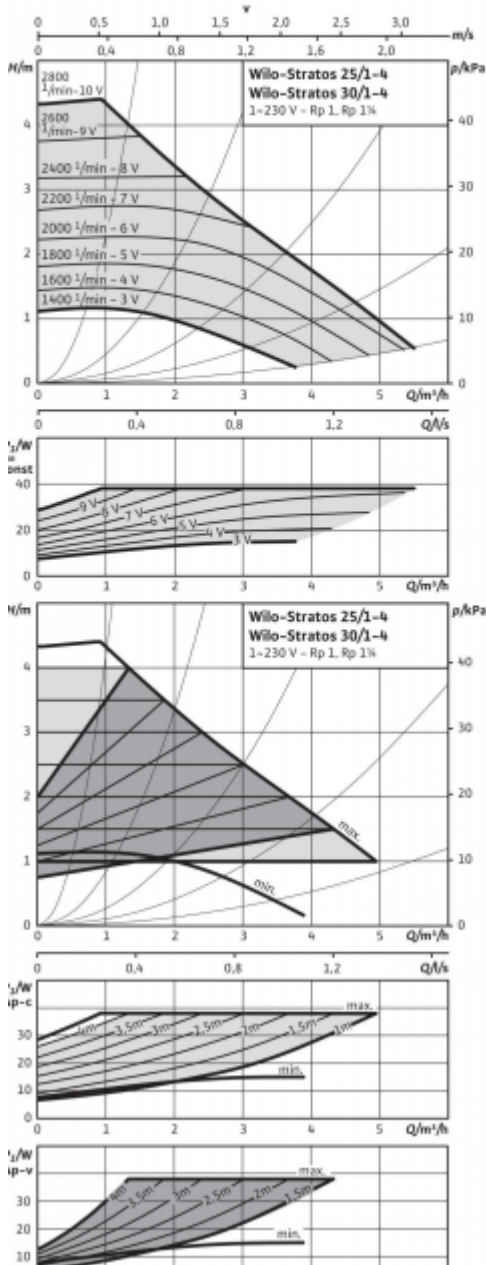


# Priedas Nr. 9 Cirkuliacinis siurblys



## Duomenų lapas: Stratos 25/1-4

### Grafikai



Leistinos darbinės terpės (kitoms terpėms pagal užsakymą)	
Vanduo šildymui (pagal VDI 2035)	*
Vandens - glikolio mišiniai (maks. 1:1; kai koncentracija siekia 20 % ir daugiau, būtina patikrinti veikimo duomenis)	*
Leistinos naudojimo sritys	
Temperatūros intervalas, kai aplinkos temperatūra ne aukštesnė negu +40 °C	-10...+110 °C
Maks. leidžiamas darbinis slėgis $P_{max}$	10 bar
Vamzdžių jungtys	
Priskamosios vamzdžių jungtys	Rp 1
Sriegis	G 1%
Montavimo ilgis $l$	180 mm
Variklis/elektronika	
Energijos vartojimo efektyvumo koeficientas (EVEK)	≤ 0,20
Trikdžių emisija	EN 61800-3:2004+A1:2012 / Gyvenamoji aplinka (C1)
Atsparumas trikdžiams	EN 61800-3:2004+A1:2012 / Industr. ir environment (C2)
Sūkių reguliavimas	Dažnio keitiklis
Apsaugos klasė	IP X4D
Izoliavimo klasė	F
Elektrinis tinklo jungtis	1-230 V, 50/60 Hz
Nominali variklio galia $P_N$	30,00 W
Sūkių skaičius $n$	1400 - 2800 1/min
Vartojama galia $P_1$	9 - 38 W
Vartojama srovė $I$	0,13 - 0,35 A
Variklio apsauga	integruota
Kabelių jungimo elementai PG	1x7/1x9/1x13,5
Medžiagos	
Siurblio korpusas	Ketaus lydinys (EN-GJL-200)
Darbaratė	Plastikas (PPE - 30% GF)
Siurblio velenas	Nerūdijantis plienas (X39CrMo17-1)
Guoliai	metalu impregnuota anglis
Minimalus įtako aukštis prie įsiurbimo atvamzdžio, norint išvengti kavitacijos dėl vandens drėkinimo	
Min. įtako aukštis, esant 50/95/110°C	3 / 10 / 16 m
Informacija užsakymui	
Gaminys	Wilo
Tipas	Stratos 25/1-4
Art. Nr.	2104225
Svoris ca. m	4,1 kg

## Priedas Nr. 10 Lokalinė sąmata šildymo sistemos

Nr	Pavadinimas	Kodas	Vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
<b>Šildymo sistema</b>						<b>1,000</b>				
1	Vidaus vamzdžių (iki 50 mm skersmens) paviršių pagrindo gruntavimas sukibimą gerinančiais gruntais	N15P-0...	100m2		2,3000	60	138,00	34,50	34,50	34,50
2	Terminiai saulės kolektoriai (kompl.)	261431	vnt		1 314,...	1	1 314,00	0,00	1 314,00	0,00
	Terminiai saulės kolektoriai (kompl.)	261431	vnt	219,000	6,00	219,000	1 314,00		1 314,00	
3	Vid.šild.ir vandent.sist.vamzd., kurių D iki 400mm, hidr.išbandymas	N16-118	100m		220,3746	1	220,37	219,60	0,77	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.58	10458	žm.val.	15,000	14,64	15,000	219,60	219,60		
	Tirštai trinti dažai (geležies raudė)	230105	kg	0,030	4,42	0,030	0,13		0,13	
	Šukuoti linai	810006	kg	0,020	25,14	0,020	0,50		0,50	
	Pokostas	230111	kg	0,020	6,96	0,020	0,14		0,14	
4	Automatinis nuorintojas 1/2" MKV 15 R/N	2060-24	vnt		21,9600	1	21,96	0,00	21,96	0,00
	Automatinis nuorintojas 1/2" MKV 15 R/N	2060-24	vnt	4,000	5,49	4,000	21,96		21,96	
5	Kolektorius vidaus vamzdynamis	371727	vnt.		478,0000	1	478,00	0,00	478,00	0,00
	Kolektorius vidaus vamzdynamis	371727	vnt.	2,000	239,00	2,000	478,00		478,00	
6	Uždarymo ventiliai ASV-M DN 20	2060-92	vnt		106,0200	1	106,02	0,00	106,02	0,00
	Uždarymo ventiliai ASV-M DN 20	2060-92	vnt	18,000	5,89	18,000	106,02		106,02	
7	Balansavimo ventiliai	261410	vnt		92,3600	1	92,36	0,00	92,36	0,00
	Balansavimo ventiliai	261410	vnt	4,000	23,09	4,000	92,36		92,36	
8	Termostatai su grindiniu davikliu	3820-1	vnt		178,0200	1	178,02	0,00	178,02	0,00
	Termostatai su grindiniu davikliu	3820-1	vnt	18,000	9,89	18,000	178,02		178,02	
9	Rankšluosčių džiiovintuvai	260589	vnt		89,9700	1	89,97	0,00	89,97	0,00
	Rankšluosčių džiiovintuvai	260589	vnt	3,000	29,99	3,000	89,97		89,97	
10	PEXa vamzdžiai, 20x2.8mm	1020-106	m		1 806,...	1	1 806,92	0,00	1 806,92	0,00
	PEXa vamzdžiai, 20x2.8mm	1020-106	m	908,000	1,99	908,000	1 806,92		1 806,92	
11	Reflex išsiplėtimo indai (6 bar), 8 l talpos (šildymui)	1090-33	vnt		87,0000	1	87,00	0,00	87,00	0,00
	Reflex išsiplėtimo indai (6 bar), 8 l talpos (šildymui)	1090-33	vnt	3,000	29,00	3,000	87,00		87,00	
12	Cirkuliacinis siurblys	260720	vnt		702,0000	1	702,00	0,00	702,00	0,00
	Cirkuliacinis siurblys	260720	vnt	3,000	234,00	3,000	702,00		702,00	
13	Akumuliacinė talpa	260961	vnt		549,0000	1	549,00	0,00	549,00	0,00
	Akumuliacinė talpa	260961	vnt	1,000	549,00	1,000	549,00		549,00	
14	Šilumos siurbliui gruntas /vanduo	261460	vnt		5 123,...	1	5 123,00	0,00	5 123,00	0,00
	Šilumos siurbliui gruntas /vanduo	261460	vnt	1,000	5 123,00	1,000	5 123,00		5 123,00	

Nr	Pavadinimas	Kodas	Vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
15	<b>Geoterminio šildymo gruntas/vanduo įrengimas šildymui ir karšto vandens ruošimui kai šildymo galia iki 10 kW (9,1kW)</b>	R63P-4...	vnt.		2 023,...	1	2 023,08	1 127,28	880,16	15,64
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.60	10460	žm.val.	77,000	14,64	77,000	1 127,28	1 127,28		
	Kolektorius vidaus vamzdinams	371727	vnt.	2,000	0,00	2,000	0,00		0,00	
	Movinė uždaroji armatūra	490036	vnt.	20,000	0,00	20,000	0,00		0,00	
	Akumuliacinė talpa	260961	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Membraninis išsiplėtimo indas	260962	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Mechaninis filtras	310221	vnt	4,000	0,00	4,000	0,00		0,00	
	Čiaupai iš spalvotų metalų	370006	vnt	7,000	18,27	7,000	127,89		127,89	
	Šilumos siurbliui gruntas /vanduo	261460	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Triegis movinis ventilis arba vožtuvas	260963	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Cirkuliacinis siurblys	260720	vnt	3,000	0,00	3,000	0,00		0,00	
	Matavimo prietaisas	260723	vnt	9,000	0,00	9,000	0,00		0,00	
	Pasta sandarinimui	230413	kg	0,440	0,00	0,440	0,00		0,00	
	Plieninė viela (suvirinimo)	120003	kg	0,070	3,97	0,070	0,28		0,28	
	Dujinis deguonis (techninis)	210004	m3	0,045	3,59	0,045	0,16		0,16	
	Vanduo	570885	m3	0,300	0,00	0,300	0,00		0,00	
	Šukuoti linai	810006	kg	0,530	25,14	0,530	13,32		13,32	
	Kompensaciniai bakeliai skysčiui	261461	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Šildymo ir karšto vandens sistemų regulatoriai	261468	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Folija padengti kevalai	260825	m	24,000	0,00	24,000	0,00		0,00	
	Srieginės jungtys	260521	vnt	50,000	0,00	50,000	0,00		0,00	
	Variniai vamzdžiai	260593	m	11,220	0,00	11,220	0,00		0,00	
	Paviršinis temperatūros arba slėgio daviklis	260726	vnt	5,000	0,00	5,000	0,00		0,00	
	Acetilenas	240003	m3	0,043	34,70	0,043	1,49		1,49	
	Varžtai su veržlėmis (įvairūs)	120049	kg	4,300	6,59	4,300	28,34		28,34	
	Medsraigčiai su plastmasiniais įdėklais	120314	vnt.	21,000	0,38	21,000	7,98		7,98	
	Plieninė viela (cinkuota)	120334	kg	0,132	3,45	0,132	0,46		0,46	
	Pavaros reguliuojamiems debito ribotuvams	261402	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Balansavimo ventiliai	261410	vnt	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Vamzdžių laikikliai	260938	vnt.	11,000	0,00	11,000	0,00		0,00	
	Tūrinis vandens šildytuvas	260146	vnt	1,000	699,05	1,000	699,05		699,05	
	Plastikiniai termoizoliuoti vamzdžiai	220743	m	6,000	0,00	6,000	0,00		0,00	
	Lipni folijos juostelė	230425	m	7,000	0,17	7,000	1,19		1,19	
	Plieniniai vamzdžiai	260111	m	12,750	0,00	12,750	0,00		0,00	
	Agregatas bandymui hidraulinio slėgiu	342521	maš.val	0,800	9,01	0,800	7,21			7,21

Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	5,700	1,48	5,700	8,44				8,44
<b>Viso už šildymo sistemą</b>							<b>12 929,70</b>	<b>1 381,38</b>	<b>11 463,68</b>	<b>50,14</b>
	<b>Iš viso</b>						<b>12 929,70</b>	<b>1 381,38</b>	<b>11 463,68</b>	<b>50,14</b>
	Papildomų medžiagų vertė						343,91		3 %	
	Papildomų mechanizmų vertė						1,50			3 %
	Kiti darbo užmokesčio priskaitymai						110,51	8 %		
	<b>Iš viso</b>						<b>13 385,62</b>	<b>1 491,89</b>	<b>11 807,59</b>	<b>51,64</b>
	Soc. Draudimas						462,49	31 %		
	<b>Iš viso</b>						<b>13 848,11</b>	<b>1 954,38</b>	<b>11 807,59</b>	<b>51,64</b>
	Statybvietės išlaidos						1 243,22	9 %	9 %	9 %
	<b>Iš viso (tiesioginės išlaidos)</b>						<b>15 091,33</b>	<b>2 130,27</b>	<b>12 870,27</b>	<b>56,29</b>
	Pridėtinės išlaidos						447,57	30 %		
	<b>Iš viso</b>						<b>15 538,90</b>	<b>2 577,84</b>	<b>12 870,27</b>	<b>56,29</b>
	Pelnas						0,00			
	<b>Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)</b>						<b>15 538,90</b>	<b>2 577,84</b>	<b>12 870,27</b>	<b>56,29</b>
	PVM						3 263,17	21 %	21 %	21 %
	<b>Iš viso</b>						<b>18 802,07</b>	<b>3 119,19</b>	<b>15 573,03</b>	<b>68,11</b>



## Priedas Nr.11 Lokalinė sąmata vėdinimo sistemos

Nr	Pavadinimas	Kodas	Vnt	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
<b>Vėdinimo sistema</b>						<b>1,000</b>				
1	Vent.tinklo oro nuostolių nustatymas kilnojamu ventiliatoriumi,kai ortakio ilgis iki 90m, jungties skerspjūvis iki 2,0m2	D3-75	vnt.		833,8000	1	833,80	833,80	0,00	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 5.00	10500	žm.val.	55,000	15,16	55,000	833,80	833,80		
2	Ventiliacijos valdiklių montavimas decentralizuotoms rekuperacinėms vėdinimo sistemoms	R63P-7...	vnt.		43,5498	1	43,55	35,05	8,37	0,13
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	2,500	14,02	2,500	35,05	35,05		
	Medsraigčiai su plastmasiniais įdėklais	120314	vnt.	2,000	0,38	2,000	0,76		0,76	
	Presuojami antgaliai	261267	vnt.	18,000	0,00	18,000	0,00		0,00	
	Ventiliacijos valdikliai	481546	vnt.	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Plastmasinės dėžutės	260418	vnt.	1,000	7,58	1,000	7,58		7,58	
	Markiuotės	261268	vnt.	18,000	0,00	18,000	0,00		0,00	
	Gipsas	570131	t	0,000	531,08	0,000	0,03		0,03	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	0,090	1,48	0,090	0,13			0,13
3	Vėdinimo agregato, kurio našumas iki 500 m3/h, montavimas	N20-954	vnt.		78,3303	1	78,33	70,10	8,23	0,00
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	5,000	14,02	5,000	70,10	70,10		
	Vėdinimo agregatai	260997	vnt.	1,000	0,00	1,000	0,00		0,00	
	Fitingai plieniniams vamzdžiams, d 15-70mm	140029	vnt.	1,000	8,18	1,000	8,18		8,18	
	Šukuoti linai	810006	kg	0,002	25,14	0,002	0,05		0,05	
	Pasta sandarinimui	230413	kg	0,004	0,00	0,004	0,00		0,00	
4	Išcentriniai kanaliniai ventiliatoriai VENT-125L	1081-77	vnt		237,7300	1	237,73	0,00	237,73	0,00
	Išcentriniai kanaliniai ventiliatoriai VENT-125L	1081-77	vnt	1,000	237,73	1,000	237,73		237,73	
5	Vamzdynų, kurių skersmuo iki 32 mm, izoliavimas nedengtais akmens vatos kevalais	N26-250	100m		595,2700	1	595,27	183,26	412,01	0,00
	Jutiklis	261082	vnt	1,000	50,27	1,000	50,27		50,27	
	Ketaus sklendė (lygiagr., flanš.) d 100mm	370018	vnt	6,000	23,10	6,000	138,60		138,60	
	Ketaus sklendė (lygiagr., flanš.) d 80mm	370017	vnt	10,000	21,90	10,000	219,00		219,00	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.50	10350	žm.val.	14,000	13,09	14,000	183,26	183,26		
	Vamzdžių kevalai E	261075	m	0,000	0,00	0,000	0,00		0,00	
	Plieninė viela (cinkuota)	120334	kg	1,200	3,45	1,200	4,14		4,14	
6	Apvalūs užlank. ortakiai 1.25m iš galv. pl. d125mm, sien.st.0.5mm (su cink.fl.)	1072-77	vnt		1 840,...	1	1 840,97	0,00	1 840,97	0,00
	Metalinės grotelės	900180	vnt.	2,000	10,89	2,000	21,78		21,78	
	Apvalūs užlank. ortakiai 1.25m iš galv. pl. d100mm, sien.st.0.5mm (su cink.fl.)	1072-76	vnt	17,770	10,85	17,770	192,80		192,80	
	Apvalūs užlank. ortakiai 1.25m iš galv. pl. d100mm, sien.st.0.5mm (su cink.fl.)	1072-76	vnt	22,340	10,85	22,340	242,39		242,39	
	Apvalūs užlank. ortakiai 1.25m iš galv. pl. d180mm, sien.st.0.5mm (su cink.fl.)	1072-80	vnt	21,200	8,98	21,200	190,38		190,38	
	Apvalūs užlank. ortakiai 1.25m iš galv. pl. d180mm, sien.st.0.5mm (su cink.fl.)	1072-80	vnt	16,040	8,98	16,040	144,04		144,04	
	Apvalūs užlank. ortakiai 1.25m iš galv. pl. d125mm, sien.st.0.5mm (su cink.fl.)	1072-77	vnt	12,500	12,99	12,500	162,38		162,38	
	Difuzoriai	484736	vnt	6,000	50,65	6,000	303,90		303,90	
	Difuzoriai	484736	vnt	10,000	45,60	10,000	456,00		456,00	
	Apvalūs užlank. ortakiai 1.25m iš galv. pl. d125mm, sien.st.0.5mm (su cink.fl.)	1072-77	vnt	9,800	12,99	9,800	127,30		127,30	
7	Apvalūs triukšmo slopintuvai	260994	vnt.		76,9600	1	76,96	0,00	76,96	0,00
	Apvalūs triukšmo slopintuvai	260994	vnt.	1,000	44,77	1,000	44,77		44,77	
	Apvalūs triukšmo slopintuvai	260994	vnt.	1,000	32,19	1,000	32,19		32,19	
8	Vėdinimo ir oro kondicionavimo agregatas (agregato blokas)	261114	vnt.		2 519,...	1	2 519,44	0,00	2 519,44	0,00
	Ugniai atsparūs vožtuvai	260187	vnt	4,000	106,00	4,000	424,00		424,00	
	Prietaiso apvedimo mazgas	260514	kompl.	1,000	472,44	1,000	472,44		472,44	
	Vėdinimo ir oro kondicionavimo agregatas (agregato blokas)	261114	vnt.	1,000	1 623,00	1,000	1 623,00		1 623,00	
<b>Viso už Vėdinimo sistema</b>							<b>6 226,05</b>	<b>1 122,21</b>	<b>5 103,71</b>	<b>0,13</b>
		Iš viso					6 226,05	1 122,21	5 103,71	0,13
							Papildomų medžiagų vertė	153,11		3%
							Papildomų mechanizmų vertė	0,00		3%
							Kiti darbo užmokesčio priskaitymai	89,78	8%	
		Iš viso					<b>6 468,94</b>	<b>1 211,99</b>	<b>5 256,82</b>	<b>0,13</b>
							Soc. Draudimas	375,72	31%	
		Iš viso					<b>6 844,66</b>	<b>1 587,71</b>	<b>5 256,82</b>	<b>0,13</b>
							Statybių išlaidos	616,02	9%	9%
		Iš viso (tiesioginės išlaidos)					<b>7 460,68</b>	<b>1 730,61</b>	<b>5 729,93</b>	<b>0,14</b>
							Pridėtinės išlaidos	363,60	30%	
		Iš viso					<b>7 824,28</b>	<b>2 094,21</b>	<b>5 729,93</b>	<b>0,14</b>
							Pelnas	0,00		
		Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)					<b>7 824,28</b>	<b>2 094,21</b>	<b>5 729,93</b>	<b>0,14</b>
							PVM	1 643,10	21%	21%
		Iš viso					<b>9 467,38</b>	<b>2 534,00</b>	<b>6 933,22</b>	<b>0,16</b>

## Priedas Nr.12 Šilumos šaltinis

### Technische Angaben Vitocal 333-G

#### Technische Daten

Typ BWT		331.B09	331.B08	331.B10
<b>Leistungsdaten nach EN 14511 (B0/W35, 5 K Spreizung)</b>				
Nenn-Wärmeleistung	kW	5,72	7,54	10,41
Kälteleistung	kW	4,57	6,16	8,48
Elektr. Leistungsaufnahme	kW	1,24	1,59	2,08
Leistungszahl $\epsilon$ (COP)		4,60	4,80	5,00
<b>Sole (Primärkreis)</b>				
Inhalt	l	3,3	3,9	4,6
Mindestvolumenstrom	l/h	960	1160	1470
Restförderhöhe bei Mindestvolumenstrom	mbar	656	648	618
	kPa	61	62	58
Max. Vorlauftemperatur (Soleintritt)	°C	25	25	25
Min. Vorlauftemperatur (Soleintritt)	°C	-10	-10	-10
<b>Heizwasser (Sekundärkreis)</b>				
Inhalt, Wärmepumpe	l	3,5	3,8	4,2
Inhalt, gesamt	l	18,7	19,0	19,4
Nennvolumenstrom	l/h	980	1310	1790
Restförderhöhe bei Nennvolumenstrom	mbar	490	460	410
	kPa	49	46	41
Mindestvolumenstrom	l/h	600	710	920
Restförderhöhe bei Mindestvolumenstrom	mbar	522	519	518
	kPa	60	62	61
Max. Vorlauftemperatur	°C	65	65	65
<b>Heizwasser-Durchlauferhitzer</b>				
Wärmeleistung	kW	8,8		
Nennspannung		3/N/PE 400 V/50 Hz		
Absicherung		3 x B16A 1-polig		
<b>Elektrische Werte Wärmepumpe</b>				
Nennspannung Verdichter		3/N/PE 400 V/50 Hz		
Nennstrom Verdichter	A	4,8	6,2	7,4
Anlaufstrom Verdichter mit Anlaufstrombegrenzung (nicht bei Typ BWT 331.B06)	A	25	14	20
Anlaufstrom Verdichter bei blockiertem Rotor	A	28	43	51,5
Absicherung Verdichter	A	1 x C16A 3-polig	1 x B16A 3-polig	1 x B16A 3-polig
Nennspannung Wärmepumpenregelung/Elektronik		1/N/PE 230 V/50 Hz		
Absicherung Wärmepumpenregelung/Elektronik (intern)		T 6,3 A / 250 V		
<b>Elektr. Leistungsaufnahme</b>				
- Primärpumpe (Hocheffizienz-Umwälzpumpe)	W	4 bis 72		
- Sekundärpumpe (Hocheffizienz-Umwälzpumpe)	W	3 bis 76		
Max. Leistungsaufnahme Regelung	W	1000	1000	1000
Nennleistung Regelung/Elektronik	W	5	5	5
<b>Kältekreis</b>				
Arbeitsmittel		R410A	R410A	R410A
- Füllmenge	kg	1,4	1,95	2,4
- Treibhauspotenzial (GWP)		2088	2088	2088
- CO <sub>2</sub> -Äquivalent	t	2,9	4,1	5,0
Zul. Betriebsdruck				
- Hochdruckseite	bar	45	45	45
	MPa	4,5	4,5	4,5
- Niederdruckseite	bar	28	28	28
	MPa	2,8	2,8	2,8
Verdichter	Typ	Scroll Vollhermetik		
Öl im Verdichter	Typ	Emkarate RL32 3MAF		
Ölmenge im Verdichter	l	0,74	1,24	1,24
<b>Integrierter Speicher-Wasserenwärmer</b>				
Inhalt	l	170	170	170
Dauerleistung bei Trinkwassererwärmung von 10 auf 60 °C	l/h	241	275	309
Leistungskennzahl N <sub>1</sub> nach DIN 4708		1,0	1,1	1,3
Zapfbare Wassermenge bei angegebener Leistungskennzahl N <sub>1</sub> und Trinkwassererwärmung von 10 auf 45 °C	l/min	14,3	14,8	15,9
Max. zul. Trinkwassertemperatur	°C	95	95	95
<b>Abmessungen</b>				
- Gesamtlänge	mm	680	680	680
- Gesamtbreite	mm	600	600	600
- Gesamthöhe	mm	1829	1829	1829
<b>Gesamtgewicht</b>	kg	248	249	256

## Priedas Nr. 13 Pastato energetinė klasė A++

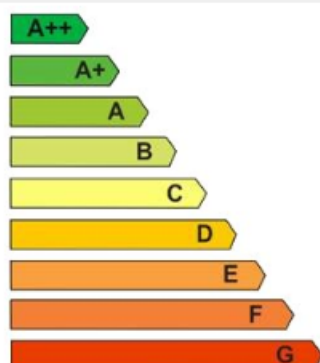
Pastato (jo dalies) paskirtis: Gyvenamosios paskirties 1 ir 2 butų pastatai (namai)

Pastato (jo dalies) šildomas plotas (m<sup>2</sup>): 185,50

Všio pastato šildomas plotas (m<sup>2</sup>): 185,50

Pastatų (jų dalių) energinio naudingumo klasifikavimas į klases\*:

Nustatyta pastato (jo dalies) energinio naudingumo klasė:



**A++**

\* A++ klasė yra laikoma aukščiausia, ji nurodo energijos beveik nevaizduojantį pastatą, G klasė nurodo energiskai neefektyvų pastatą

Skaičiuojamosios metinės rodiklių vertės vienam kvadratiniam metrui pastato (jo dalies) šildomo ploto:

Neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)):	36,77
Atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)):	21,63
Metinių atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudų santykio su metinėmis neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudomis vertė (vnt.):	1,17
Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti (kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)):	3,13
Šiluminės energijos sąnaudos pastatui vėsinti (kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)):	5,43
Šiluminės energijos sąnaudos karštam butiniam vandeniui ruošti (kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)):	2,14
Suminės elektros energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)):	6,78
Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui (kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)):	0,90
Pastato į aplinką išmetamas CO <sub>2</sub> kiekis (kg CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> ×metai)):	7,88

Eil. Nr.	Energijos sąnaudų apibūdinimas	Skaičiuojamosios energijos sąnaudos kvadratiniam metre pastato šildomo ploto per metus, kWh/(m <sup>2</sup> ×metai)
1	2	3
1.	Šilumos nuostoliai per pastato sienas	3,56
2.	Šilumos nuostoliai per pastato stogą	2,17
3.	Šilumos nuostoliai per pastato perdangas, kurios ribojasi su išore	0,00
4.	Šilumos nuostoliai per atitvaras, kurios ribojasi su gruntu:	
4.1.	- per grindis ant grunto	0,00
4.2.	- per horizontaliai pakraščiuose apšiltintas grindis ant grunto	0,00
4.3.	- per vertikaliai pakraščiuose apšiltintas grindis ant grunto	2,32
4.4.	- per vertikaliai ir horizontaliai pakraščiuose apšiltintas grindis ant grunto	0,00
4.5.	- per šildomo rūšio atitvaras, kurios ribojasi su gruntu	0,00
4.6.	- per grindis virš vėdinamų pagrindžių	0,00
4.7.	- per grindis virš nešildomų vėdinamų rūšių	0,00
5.	Šilumos nuostoliai per pastato langus, stoglangius, šveslangius ir kitas skaidrias atitvaras	3,42
6.	Šilumos nuostoliai per pastato išorinius ir vidinius duris, neįskaitant nuostolių dėl durų vėstyto	2,39
7.	Šilumos nuostoliai per pastato ilginius šiluminius tiltelius	1,89
8.	Šilumos nuostoliai dėl pastato vėdinimo	2,66
9.	Šilumos nuostoliai dėl viršnorminės išorės oro infiltracijos	0,00
10.	Šilumos pritekėjimai iš išorės pastato (jo dalies) šildymo laikotarpiu	36,94
11.	Vidiniai šilumos išsiskyrimai pastato (jo dalies) šildymo laikotarpiu	18,78
12.	Šilumos nuostoliai, kuriuos pastato (jo dalies) šildymo laikotarpiu kompensuoja šilumos pritekėjimai iš išorės ir vidiniai šilumos išsiskyrimai	34,91
13.	Suminės elektros energijos sąnaudos pastate	6,78
14.	Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui	0,90
15.	Šiluminės energijos sąnaudos karštam vandeniui ruošti	2,14
16.	Šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti	3,13
17.	Šiluminės energijos sąnaudos pastatui vėsinti	5,43

Pastato (jo dalies) energinio naudingumo klasė:		A ++	
Metinės rodiklių vertės vienam kvadratiniam metrui pastato (jo dalies) šildomo ploto:			
<b>Pastato (jo dalies) pirminės energijos sąnaudos:</b>			
Nominės neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):			252,86
Atskaitinės neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):			340,80
Skaičiuojamosios neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):			36,77
Skaičiuojamosios atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):			21,63
Skaičiuojamųjų mėninių atsinaujinančios pirminės energijos sąnaudų santykio su metinėmis neatsinaujinančios pirminės energijos sąnaudomis vertė (nt.):			1,17
<b>Energijos sąnaudos pastatui (jo daliai) šildyti:</b>	<b>Norminės</b>	<b>Atskaitinės</b>	<b>Skaičiuojamosios</b>
Neatsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	169,91	201,37	10,50
Atsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	-	-	1,18
Šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	130,70	167,81	3,13
<b>Energijos sąnaudos pastatui (jo daliai) vėinti:</b>	<b>Norminės</b>	<b>Atskaitinės</b>	<b>Skaičiuojamosios</b>
Neatsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	0	0	5,43
Atsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	-	-	0,00
Šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	0	0	5,43
<b>Energijos sąnaudos karštam buitiniam vandeniui ruošti:</b>	<b>Norminės</b>	<b>Atskaitinės</b>	<b>Skaičiuojamosios</b>
Neatsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	36,95	83,42	7,18
Atsinaujinančios pirminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	-	-	10,54
Šiluminės energijos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	28,42	54,52	2,14
<b>Elektros energijos sąnaudos pastate (jo dalyje):</b>	<b>Norminės</b>	<b>Atskaitinės</b>	<b>Skaičiuojamosios</b>
Neatsinaujinančios pirminės energijos suminės sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	56,00	56,00	19,09
Atsinaujinančios pirminės energijos suminės sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	-	-	9,91
Elektros energijos suminės sąnaudos (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	20,00	20,00	6,78
Elektros energijos sąnaudos patalpų apšvietimui (kWh/(m <sup>2</sup> *metai)):	9,00	9,00	0,90
<b>Pastatui (jo daliai) šildyti naudojami šilumos šaltiniai ir šildomi plotai, kuriuose jie naudojami:</b>			
Šilumos šaltiniai:			Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
Šil.šaltinis_1: Šilumos siurblys / energija iš grunto			185,50
<b>Pastatui (jo daliai) vėinti naudojami orą šaldančių įrenginių tipai ir šildomi plotai, kuriuose jie naudojami:</b>			
Orą šaldančių įrenginių tipas:			Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
n/d			n/d
<b>Pastatui (jo daliai) vėinti naudojami vėdinimo sistemų tipai ir šildomi plotai, kuriuose jos naudojami:</b>			
Vėdinimo sistemos tipas:			Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
Vėdinimo_sistema_1: Rekup. su šildymu			185,50
<b>Pastate (jo dalyse) karštam buitiniam vandeniui ruošti naudojami įrangos tipai ir šildomi plotai, kuriuose jie naudojami:</b>			
Karšto buitinio vandens ruošimo sistemos įrangos tipas:			Šildomi plotai (m <sup>2</sup> ):
Šil.šaltinis_1: Šilumos siurblys / energija iš grunto			185,50
<b>Pastato (jo dalies) į aplinką išmetamas CO<sub>2</sub> kiekis (kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>*metai)):</b>			<b>7,88</b>
<b>Pastato (jo dalies) sandarumo matavimų duomenys (kartai per valandą):</b>			<b>0,6</b>

## Priedas Nr. 14 Anketa

**1. Kokio profilio įmonė:**

- Projektavimo
- Statybos
- Eksploatavimo
- Ekspertikos (sertifikavimo)

**2. Ar lengva įgyvendinti STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ reikalavimus:**

➤ projektuojant pastatus:

- Taip
- Ne

➤ statant pastatus:

- Taip
- Ne

➤ eksplotuojant pastatus:

- Taip
- Ne

**3. Kurie aspektai pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų koncepcijose yra sunkiai įgyvendinami:**

- Sandarumas
- Šiluminių tiltelių konstrukcijos
- Atitvarų šiluminis pralaidumas
- Atsinaujinančios energijos naudojimas
- Mechaninis vėdinimas
- Kita.....

**4. Įvardykite problemą/as standartų nuostatuose**

.....

**5. Pasiūlykite įvardytos/ų problemos/ų galimą pakeitimą/us (alternatyvą/as).**

.....

**6. Su kuriais teiginiais yra siejamos pasyvių namų ir mažai energijos naudojančių pastatų sąvokos:**

- Brangi statyba
- Pigus eksplotavimas
- Nauda gamtai (CO2 emisija)

- Šiltas namas
- Komfortiškas mikroklimatas
- Techniškai sudėtingas projektavimas
- Techniškai sunkiai įgyvendinami konstrukcinių mazgų sprendiniai
- Inovatyvumas naudojant alternatyvius šaltinius
- Inovatyvus dizainas įvertinant orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu
- Atsinaujinanti energetika

**7. Ar norėtumėte išklausti seminarą apie pasyvius namus?**

- Taip
- Ne

**8. Kokias įžvelgiate perspektyvas pasyvių namų Lietuvoje:**

- Daugės
- Mažės
- Nesikeis
- Kita ...

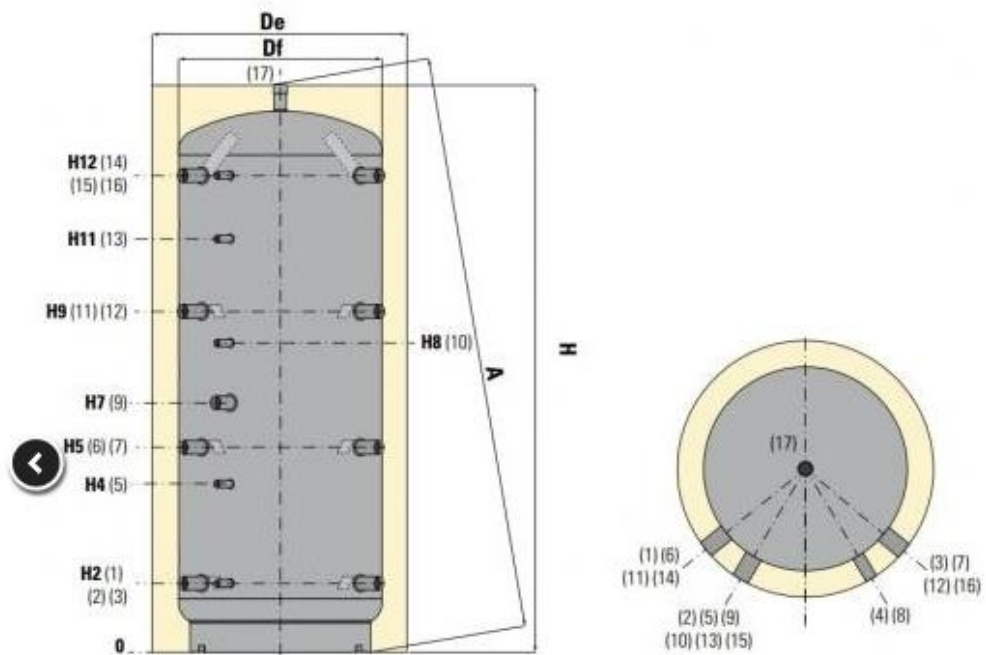
**9. Kodėl pasyvūs namai ir mažai energijos naudojantys pastatai nepopuliarūs?**

- Prastos žinios apie koncepcijas
- Didelė kaina
- Sunkus įgyvendinimas
- Reikalavimai neatitinka realybės
- Svarbus vizualinis vaizdas, o ne inžineriniai sprendimai
- Kita ...

**10. Kodėl svarbu statyti pasyvius namus ir mažai energijos naudojančius pastatus ?**

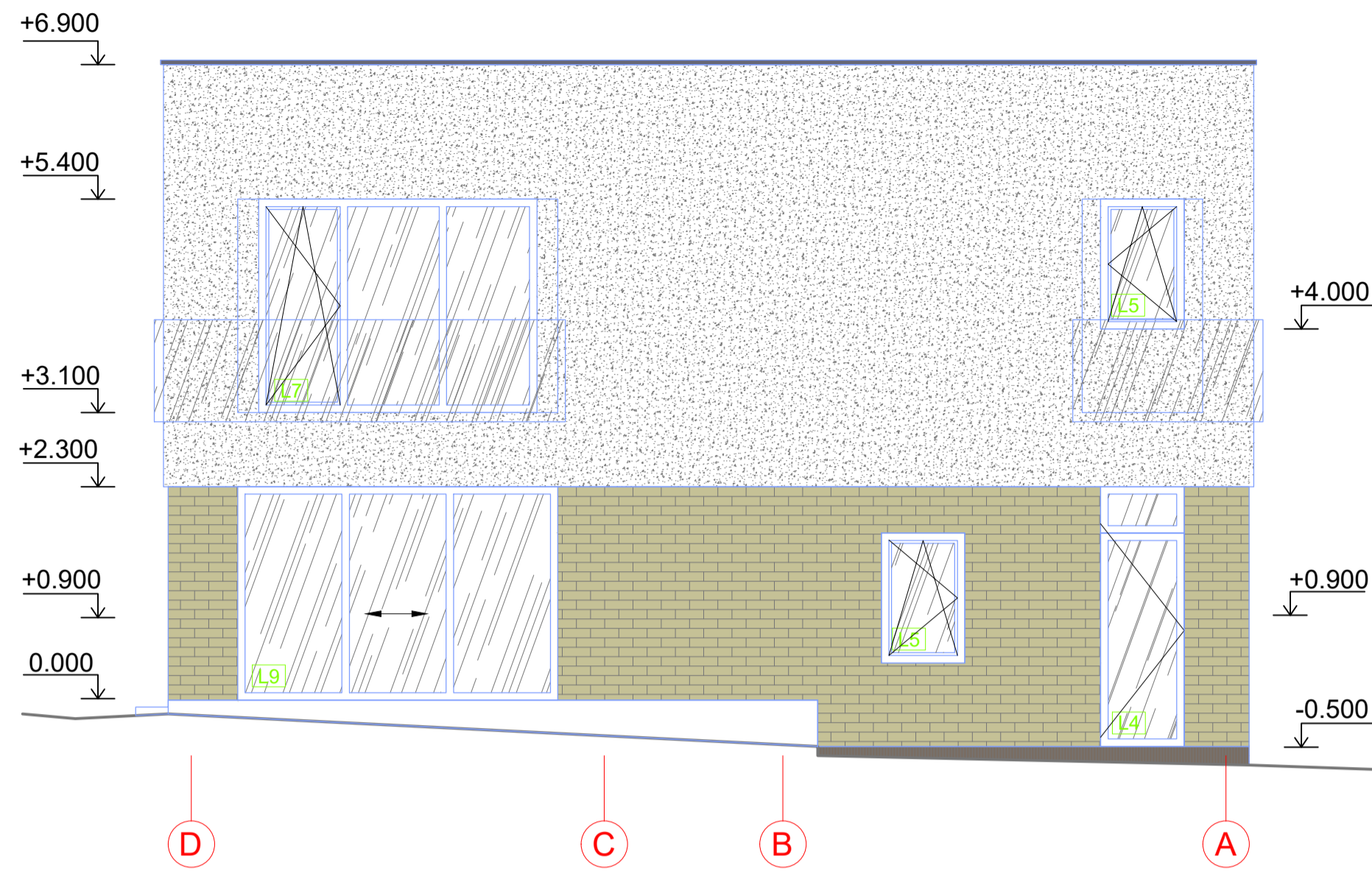
- Dėl globalinio atšilimo
- Dėl energijos naudojimo mažinimo
- Maži eksploatacijos kaštai
- Nesvarbu
- Kita...

## Priedas Nr. 15 Multifunkcinė talpa

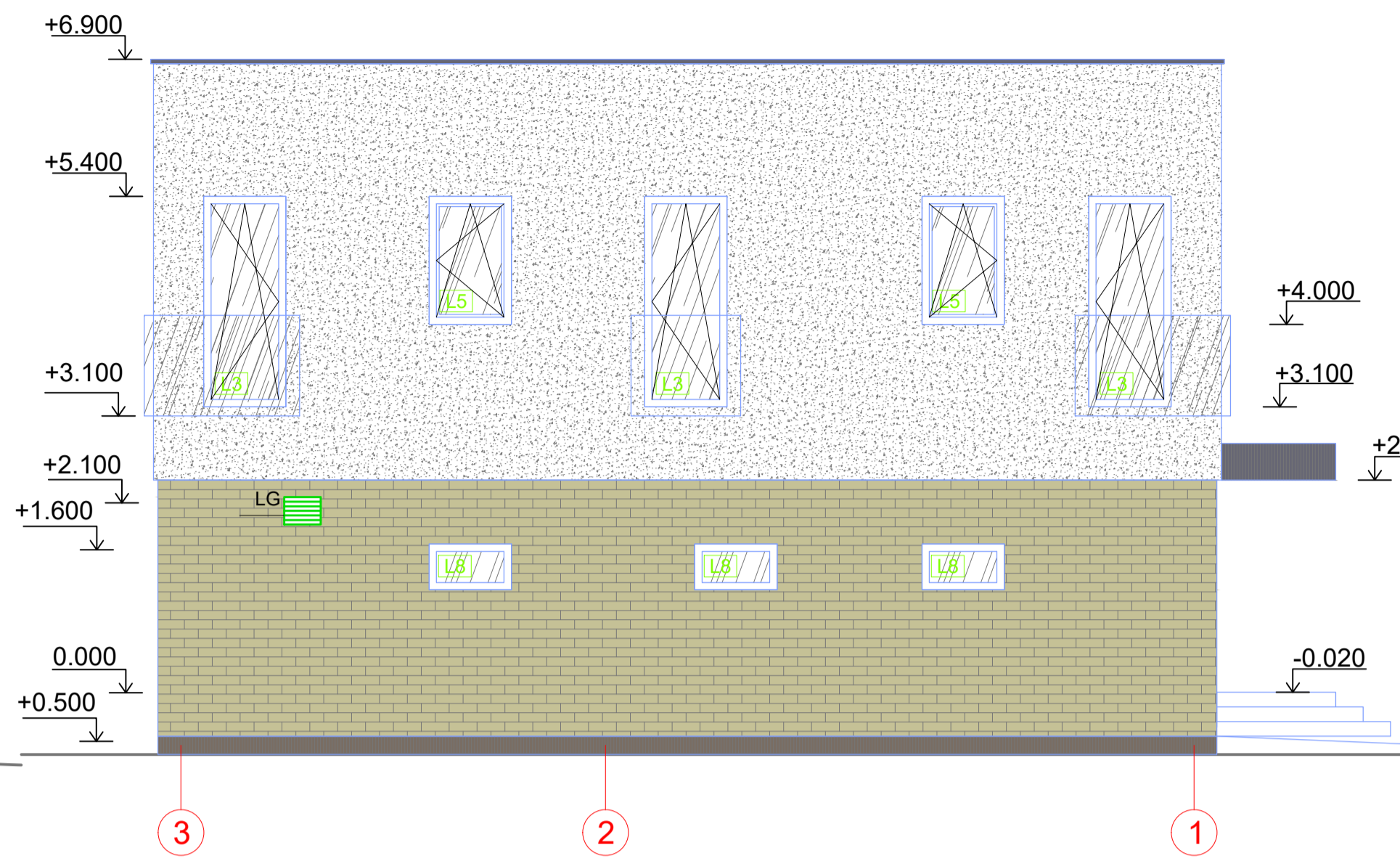


Talpa	Df	De	H	A	H2	H4	H5	H7	H8	H9	H11	H12	1-3-6-7-9-11-12-14-15-17
litrai	[mm]												
300	550	750	1390	1413	232	444	514	590	725	796	885	1078	1" 1/2
500	650	850	1720	1745	247	533	629	800	941	1011	1167	1393	1" 1/2
800	790	990	1890	1925	265	584	690	823	988	1115	1332	1541	1" 1/2
1000	790	990	2180	2210	265	656	787	1013	1188	1309	1588	1831	1" 1/2
1500	950	1150	2300	2345	313	736	845	1061	1286	1377	1653	1909	1" 1/2
2000	1100	1300	2370	2430	347	770	879	1060	1300	1411	1687	1943	1" 1/2

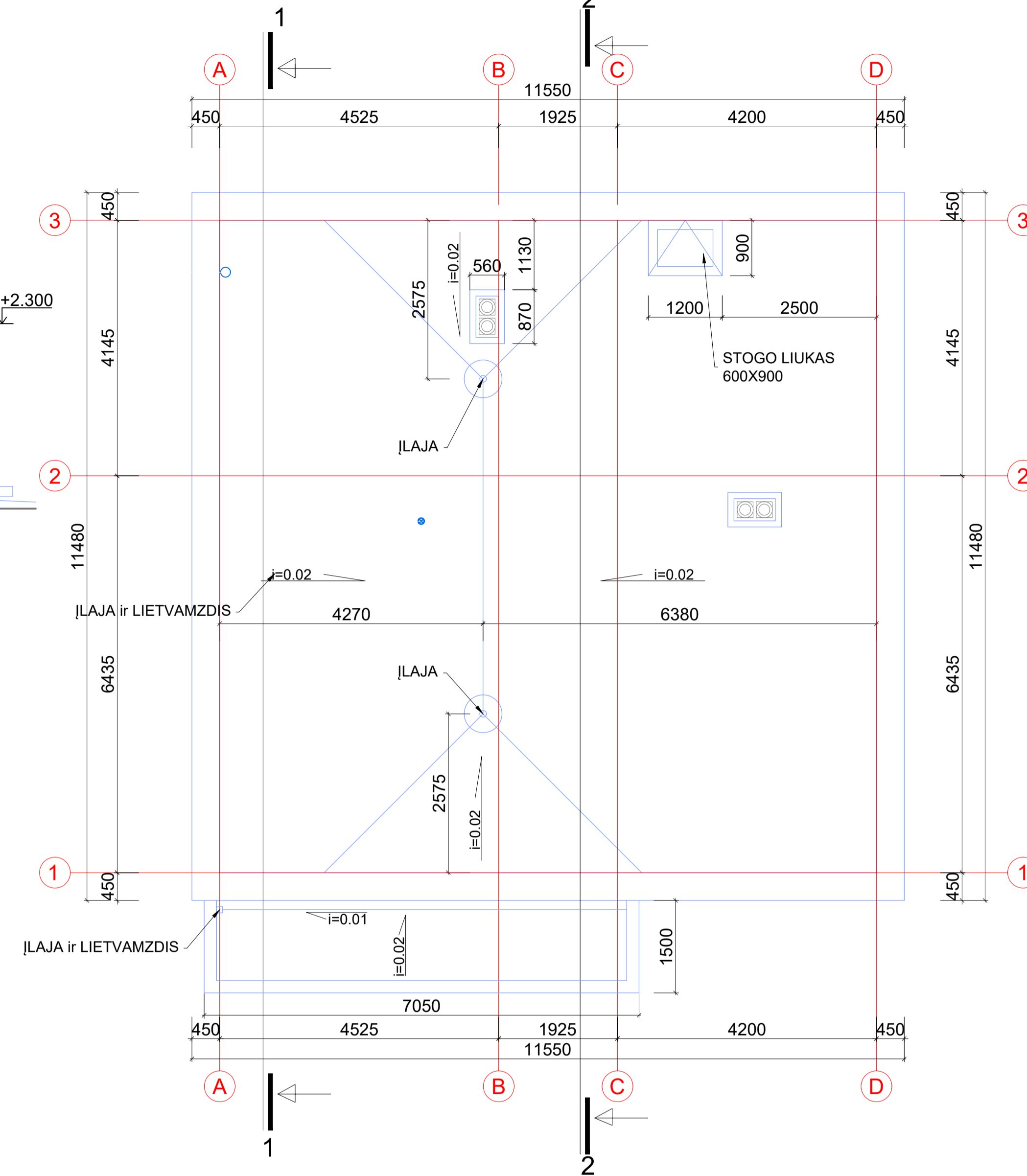
**FASADAS D-A**



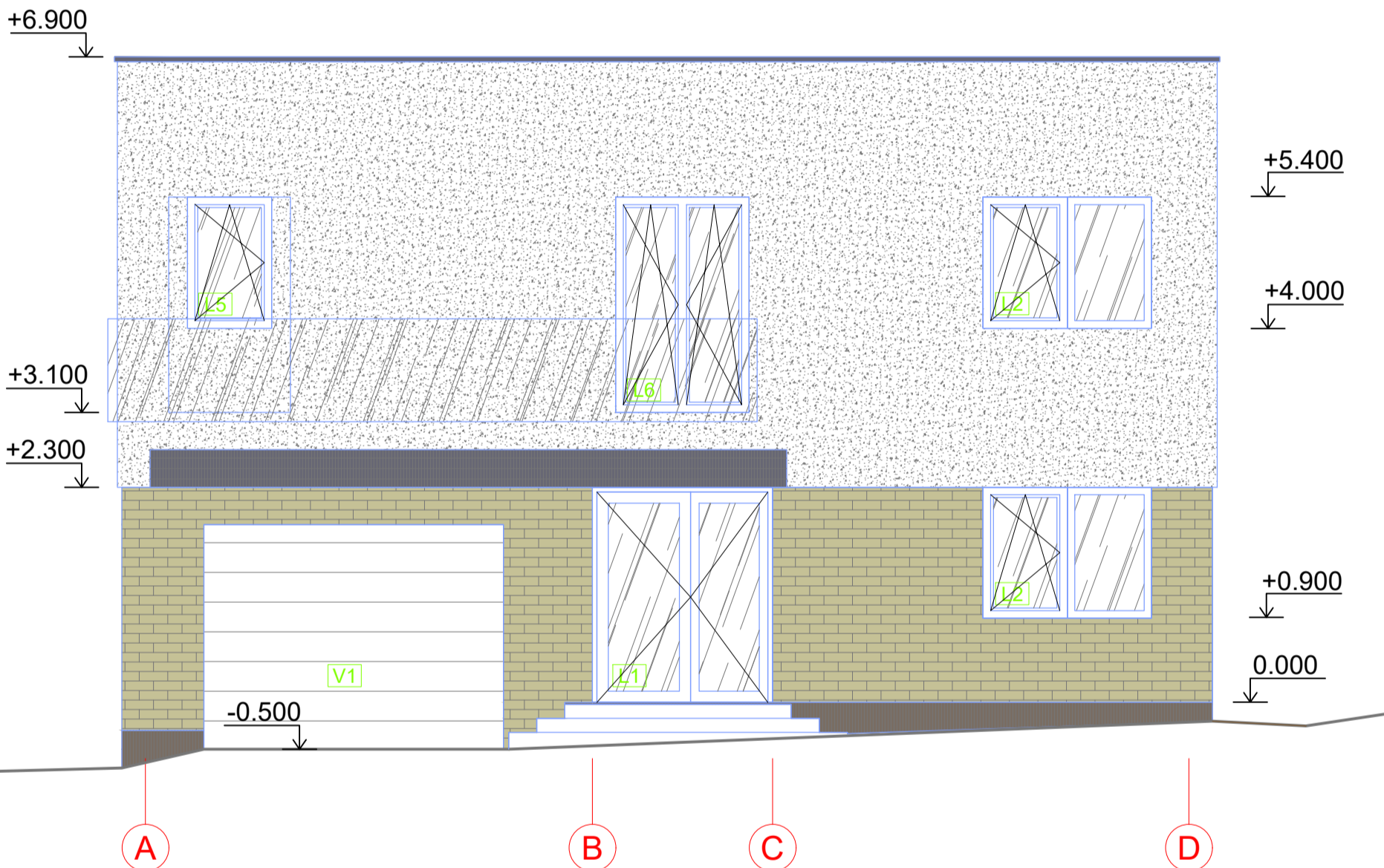
**FASADAS 3-1**



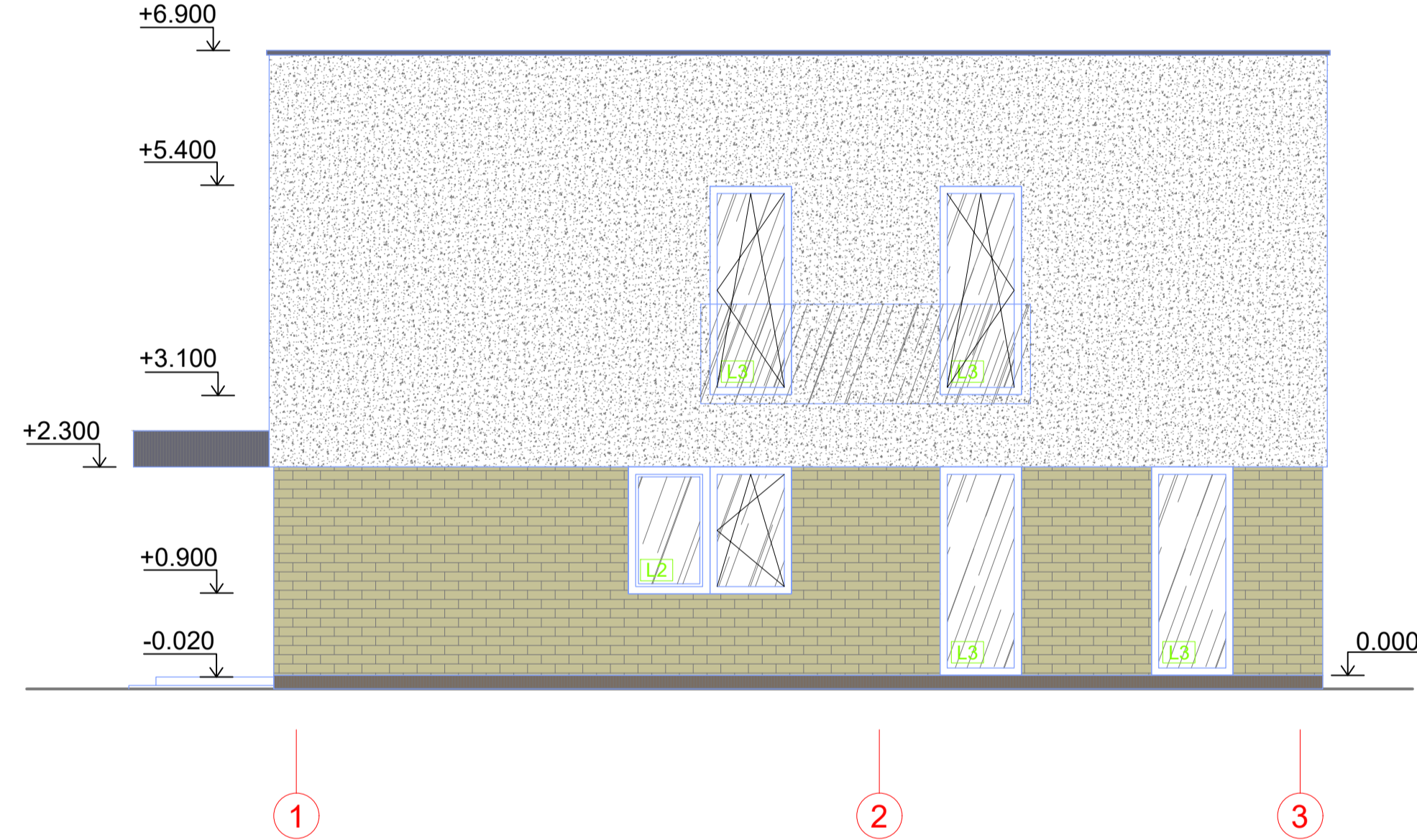
**STOGO PLANAS**



**FASADAS A-D**



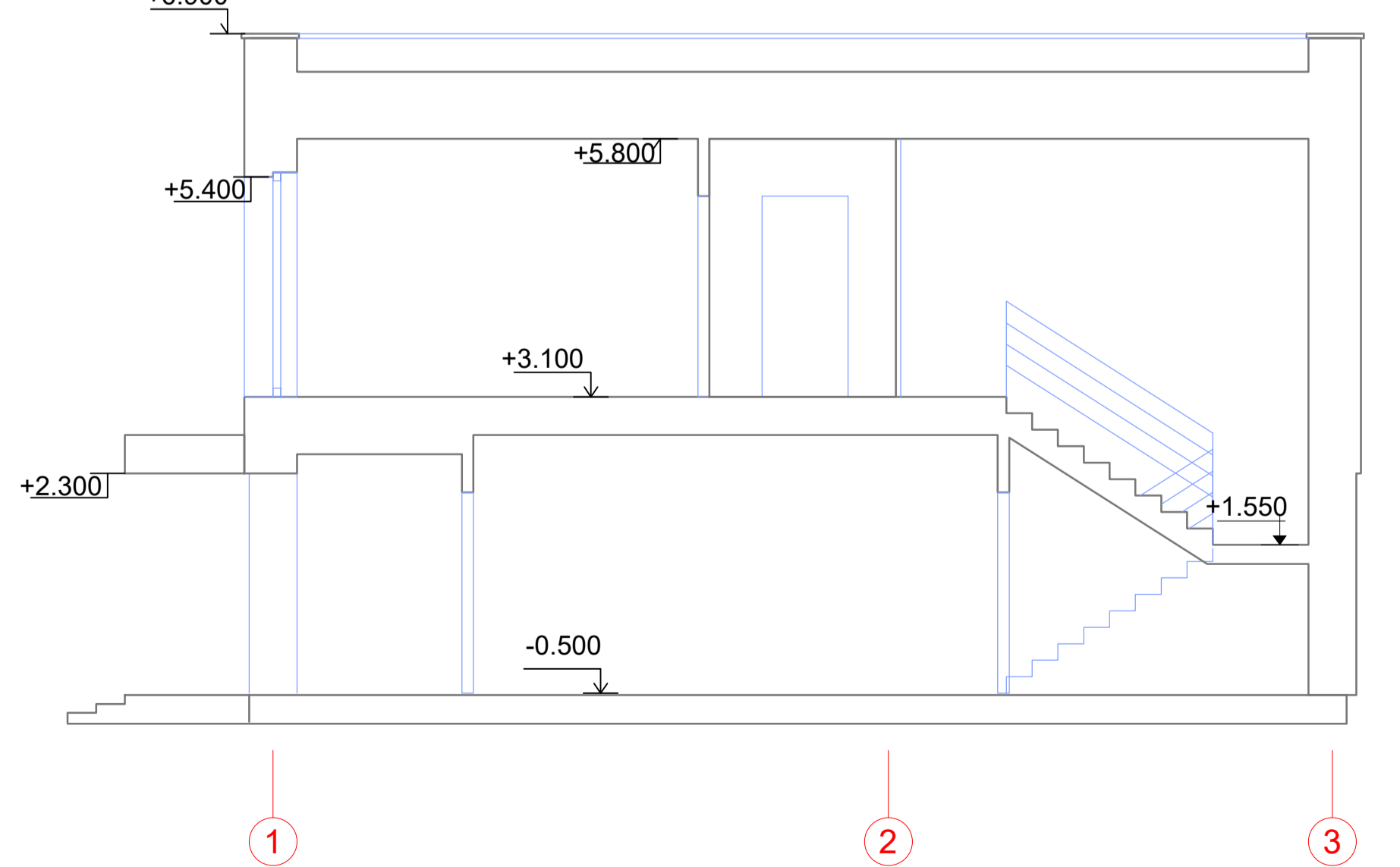
**FASADAS 1-3**



**PJŪVIS 1-1**



**PJŪVIS 2-2**

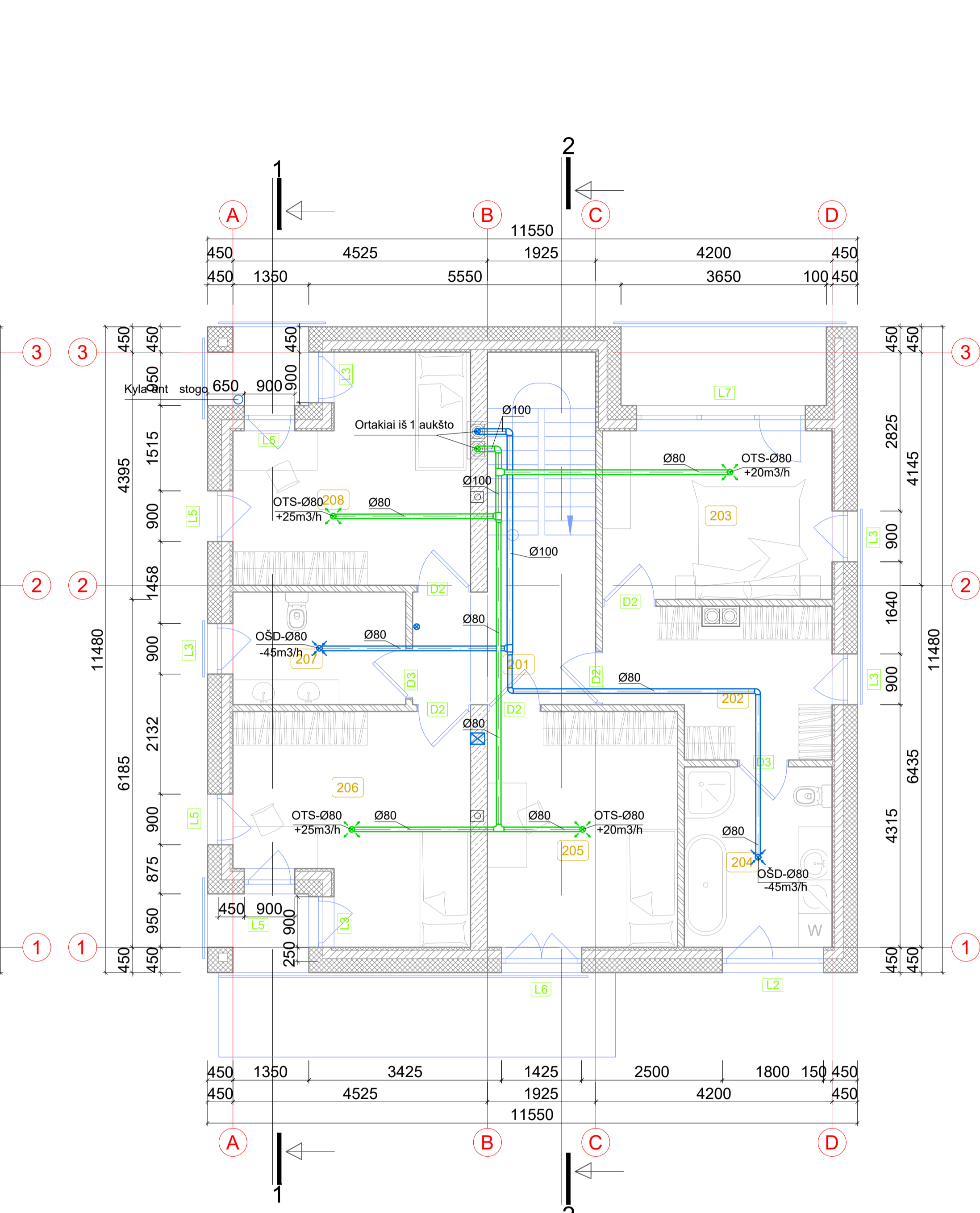
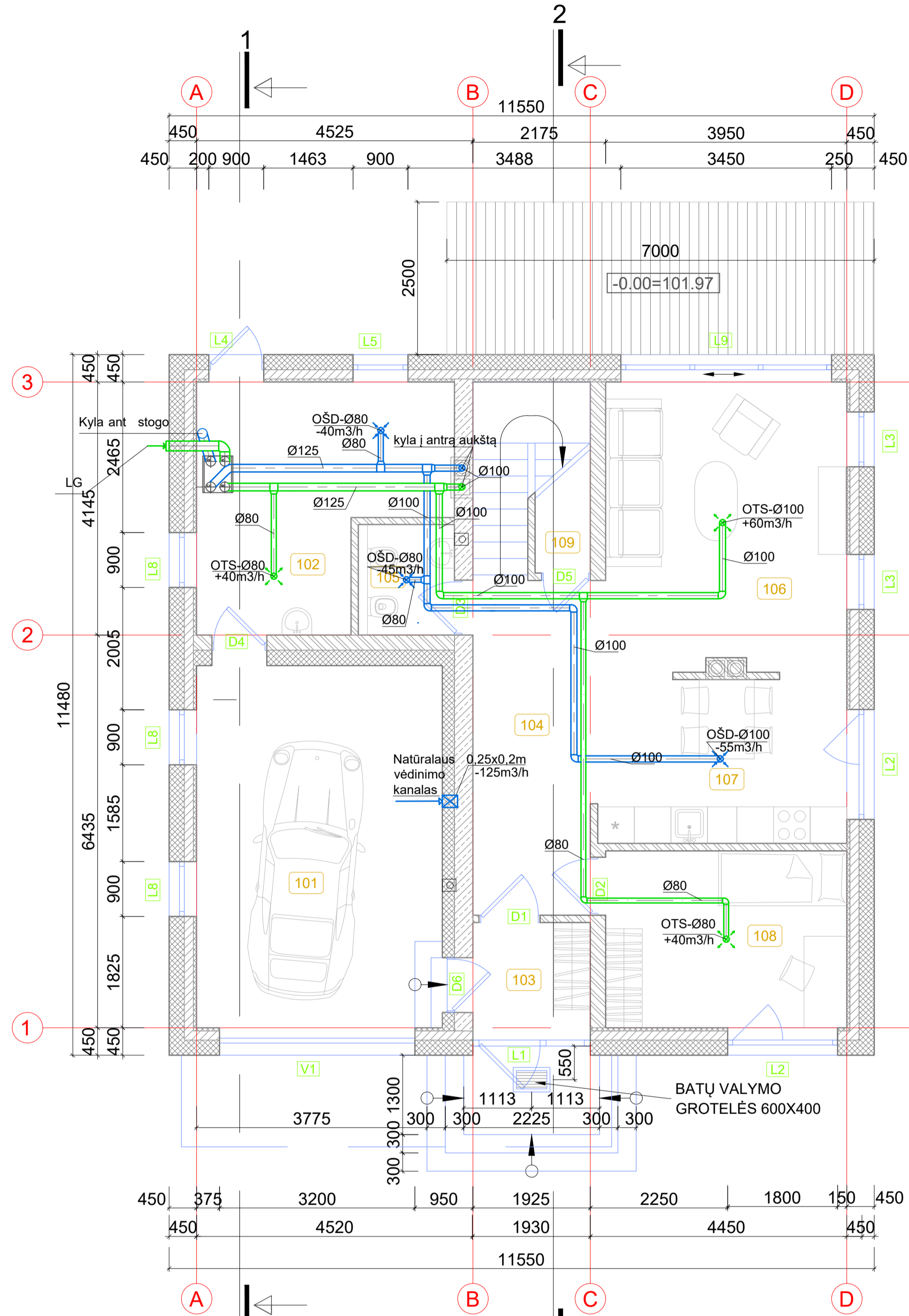


Grupė		KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-06	Studentas	V. Liubartas	2017-01-02	Pasyvių namų ir mažai energijos vartojančių pastatų praktika Lietuvoje	
	Vadovas	L. Stasiulienė	2017-01-02		
	Konsult.	R. Gečys	2017-01-02		
Etapas		Pastatų energinių sistemų katedra Studentų g. 48, 51367 Kaunas		Architektūrinė dalis. Mastelis 1:50	
TP			2017-TP-PESK-AR		Laida 0
				Lapas	Lapų
				1	3



# VĒDINIMO SISTEMOS PIRMO AUKŠTO PLANAS.

# VĒDINIMO SISTEMOS ANTRŲ AUKŠTO PLANAS.



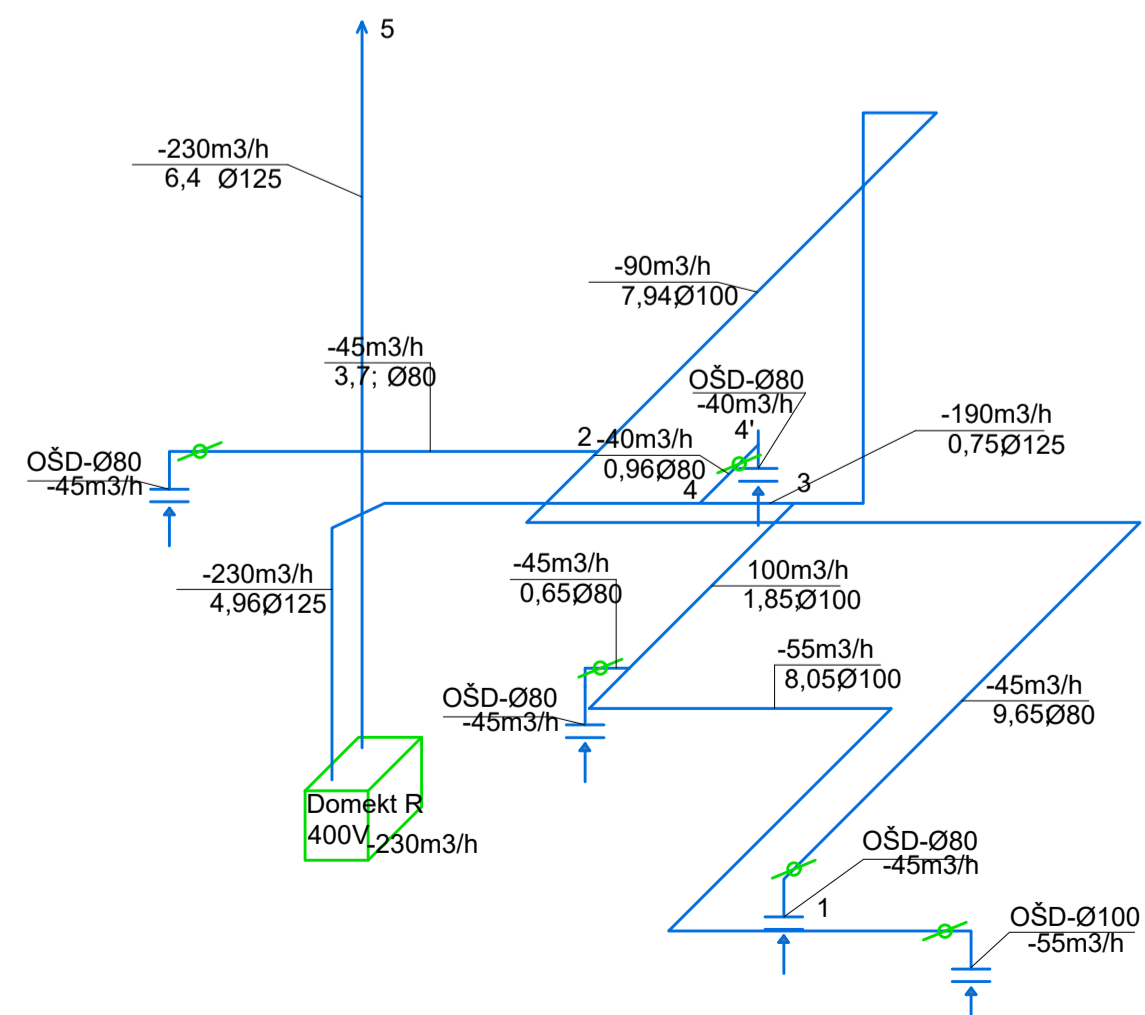
### Pirmo ir antro aukšto eksplikacija

PAT. NR.	PAVADINIMAS	PLOTAS
<b>PIRMAS AUKŠTAS</b>		
101	GARAŽAS	23.06 m²
102	KATILINĖ	14.10 m²
103	TAMBŪRAS	3.61 m²
104	HOLAS	11.58 m²
105	WC	2.73 m²
106	SVETAINĖ	19.00 m²
107	VIRTUVĖ	11.52 m²
108	DARBO KAMB.	11.45 m²
109	SANDELIUKAS	1.10 m²
<b>ANTRAS AUKŠTAS</b>		
201	HOLAS	8.46 m²
202	DRABUŽINĖ	9.73 m²
203	MIEGAMASIS	12.22 m²
204	VONIOS KAMB.	8.43 m²
205	VAIKO KAMB.	14.18 m²
206	VAIKO KAMB.	14.78 m²
207	VONIOS KAMB.	6.15 m²
208	VAIKO KAMB.	14.66 m²
<b>BENDRAS PLOTAS</b>		<b>185.50 m²</b>

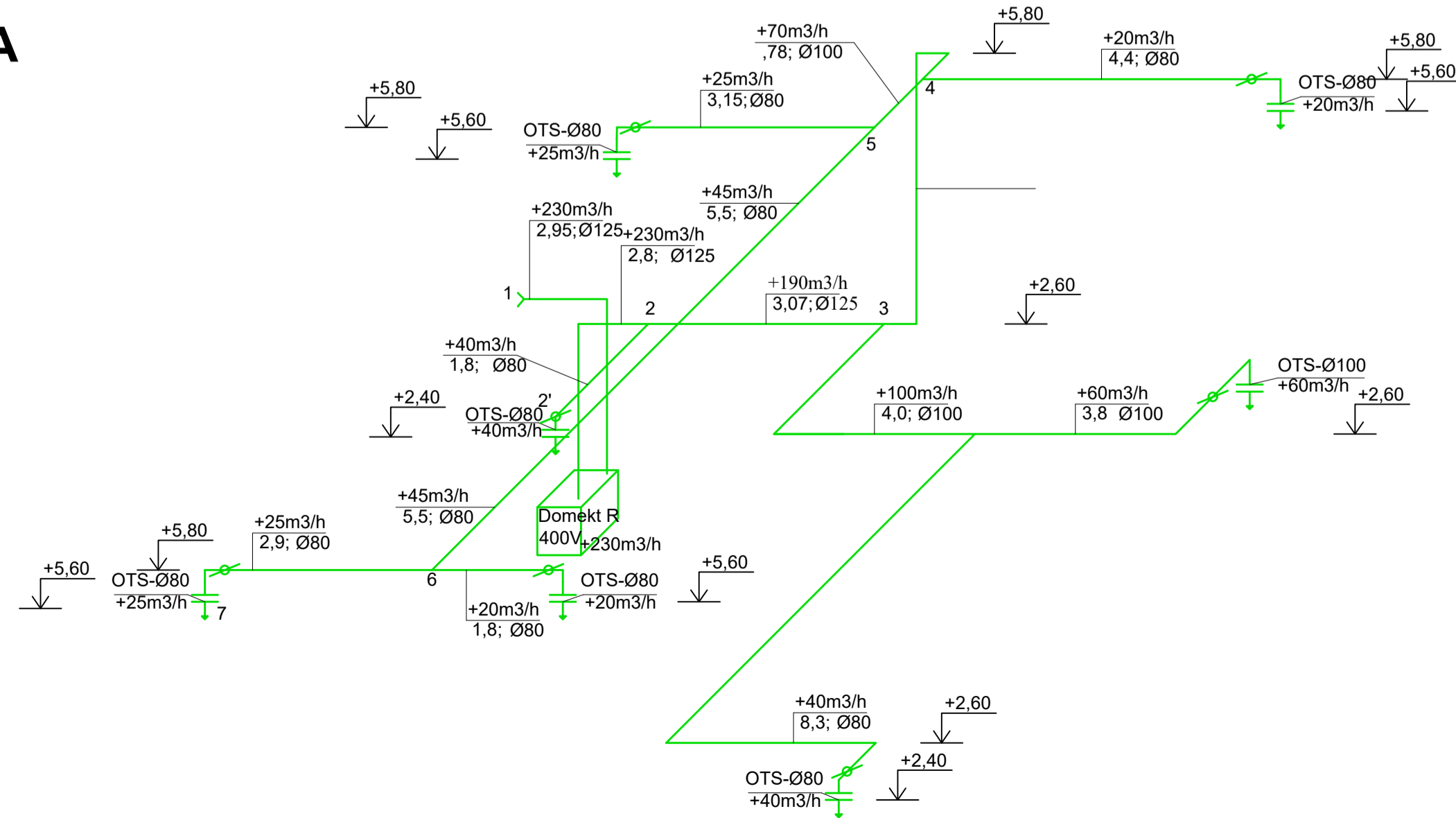
### Sutartiniai žymėjimai:

- reguliuojamo sklendė
- Difuzoriai
- OŠD-Ø100 -55m³/h** Difuzoriaus modelis  
Tiekiamo/šalinamo oro kiekis [m³/h]
- CDR-Ø125 +80m³/h** Difuzoriaus modelis  
Tiekiamo/šalinamo oro kiekis [m³/h]
- Ø100** Ortakio diametras, mm
- 250m³/h** Ruožu pratekantis debitas [m³/h];  
**1.37;Ø100** Ruožo ilgis [m]; Ortakio diametras [mm]
- Domekt R 400V** Ventkamos modelis; tiekiamo/šalinamo oro kiekis
- OTS-Ø100 +45m³/h** Difuzoriaus modelis, debitas
- 4** Ruožo numeris

### OTŠS1 VĒDINIMO SISTEMOS AKSONOMETRIJA



### OTŠS1 VĒDINIMO SISTEMOS AKSONOMETRIJA



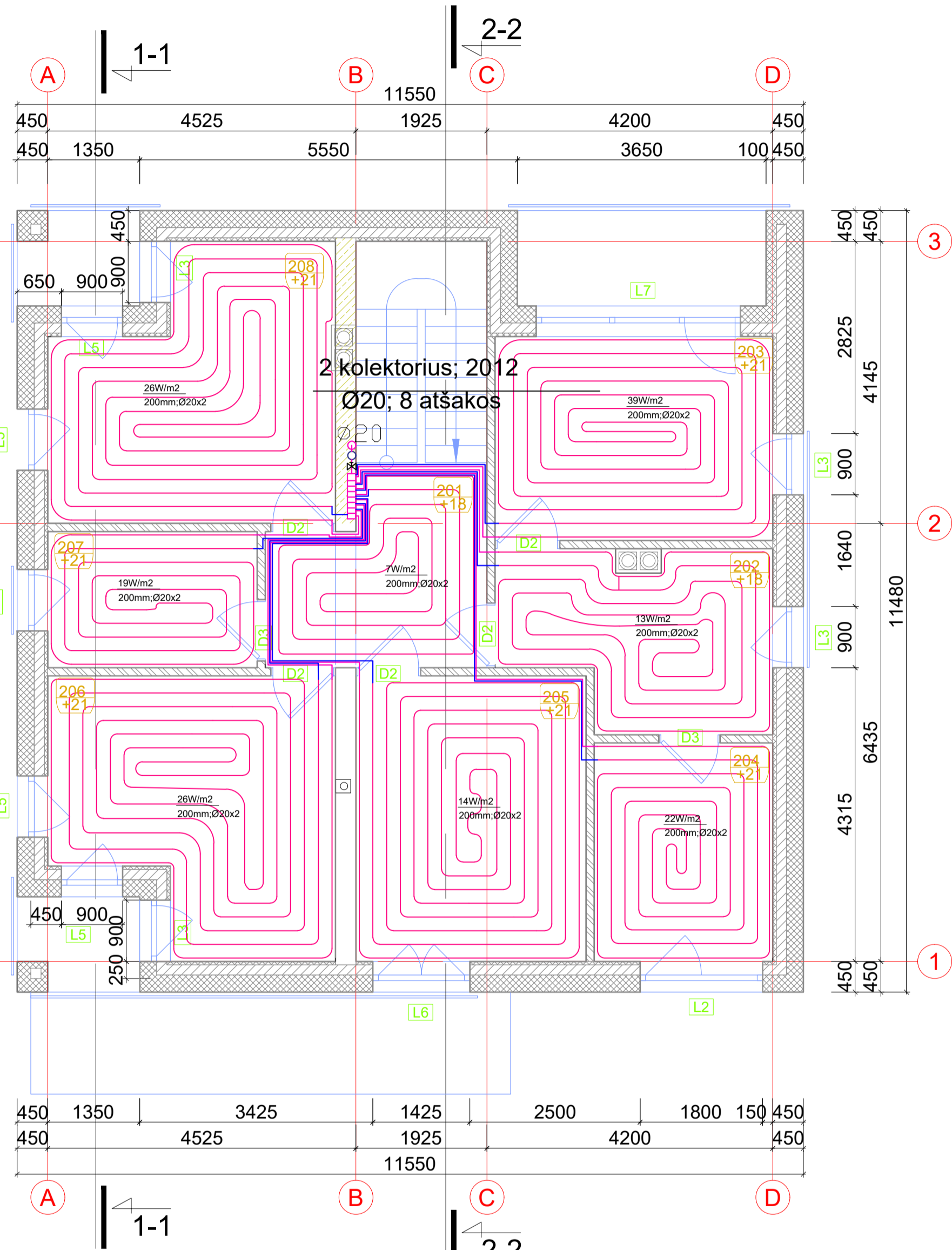
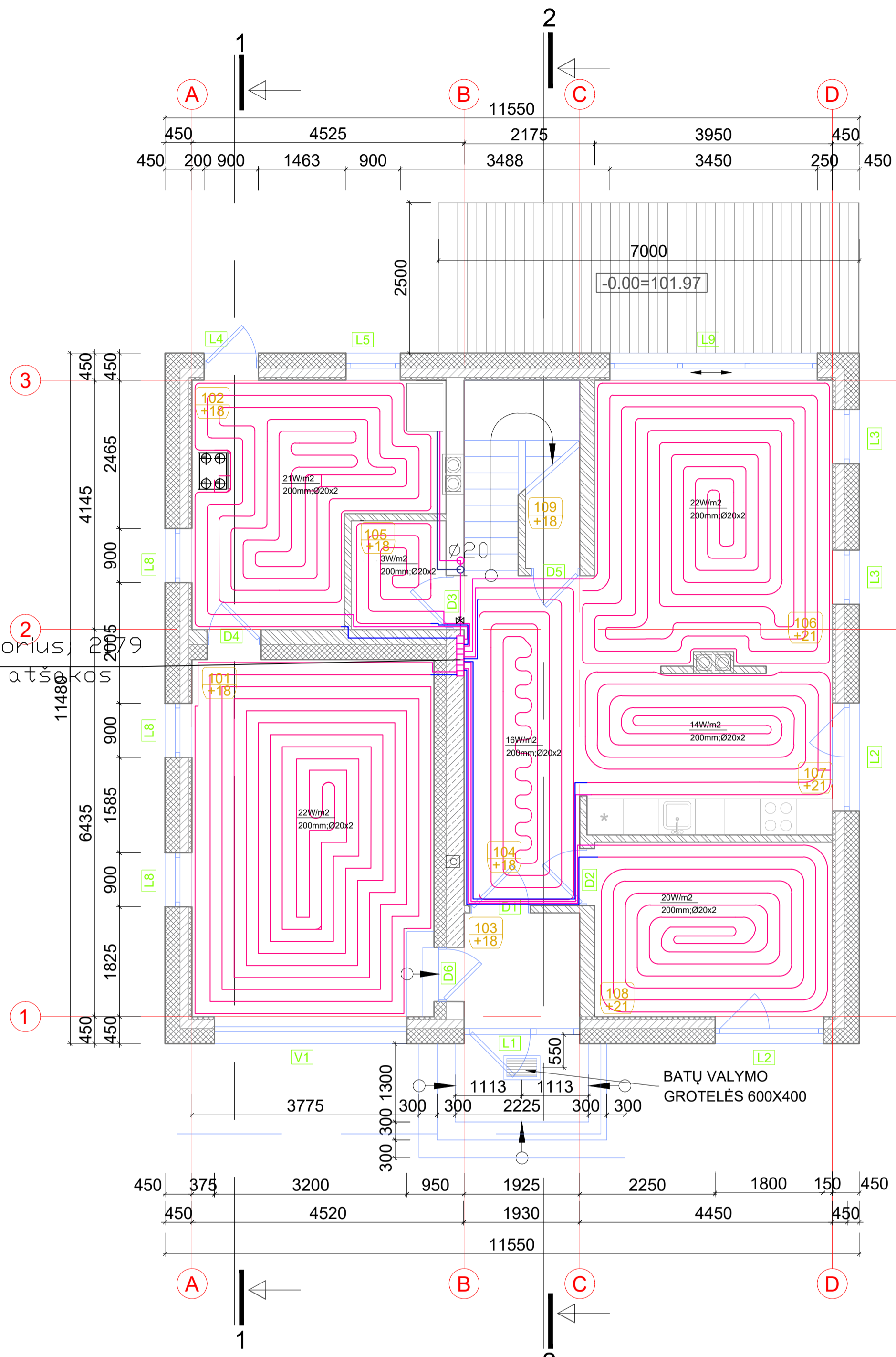
### Pastabos:

- Patalpose Ortakiai montuojami virš pakabinamų lubų
- OTŠS1 lauke esantys sistemos tiekimo ortakiai izoliuojami šilumine izoliacija

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis projektas		
SPM-06	Studentas	V.Liubartas	2017-01-02	Pasyvių namų ir mažai energijos vartojančių pastatų praktika Lietuvoje		
	Vadovas	L.Stasiulienė	2017-01-02			
	Konsult.	R.Gečys	2017-01-02			
	Vėdinimo sistemos. Mastelis 1:50				Laida	0
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra				Lapas	Lapu
TP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas				2017-TP-PESK-V	2 3

# ŠILDYMO SISTEMOS 1 AUKŠTO PLANAS.

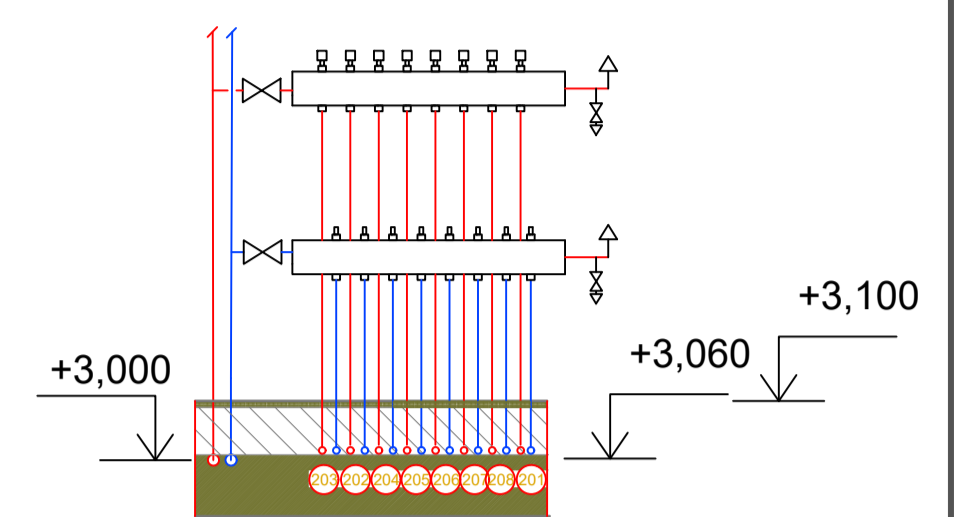
# ŠILDYMO SISTEMOS 2 AUKŠTO PLANAS.



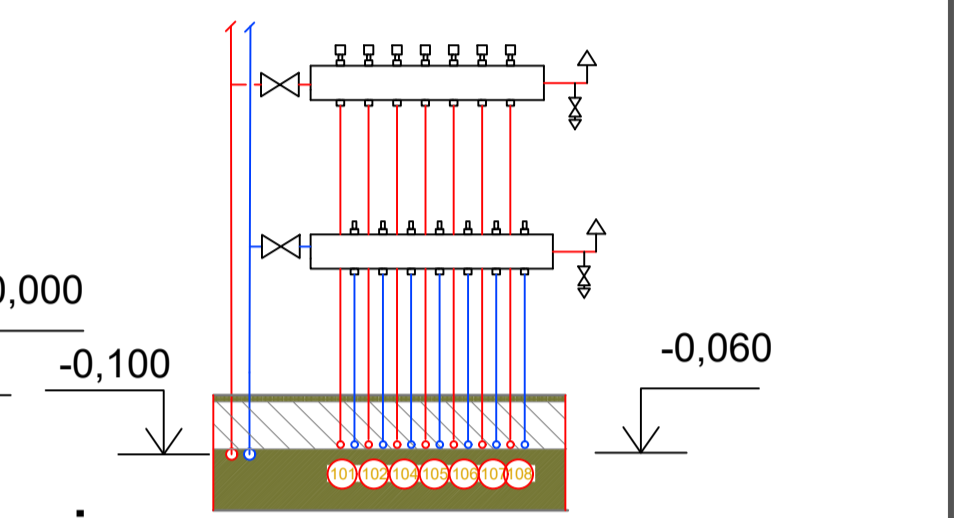
## Pirmo ir antro aukšto eksplikacija

PAT. NR.	PAVADINIMAS	PLOTAS
<b>PIRMAS AUKŠTAS</b>		
101	GARŽAS	23.06 m²
102	KATILINĖ	14.10 m²
103	TAMBŪRAS	3.61 m²
104	HOLAS	11.58 m²
105	WC	2.73 m²
106	SVETAINĖ	19.00 m²
107	VIRTUVĖ	11.52 m²
108	DARBO KAMB.	11.45 m²
109	SANĖLIUKAS	1.10 m²
<b>ANTRAS AUKŠTAS</b>		
201	HOLAS	8.46 m²
202	DRABUŽINĖ	9.73 m²
203	MIEGAMASIS	12.22 m²
204	VONIOS KAMB.	8.43 m²
205	VAIKO KAMB.	14.18 m²
206	VAIKO KAMB.	14.78 m²
207	VONIOS KAMB.	6.15 m²
208	VAIKO KAMB.	14.66 m²
<b>BENDRAS PLOTAS</b>		<b>185.50 m²</b>

## Kolektorius Nr.2 schema



## Kolektorius Nr.1 schema

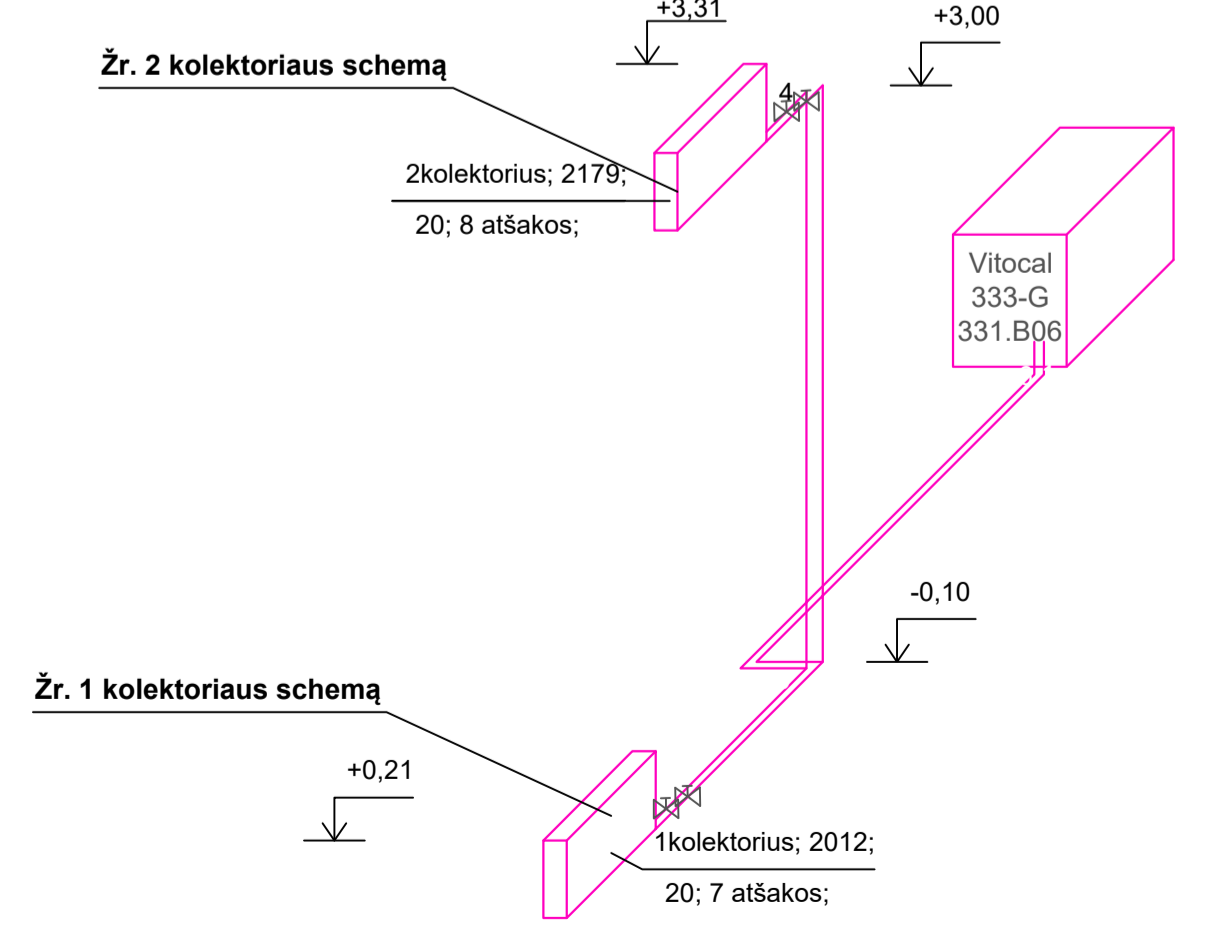


## Sutartiniai žymėjimai:

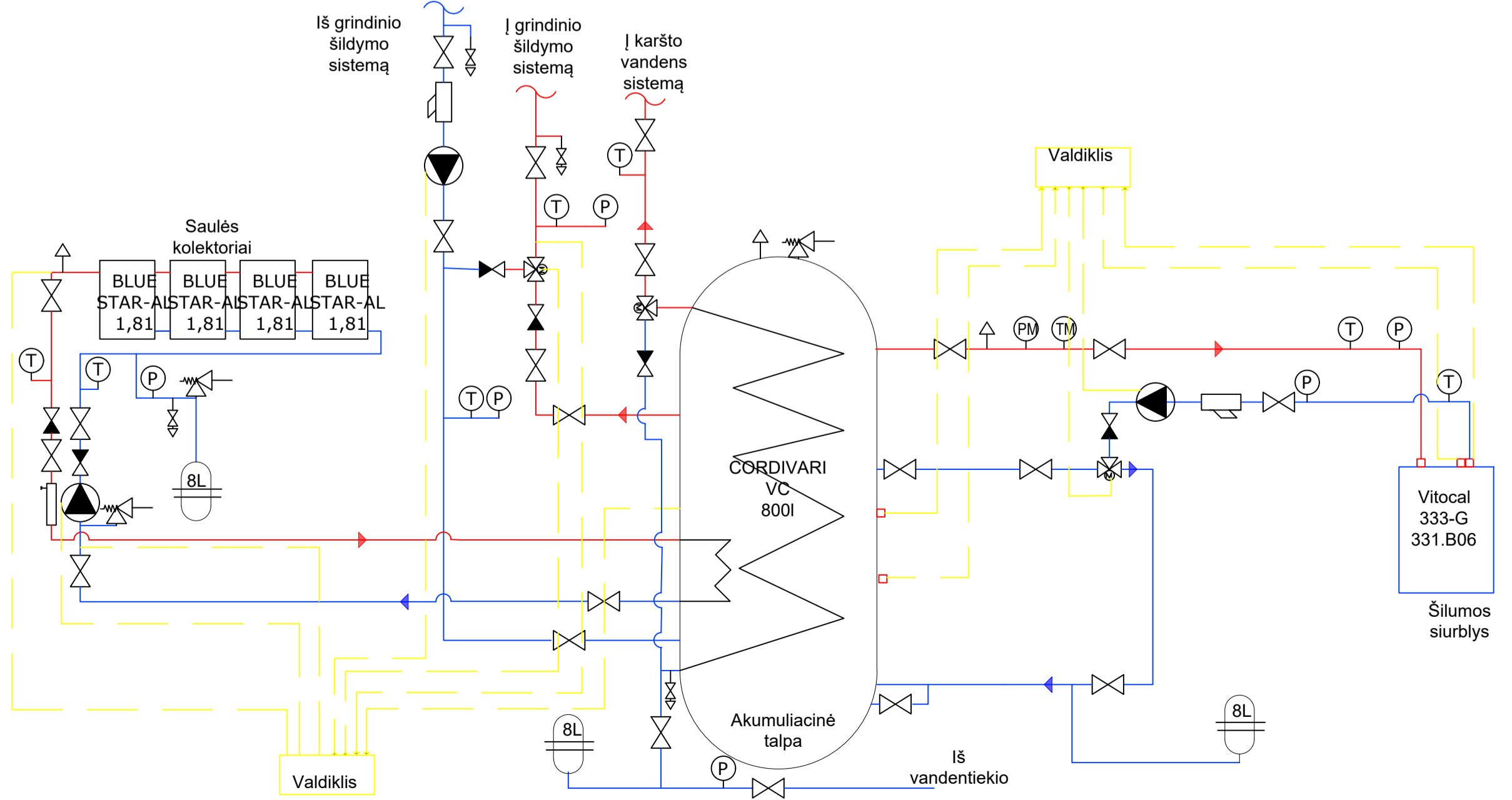
- Šildymo sistemos kolektorius
- Šildymo sistemos tiekiamas vamzdis
- Šildymo sistemos grįžtamas vamzdis
- Kontūro šilumos srautas [W/m²]
- Tarpas tarp vamzdžių [mm]; skersmuo [mm]
- Kolektorius pav.; galia [W]
- Vamzdžio skersmuo [mm]; atšakų sk
- Vamzdžio diametras, mm

- Rutulinė sklendė
- sklendė
- Atbulinis vožtuvas
- Balansinis ventilis
- Dvieigis ventilis su el. pavara
- Apsauginis ventilis
- Automatinis nuorinimo ventilis
- Ventilis sistemos išleidimui
- Srauto kryptis
- Pereiga (diametro pasikeitimas)
- Manometras
- Termometras
- Slėgio matuoklis
- Temperatūros matuoklis
- Dažnio keitiklis
- Išsiplėtimo indas
- Siurblys
- Filtras
- Lanksti jungtis
- Pavara
- Srauto matuoklis

## ŠILDYMO SISTEMOS AKSONOMETRIJA



## ŠILDYMO SISTEMOS KATILINĖS SCHEMA



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis projektas
SPM-06	Studentas	V.Liubartas	2017-01-02	Pasyvių namų ir mažai energijos vartojančių pastatų praktika Lietuvoje
	Vadovas	L.Stasiulienė	2017-01-02	
	Konsult.	R.Gečys	2017-01-02	
				Šildymo sistemos. Mastelis 1:50
				Laida 0
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra Studentų g. 48, 51367 Kaunas			2017-TP-PESK-Š
				Lapas 3
				Lapų 3