



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS  
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

**Tadas Morkvėnas**

**ŠILUMOS SIURBLIŲ „GRUNTAS-VANDUO“ IR „ORAS-VANDUO  
ANALIZĖ IR PARINKIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

lekt. dr. Rokas Valančius

Kaunas, 2017

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

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(parašas) Prof. Tadas Ždankus

(data)

**Šilumos siurblių „gruntas-vanduo“ ir „oras-vanduo analizė ir  
parinkimas**

Baigiamasis magistro projektas

Pastatų inžinerinės sistemos (kodas 621H24001)

**Vadovas**

(parašas) lekt. dr. Rokas Valančius

(data)

**Recenzentas**

(parašas) doc. dr. Karolis Banionis

(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Tadas Morkvėnas

(data)



## PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

**Patvirtinu**, kad parengtas magistro baigiamasis darbas

Šilumos siurblių „gruntas-vanduo“ ir „oras-vanduo“ analizė ir parinkimas

---

(įrašyti pavadinimą)

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

---

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

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

Magistro baigiamasis darbas

**ŠILUMOS SIURBLIŲ „GRUNTAS-VANDUO“ IR „ORAS-VANDUO“ ANALIZĖ IR  
PARINKIMAS**

Tadas Morkvėnas

Anotacija

Magistro baigiamajame projekte atlikta šilumos siurblių gruntas / vanduo ir oras / vanduo analizė. Remiantis gamintojų duomenimis nustatytas naudingojo veikimo koeficientas COP bei ištirtas sezoninis naudingumo koeficientas pagal duomenis gautus iš realiai veikiančių sistemų. Pasitelkiant modeliavimo programą „Polysun“ ir atlikus ekonominius skaičiavimus nustatyta, kad projektuojamame pastate geriausią būtų įrengti oras / vanduo šilumos siurblių sistemą

Naujai projektuojamam pastatui atliekami šilumos nuostolių skaičiavimai, projektuojama grindinio šildymo ir rekuperacinė vėdinimo sistema. „Polysun“ programos pagalba parenkamas šilumos siurblys oras / vanduo. Įvertinimas energijos poreikis pastato šildymui, apskaičiuojamas šilumos siurblio sistemos atsipirkimo laikas, bei šilumos siurblio pagamintos 1kWh kaina.

Reikšminiai žodžiai (iki 8 žodžių): Šildymas; šilumos siurblys, oras / vanduo sistema; gruntas / vanduo sistema; naudingojo veikimo koeficientas COP; sezoninis naudingumo koeficientas SCOP; grindinis šildymas.

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

Master final work

ANALYZIS AND SELECTION OF HEAT PUMPS „SOIL-WATER“ AND „AIR-WATER“

Tadas Morkvėnas

Summary

Master's thesis analyzes heat pumps „soil / water“ and „air / water. From manufacturers data coefficient of performance is defined. On the basis with data from working systems seasonal coefficient is set. Through modeling program „Polysun“ and economical reasearch it is calculated that the best system to apply for projected bulding is air / water.

For new projected building calculations of heats loses were made and floor heating designed. Through modeling program „Polysun“ heat pump air /water is selected. Heat amount for new building is evaluated, payback time for heat pump air / water system is calculated. 1kWh price is estimated, which is produced by heat pump air / water.

Keywords (up to 8 words): Heating system; heat pump; system air / water; system siol /water; coefficient of performance; seasonal coefficient of performance; floor heating.



## TURINYS

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Įvadas .....                                                                              | 1  |
| 1. Literatūros apžvalga .....                                                             | 2  |
| 2. Šilumos siurblio veikimo principas.....                                                | 6  |
| 3. Šildymo efektyvumas, COP nustatymas .....                                              | 7  |
| 4. Šilumos siurblio sezoninis efektyvumo koeficientas(SCOP) .....                         | 7  |
| 5. Šilumos šaltinis žemė .....                                                            | 8  |
| 5.1 Sistema gruntas / vanduo .....                                                        | 8  |
| 6. Šilumos šaltinis oras.....                                                             | 10 |
| 6.1 Sistema oras / vanduo .....                                                           | 10 |
| 7. Oras-vanduo ir gruntas-vanduo sistemų privalūmai ir trūkumai.....                      | 11 |
| 7.1 Gruntas / vanduo .....                                                                | 11 |
| 7.2 Oras / vanduo .....                                                                   | 12 |
| 8. Energijos transformacijos koeficiento(COP) analizė.....                                | 13 |
| 9. SCOP(sezoninio transformacijos koeficiento) analizė iš realiai veikiančių sistemų..... | 15 |
| 9.1 Objektas Nr.1 .....                                                                   | 15 |
| 9.2 Objektas Nr.2 .....                                                                   | 18 |
| 10. Optimalios sistemos parinkimas .....                                                  | 21 |
| 10.1 Sistemos modeliavimas .....                                                          | 21 |
| 10.2 Ekonominis įvertinimas.....                                                          | 21 |
| 11. Inžinerinių sistemų projektavimas .....                                               | 23 |
| 11.1 Aiškinamasis raštas. Grindinis šildymas .....                                        | 23 |
| 11.2 Statinio atitvarų šilumos perdavimo koeficientai.....                                | 24 |
| 11.3 Šilumos siurblio parinkimas .....                                                    | 26 |
| 11.4 Šilumos siurblių derinimas, montavimas, darbų saugos reikalavimai .....              | 27 |
| 11.5 Vėdinimo sistemos projektavimas. Aiškinamasis raštas .....                           | 28 |
| 11.5 Oro sausintuvo parinkimas .....                                                      | 30 |
| 12. Išvados.....                                                                          | 34 |
| 13. Literatūros sąrašas.....                                                              | 35 |
| 14. Priedai.....                                                                          | 37 |



## **PRIEDŲ SĄRAŠAS**

1. Priedas. Šilumos nuostolių skaičiavimai per atitvaras.
2. Priedas. Hidrauliniai skaičiavimai.
3. Priedas. Šildomų grindų įrengimo kiekių žiniaraštis.
4. Priedas. Šilumos siurblio gruntas / vanduo katilinės įrengimo kiekių žiniaraštis.
5. Priedas. Šilumos siurblio oras / vanduo katilinės įrengimo kiekių žiniaraštis.
6. Priedas. Aerodinaminiai skaičiavimai.
7. Priedas. Vėdinimo sistemos įrengimo kiekių žiniaraštis.
8. Priedas. Sausintuvo parametrai.
9. Priedas. Oro fiziniai parametrai.
10. Priedas. Sudėtinės šilumos siurblio sistemos dalys.
11. Priedas. Šamata gruntas / vanduo sistemai.
12. Priedas. Šamata oras / vanduo sistemai.
13. Priedas. Modeliavimo programos „Polysun“ rezultatai gruntas/vanduo sistemai.
14. Priedas. Modeliavimo programos „Polysun“ rezultatai oras/vanduo sistemai.

## **BRĖŽINIŲ SĄRAŠAS**

1. 2017-TP-PES-01 Pirmo aukšto planas, Antro aukšto planas, Fasadai.
2. 2017-TP-PES-02 Fasadas 1-2, Pjūvis 1-1, Konstrukcinės detalės.
3. 2017-TP-PES-03 Pirmo aukšto grindinis šildymas, Antro aukšto grindinis šildymas.
4. 2017-TP-PES-04 Pirmo aukšto vėdinimo planas, Antro aukšto vėdinimo planas
5. 2017-TP-PES-04 Šilumos gamybos hidraulinė schema.

## IVADAS

Magistro baigiamojo darbo tikslas - ištirti „gruntas / vanduo“ ir „oras / vanduo“ šilumos siurblių sistemas. Nustatyti šių šilumos siurblių energinio naudingumo koeficientus COP vadovaujantis gamintojų pateiktais duomenimis bei sezoninius naudingumo koeficientus SCOP remiantis duomenimis iš realiai veikiančių sistemų. Tyrimo objektais pasirinkti pastatai su naujai sumontuotomis tokio tipo sistemomis. Pasitelkiant modeliavimo programą „Polysun“ bei atlikus ekonominius skaičiavimus nustatyta, kad projektuojamame pastate geriausia būtų įrengti „oras / vanduo“ tipo šilumos siurblių sistemą.

Magistro baigiamajame darbe apskaičiuojami pastato šiluminiai nuostoliai, projektuojama šildymo sistema su grindiniu šildymu ir atskiru temperatūros reguliavimu kiekvienoje patalpoje. Gyvenamosiose patalpose suprojektuota rekuperacinė vėdinimo sistema, o garaže bei sandėliavimo paskirties patalpose numatoma natūrali ventiliacija. Parenkamas šilumos siurblys „oras / vanduo“ tipo kurio COP 4,1, SCOP 2,9. Šilumos siurblių projektavimui naudojama programa „Polysun“. Įvertinamas energijos poreikis pastato šildymui, apskaičiuojamas šilumos siurblių sistemos atsipirkimo laikas ir šilumos siurblių pagamintos vienos kWh kaina. Darbo pabaigoje pateikiami nurodymai šilumos siurblių sistemų derinimui ir eksploatacijai, svarbiausi darbų saugos reikalavimai montuojant šilumos siurblius.

# 1. LITERATŪROS APŽVALGA

Šilumos siurblių panaudojimas pastatų šildymui ir karšto vandens ruošimui yra pažangių technologijų rezultatas, kurių dėka turime efektyvų energijos gamybos būdą lyginant su iškastinio kuro deginimu. Pasaulyje yra milijardai šilumos siurblių naudojamų skirtinguose regionuose. Nepasaint to, kad jų veikimas yra jau senai pritaikomas šildymo/vėsinimo srityje daugumai pasaulio šalių tai yra sąlyginai nauja technologija.

Oras / vanduo šilumos siurblių sistemos pritaikomos vandeninėse šildymo sistemose užtikrinti šildymo poreikį ir karšto vandens gamybą įvairios paskirties pastatams. Konstrukciniu atžvilgiu yra dviejų blokų sistemą (split sistema) susidedanti iš išorinio ir vidinio bloko arba monobloko sistema su integruotais šilumos gamybos ir atidavimo komponentais, kas padidina lauke esančio bloko gabaritus. Oras / vanduo šilumos siurbliai yra populiarus ne tik pietinėse Europos šalyse, bet ir Šiaurės Europoje dėl populiarių vandeninio tipo šildymo sistemų.

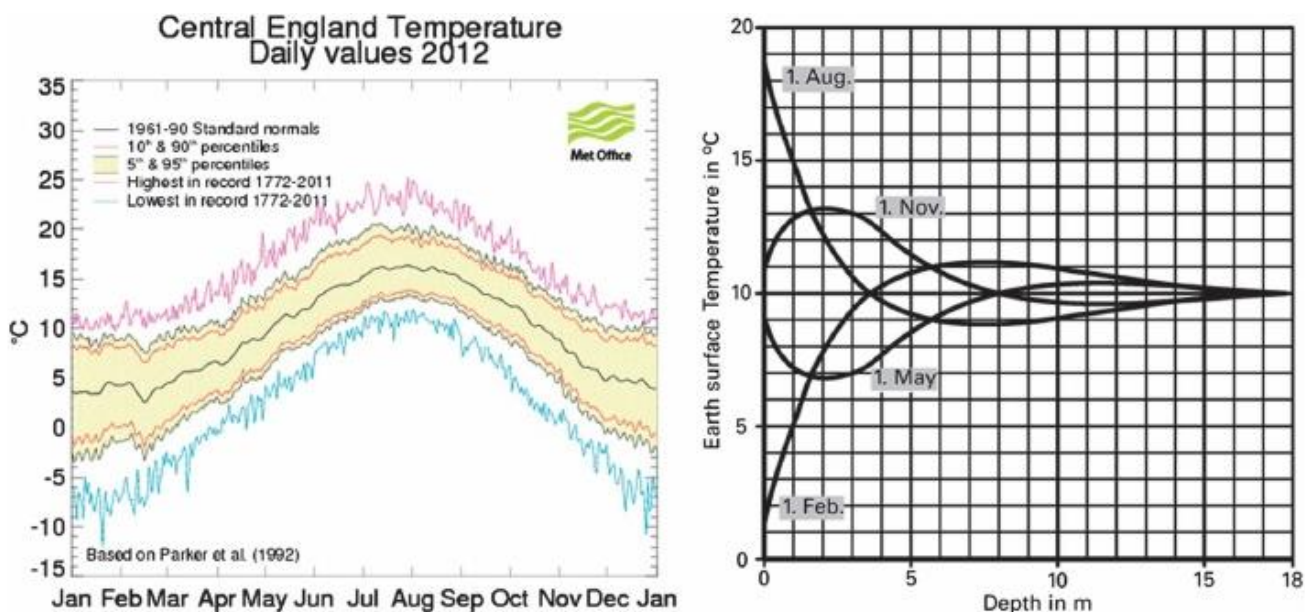
Gruntas / vanduo šilumos siurbliai šilumos gamybai naudojami grunte esančia energija, tam yra naudojami vamzdynai (kitai vadinami lauko kolektoriais), kurie yra užkasami žemėje horizontaliose tranšėjose arba vertikaliuose gręžiniuose. Europoje šio tipo siurbliai šilumos gamybai ir karšto vandens ruošimui yra populiariausi.

**Šilumos siurblių oras / vanduo ir gruntas / vanduo naudingojo veikimo koeficiento tyrimas Didžiojoje Britanijoje [23].**

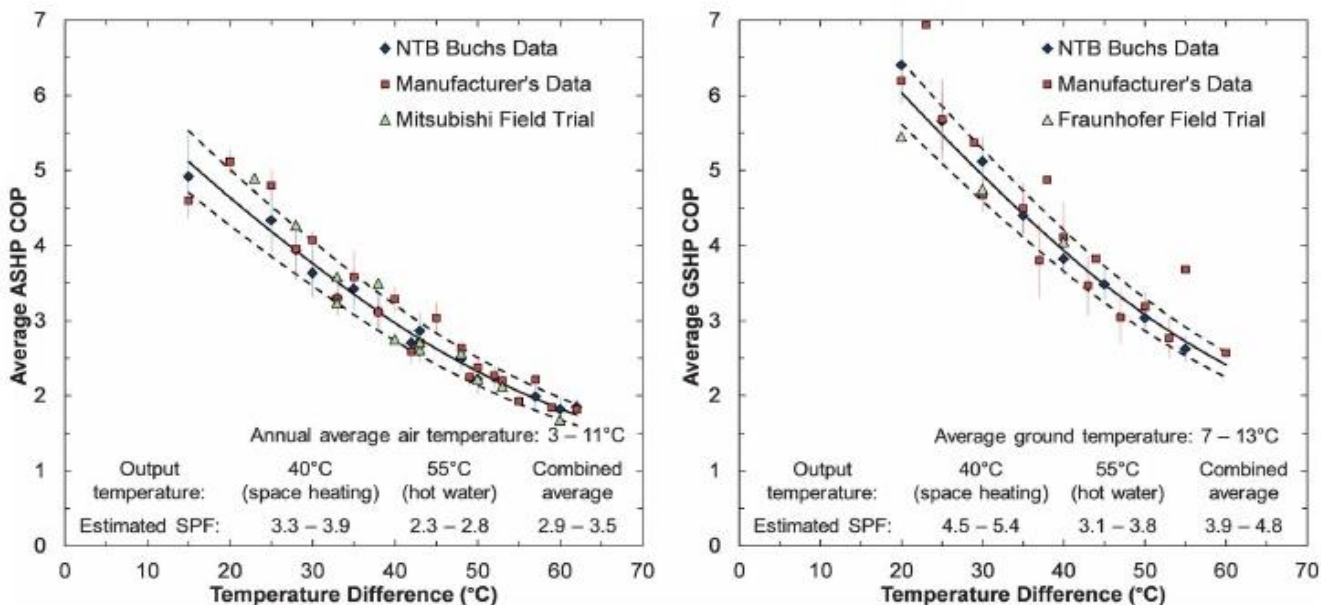
Didžiausias šildymo poreikis yra žiemos laikotarpiu, kai lauko oro temperatūra yra žemiausia. Grunto temperatūra gilesniuose sluoksniuose turi mažus kitimo intervalus, būna pastovi. Tai yra pastebima net sistemose su horizontaliu kolektoriumi, kai gylis yra nedidelis. Žiemos metu Jungtinėje Karalystėje oro temperatūra vidutiniškai yra 0°C-8°C, o grunto temperatūra nusistovi apie 8°C-12°C kaip parodyta 1.1 pav. Todėl gruntas / vanduo šilumos siurbliai pasiekia aukštas COP ir SCOP vertės metų laikotarpyje. Aplinkos oro panaudojimo procesas išgauti energijai reikalauja didesnių pastangų, nes oro šiluminė talpa yra žymiai mažesnė nei grunto ar vandens. Oras/vanduo šilumos siurbliai sunaudoja daug energijos apipučiant garintuvą aplinkos oru, todėl elektros energijos suvartojimas šilumos galios vienetai pagaminti yra daug didesnis bet kokiomis sąlygomis. 1.2 pav. matyti COP reikšmės nustatytos iš skirtingų šilumos siurblių modelių prie kintančių temperatūrų. Lentelės sudarytos remiantis Jungtinės Karalystės metiniais meteorologinių sąlygų duomenimis,

bandymai atlikti skirtingų stebėtojų. Nustatytas naudingumo koeficientas COP, kuris būtų tikėtinas Jungtinėje karalystėje.

Pasauliniu ir nacionaliniais mastais yra vykdomi šilumos siurblių testavimai ir bandymai įvairiomis sąlygomis, rezultatai yra skelbiami viešai, kad potencialūs šilumos siurblių pirkėjai ir naudotojai galėtų juos pasirinkti. Pasitelkiant ekspertus yra rekomenduojama atlikti išankstinius tyrimus siekiant išsiaiškinti ir įvertinti būsimus eksploatacijos kaštus.



1.1 pav. Oro ir grunto temperatūrų vidurkiai Jungtinėje Karalystėje



1.2 pav. Tyrimų duomenys nustatinėjant naudingojo veikimo koeficientą Jungtinėje Karalystėje

## **Realus naudingojo veikimo koeficientas. Tyrimas Jungtinėje Karalystėje ir Vokietijoje.**

Rezultatai pateikti 1.2 pav. atspindi aukštą naudingojo veikimo koeficientą abiem šilumos siurblių tipams. Bet yra žinoma, kad pagrindinė nusiskundimų priežastis iš šilumos siurblių savininkų yra ta, kad veikiančių sistemų efektyvumas yra prastas ir elektros energijos suvartojimas yra didesnis, nei buvo tikėtasi pagal gamintojų pateiktus skaičiavimus. Skirtingi tyrimai atlikti įvairiose pasaulio vietose rodo, kad sezoninis transformacijos koeficientas SCOP šilumos siurblių oras / vanduo yra ribose 3-3,5, o gruntas / vanduo šilumos siurblių 3,3-4,2 realiai veikiančiose sistemose. Tačiau taip pat buvo pastebėta, kad sezoninis transformacijos koeficientas gali būti ženkliai mažesnis sistemose su pagalbiniais šildytuvais, kurie naudoja elektros energiją.

Jungtinėje Karalystėje buvo atliktas viešai skelbiamas tyrimas. Asociacija The Energy Saving Trust(EST) atliko 83 skirtingų šilumos siurblių modelių iš 14 gamintojų veikimo monitoringą britų namuose nuo 2008 metų. Buvo nustatyta, kad geriausiai dirbančių sistemų SCOP buvo 3,2, o daugumos sistemų naudingojo veikimo koeficientas buvo toks mažas, kad neatitiktų Europos standartų keliamų atsinaujinančiai energijai. Vidutinės SCOP vertės šilumos siurblių gruntas / vanduo buvo intervale 2,0-2,8 ir 1,5-2,1 oras / vanduo sistemoms. Tai siekė net 40-50% mažesnius naudingojo koeficiento parametrus, nei 1.2pav.

Tyrimo rezultatai Jungtinėje Karalystėje yra visiškai skirtingi, nei rezultatai gauti atlikus didelio masto tyrimus Vokietijoje. Fraunhoferio saulės energijos sistemų institutas (ISE) atliko 2 skirtingas programas nuo 2005. Buvo ištirta 100 šilumos siurblių panašiomis sąlygomis kaip ir EST tyrime.

Pirmieji du tyrimai buvo atlikti naujai pastatytuose ir renovuotuose namuose su šilumos siurblių sistemomis. Nustatytas sezoninis transformacijos koeficientas namuose su oras/vanduo šilumos siurbliais svyravo nuo 2,6 iki 2,9, o namuose su gruntas/vanduo šilumos siurbliais 3,3-3,9. Tai reiškia, kad tirtų sistemų Vokietijoje veikimas gali sutaupyti papildomai 1,2 kW elektros energijos, nei tokios pat sistemos, kurios veikia Jungtinėje Karalystėje.

Ryškus skirtumas tarp dviejose šalyse instaliuotų sistemų kelia tinkamumo ir kokybės klausimus įdiegiant šilumos siurblių sistemas gyvenamuosiuose namuose. Tai atskleidžia akivaizdų statybos reglamentų nesilaikymą Jungtinėje Karalystėje. EST pripažįsta, kad sistemos buvo parinktos, sumontuotos ir eksploatuojamos netinkamai. Tokios problemos sutinkamos ne tik Jungtinės Karalystės rinkoje. Energy Star asociacija taip pat praneša, kad pusė veikiančių šilumos siurblių JAV turi problemų dėl netinkamai užpildyto šaltnešio, mažo oro srauto ir nesandarių sujungimų.

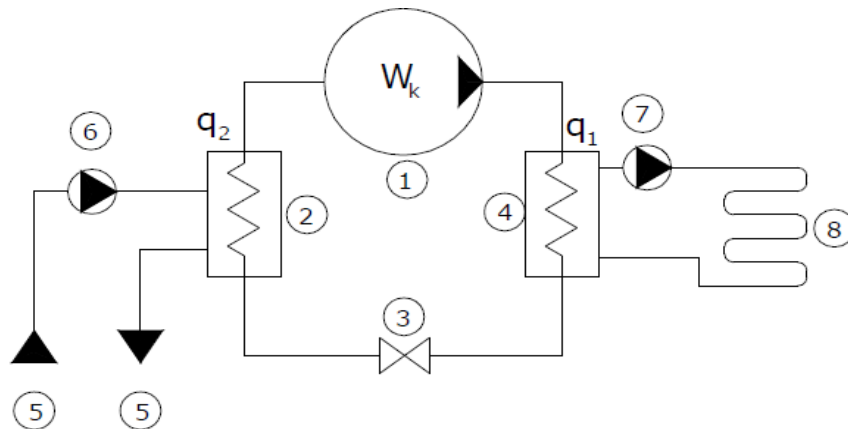
ISE pabrėžia, kad aukštas naudingojo veikimo koeficientas gali būti pasiektas detaliu projekto parengimu bei atsakingu sistemos instaliavimu. Vidutinis naudingumo koeficientas ISE atliktuose

projektuose padidėjo 2,5 % iki 2007 metų, tai rezultatas pasiektas įvertinant instaliavimo darbų kokybės pagerėjimą ir tinkamos įrangos pasirinkimą.

Yra aišku, kad tiek instaliavimo, tiek eksplotavimo kokybė nulemia naudingąjį veikimo koeficientą. Gamintojai, projektuotojai, montuotojai ir vartotojai ir pagrindinis kriterijus nulemiantis aukštą naudingojo veikimo koeficientą šilumos siurblių sistemose. Pagrindiniai aspektai į kuriuos reiktų atsižvelgti instaliuojant šilumos siurblius:

1. Statybų kokybė užtikrinant tinkamą apšiltinimo sluoksnį šilumos nuostolių mažinimui;
2. Instaliuota šilumos siurblio galia turi būti tiksliai paskaičiuota įvertinus pastato šilumos poreikį, kad išvengtų per didelio pagalbinių šildytuvų darbo ir kompresoriaus įsijungimo – išsijungimų dažnumo;
3. Tinkamas vertikalaus arba horizontalaus kolektoriaus įrengimas atsižvelgiant į gruntas / vanduo šilumos siurblio galia, kad išvengtų grunto įšalimo;
4. Šilumos siurbliai turi būti užpildyti tinkamu šaltnešio kiekiu, freoninės linijos ir lauko kontūrų sujungimų sandarumo užtikrinimas;
5. Minimalių temperatūrų nustatymas šildymo sistemai, su kuriomis būtų galima pasiekti komfortines patalpų temperatūras;
6. Valdymo algoritmų nustatymas siekiant sumažinti elektros energijos sąnaudas atsitirpinimui oras / vanduo sistemoms.

## 2. ŠILUMOS SIURBLIO VEIKIMO PRINCIPAS



1.1 pav. Kompresorinio šilumos siurblio principinė schema

Cirkuliacinio siurblio 6 pagalba lauko kolektoriumi cirkuliuojantis neužšalantis skystis (pavyzdžiui etilenglikolis 20 %) patenka į garintuvą 2, kuriame yra šilumokaitis su šaldymo agentu turinčiu žemesnę temperatūrą nei neužšalancio skysčio privercia šaldymo agentą garuoti (virti). Taip yra paimama aplinkos šiluma  $q_2$  (1 pav.(4 – 1 procesas) ). Drėgnas garas toliau patenka į kompresorių 1 ir ten suspaudžiamas iki temperatūros  $T_2$  ir slėgio  $p_2$  (1 pav. (1 – 2 procesas)). Kompresorius šio proceso metu sunaudoja darba  $W_k$ . Patekęs į kondensatorių 4 šaldymo agentas kondensuojasi, nes šiluma tiekiamą į patalpą, kurios  $t_p > t_2$ . Šiai šilumai pernešti iš kondensatoriaus į patalpą, panaudojamas cirkuliacinis siurblys 7, kuris privercia šilumos agentą (vandenį) cirkuliuoti šildymo sistemoje. Taip atiduodamas šilumos kiekis  $q_1$  (2 – 3 procesas). Po kondensatoriaus skystas šaldymo agentas prateka pro išsiplėtimo vožtuvą 3 ir dalis jo išgaruoja (3 – 4 procesas,  $h = \text{const.}$ ). Taip šis ciklas kartojamas vis iš naujo. Pagrindinis šilumos siurblio parametras tai – transformacijos koeficientas dar vadinamas trumpiniu COP (coefficient of performance). Jis skaičiuojamas pagal formulę:

$$COP = \frac{q_1}{W_k} = \frac{q_1}{q_1 - q_2} \quad [7]$$

### **3. ŠILDYMO EFEKTYVUMAS, COP NUSTATYMAS**

Efektyvumo koeficientas (COP) pagrindinis šilumos siurblio parametras apibūdinantis momentinį pagamintos energijos kiekį ir suvartotos elektros energijos santykį.

$$\text{COP kompresoriaus} = \text{QHP} / \text{PCP}$$

QHP - kompresoriaus šiluminis galingumas

PCP - kompresoriaus energijos suvartojimas

$$\text{COP šilumos siurblio} = \text{QHP} / (\text{PCP} + \text{PV} + \text{PK} + \text{PSR} + \text{PA})$$

PCP - kompresoriaus energijos suvartojimas

PV - energijos dalis skirta įveikti garintuvo hidraulinius pasipriešinimus

PK - energijos dalis skirta nugalėti kondesatoriaus hidraulinius pasipriešinimus

PSR - šilumos siurblio vidinių valdymo ir reguliavimo įrangos energijos suvartojimas

PA - vidutinis atitirpinimo įrangos elektros suvartojimas (oras/vanduo šilumos siurbliams)

### **4. ŠILUMOS SIURBLIO SEZONINIS EFEKTYVUMO KOEFICIENTAS (SCOP)**

Šilumos siurblio sezoninis naudingumo koeficientas tai parametras apibrėžiantys šilumos siurblio veikimą tam tikrą laikotarpį išreiškiamas pagamintos energijos ir sunaudotos energijos įrenginiui veikti santykiu.

$$\text{SCOP} = \text{WHP} / \text{Wel}$$

WHP - metinis šilumos kiekis, pagamintas su šilumos siurbliu

Wel - metinis šilumos siurblio elektros suvartojimas



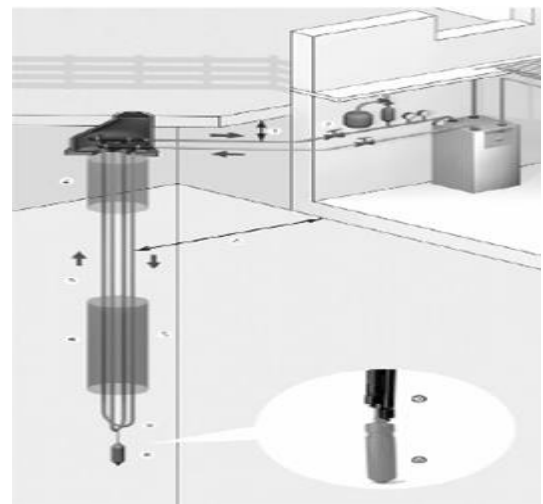
## 5. ŠILUMOS ŠALTINIS ŽEMĖ

### 5.1 Sistema gruntas / vanduo

Šilumos siurblys ima pirminę energiją iš grunto, gruntinio vandens ir paverčia ją šiluma, kurią naudoja pastatui šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti.

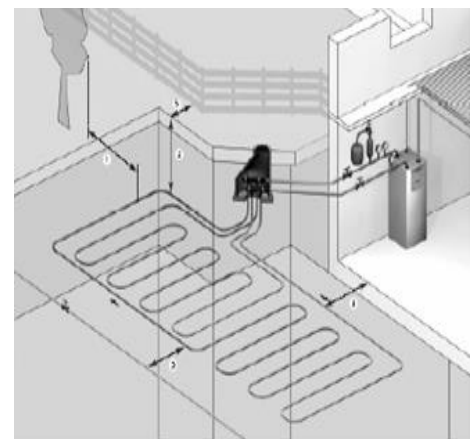
Šiluma iš grunto gali būti imama:

1. Grežiant gręžinį (70 - 120 m gylyje).
  - Gręžinio skersmuo 115-200mm;
  - Gręžiniai atliekami iki 100m gylio;
  - Minimalus atstumas iki pastato 2m;
  - Minimalus atstumas tarp gręžinių 2m;
  - 2 vamzdžiai surenka 20% daugiau energijos;
  - Gręžinys užpildomas žvyru;
  - Patikimiausias būdas surinkti aplinkos šilumą;
  - Vertikalus kolektorius įrengimas yra brangiausias.



5.1 pav. Vertikalus kolektorius

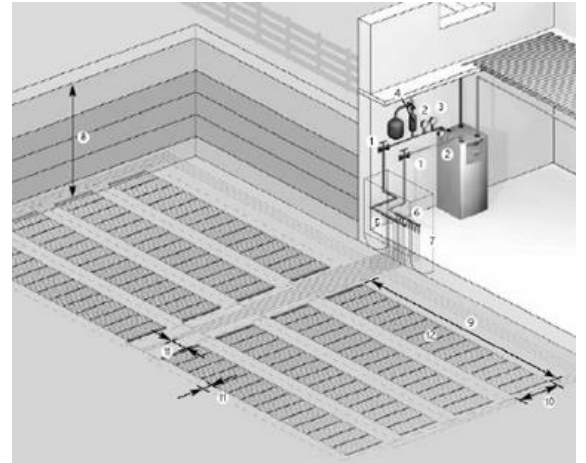
2. Montuojant horizontalius kolektorius.
  - Atstumas iki namo pamatų 1,5m;
  - Atstumas nuo medžio vainiko 0,5m;
  - Atstumas nuo kitų lauko vamzdinių 1,5m;
  - Minimalus atstumas iki namo 2m;
  - Vamzdis neturi remtis į akmenis;
  - Persiklojimus rekomenduotina izoliuoti;
  - Šio tipo kolektorius įrengimas vienas pigiausių.



5.2 pav. Horizontalus kolektorius

3. Montuojant horizontalius kompaktinius kolektorius.

- Atstumas iki namo pamatų 1,5m;
- Atstumas nuo medžio vainiko 0,5m;
- Atstumas nuo kitų lauko vamzdynų 1,5m;
- Minimalus atstumas iki namo 2m;
- Netinka smėlėtoms ir sausoms vietovėms;
- Tinka tik iki 10kW šilumos siurbliams;
- Alternatyva mažiems žemės sklypams.



5.3 pav. Horizontalus kompaktinis kolektorius

5.1 lentelė. Grunto energijos emisija naudojant horizontalių kolektorių sistemą

| Grunto tipas          | Energijos emisija W/m <sup>2</sup> | Reikalingas gręžinio gylis išgauti 1kW šiluminės energijos |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Sausas gruntas        | 10W/m <sup>2</sup>                 | 70 m <sup>2</sup>                                          |
| Drėgnas gruntas       | 20-30W/m <sup>2</sup>              | 40-26 m <sup>2</sup>                                       |
| Uola, šlapias gruntas | 35W/m <sup>2</sup>                 | 20 m <sup>2</sup>                                          |

5.2 lentelė. Grunto energijos emisija naudojant vertikalinių kolektorių sistemą

| Grunto tipas          | Energijos emisija gręžiniui W/m | Reikalingas gręžinio gylis išgauti 1kW šiluminės energijos |
|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Sausas gruntas        | 30W/m                           | 25 m                                                       |
| Drėgnas gruntas       | 60W/m                           | 13 m                                                       |
| Uola, šlapias gruntas | 80W/m <sup>2</sup>              | 10 m                                                       |

Lietuvoje laikotarpis, kuomet lauko oro temperatūra yra aukštesnė nei +24°C, trunka vidutiniškai apie 3 savaites per metus. Šiuo periodu galima naudoti geoterminę energiją patalpų vėsinimui. Gali būti išskiriamos dvi pagrindinės vėsinimo technologijos – *pasyvus* ir *aktyvus* vėsinimas. Pasyvus vėsinimas – reikalingas tik cirkuliacinių siurblių veikimas. Aktyvus vėsinimas – reikalingi reversiniai šilumos siurbliai.

## 6. ŠILUMOS ŠALTINIS ORAS

### 6.1 Sistema oras / vanduo

Šilumos siurbliai oras / vanduo kaip šilumos šaltinį naudoja aplinkos orą. Pagal konstrukciją yra skirstomi į monobloko ir dviejų blokų (split) sistemas. Split sistemoje šilumos siurblių sudaro dvi dalys: išorinis įrenginys ir vidinis blokas. Šios dvi dalys sujungtos specialiais variniais vamzdžiais.

Šilumos siurblys, įrengtas su šio tipo sistema, naudoja ventiliatorių garintuvo apipūtimui aplinkos oru. Esant labai žemai lauko oro temperatūrai, garintuvą apipūsti reikalingi labai dideli oro tūriai, dėl to sumažėja sistemos efektyvumas. Pažvelgus techniškai, oro šilumos siurblių sistema yra tokia pat kaip žemės šilumos siurblių. Skirtumas tarp šių sistemų tik toks, kad oro / vandens sistema šilumai išgauti naudoja aplinkos orą.

Lauko oro temperatūrai ilgą laiką būnant labai žemai ( $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), galimas garintuvo apšalimas ir dėl šios priežasties ženklus sistemos efektyvumo sumažėjimas. Taip atsitikus, sistemoje periodiškai nutraukiamas šildymo ciklas, ir šilumos siurblys persijungia į reversinį režimą tam, kad atitirpintų apšalusį garintuvą. Pasitelkus šį procesą sunaudojama nemažai papildomos energijos, nežiurint į tai, kad sistemos automatinio valdymo mechanizmas sureguliuotas taip, kad atitirpinimo ciklas veiktų tik tada, kai būtina. Taip pat ventiliatorių veikimui elektros energijos poreikis yra didesnis nei gruntas / vanduo sistemose naudojamu cirkuliacinių siurblių.

Šilumos siurblių įrengimas rekomenduojamas pastatuose, kurie yra nauji ar rekonstruoti jų gera šilumos varža bei maži šilumos nuostoliai.



6.1 pav. Principinė schema oras / vanduo (split sistema).

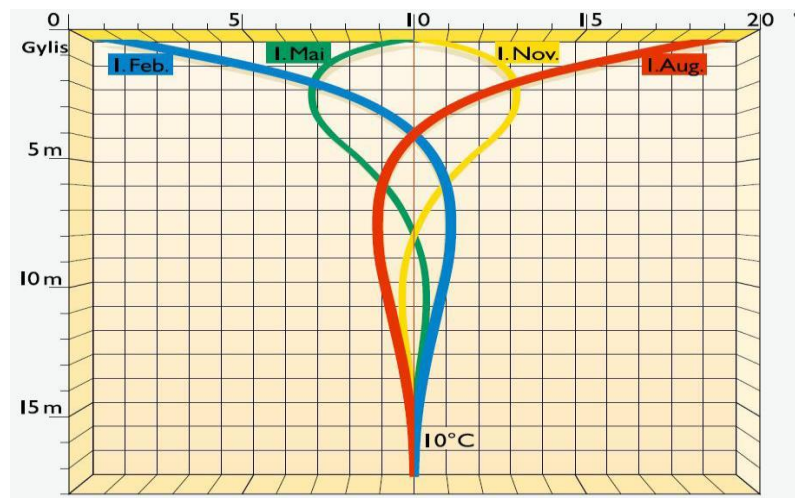
Kad vasaros metu būtų galima vėsinti patalpas su oras-vanduo sistema papildomai patalpose reikia įrengti fankoilus, taip pat reikia atsižvelgti į tai, kad ne visi šilumos siurblių modeliai turi vėsinimo modulį.

## 7. ORAS / VANDUO IR GRUNTAS / VANDUO SISTEMŲ PRIVALŪMAI IR TRŪKUMAI

### 7.1 Gruntas / vanduo

Privalūmai:

1. Gruntas yra stabilus šilumos šaltinis. 2m gylyje temperatūra priklausomai nuo metų laikų svyruoja apie 7-13°C Nuo 10-15 m gylio temperatūra nepriklausomai nuo metų laikų yra apie 8-9,5°C;



7.1 pav. Grunto temperatūros

2. Jeigu sistema įrengta tvarkingai, tai ir prie ypač žemų lauko oro temperatūrų, šilumą tiekia šilumos siurblys, o ne elektrinis tenas;
3. Nėra atviros liepsnos, išmetimų, nemalonių kvapų, o taip pat dujų nuotekų tikimybės;
4. Visiškai automatinė šildymo sistema. Šilumos siurblys visiškai nereikalauja priežiūros ar kuro papildymo;
5. Veikia labai tyliai (ne garsiau už šaldytuvą).

Trūkumai:

1. Didesnės investicijos;
2. Reikalingas pakankamas žemės plotas. Jeigu laisvos žemės nėra tuomet gręžiami gręžiniai, tai lemia dar didesnes išlaidas;
3. Reikalinga elektra;
4. Reikalingas tikslus šiluminio poreikio projektas.

## 7.2 Oras / vanduo

### Privalūmai:

1. Lyginant su gruntas/vanduo sistema, įrengimo kaina yra ženkliai mažesnė;
2. Dėl dizaino galima pritaikyti įvairiose patalpose;
3. Sprendimo būdas šildymui, kai nėra galimybės atlikti žemės kasinėjimo darbų;
4. Lengva sistemos instaliacija;
5. Visiškai automatizuotas šildymo veikimas.

### Trūkumai:

1. Sistema priklausoma nuo aplinkos temperatūros, esant žemai temperatūrai krinta efektyvumas;
2. Didesni elektros suvartojimai, nei gruntas/vanduo sistemoje;
3. Reikalingas tikslus šiluminio poreikio projektas;
4. Išorinio bloko darbas sukelia pašalinius garsus.

## 8. ENERGIJOS TRANSFORMACIJOS KOEFICIENTO (COP) ANALIZĖ

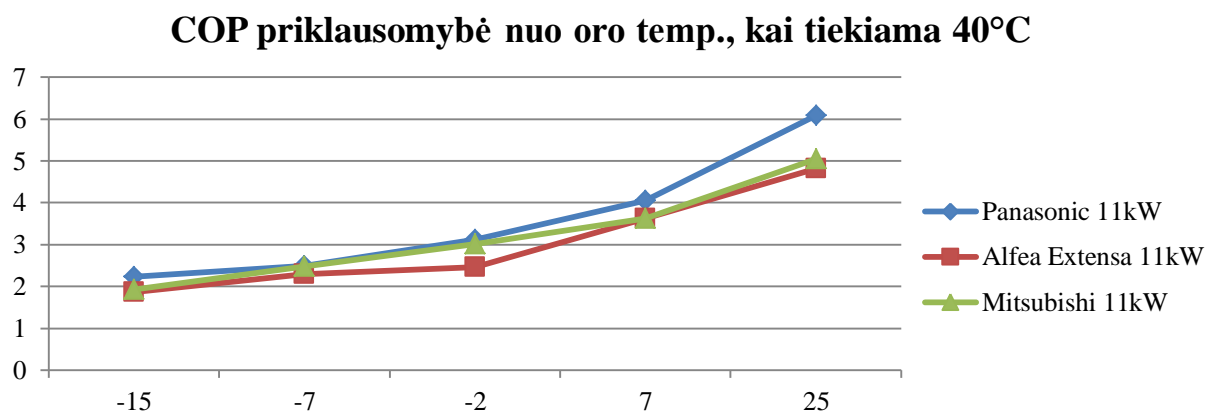
Lyginant 3 skirtingus oras / vanduo gamintojų įrenginius esant skirtingai šilumos šaltinio (oro) ir pastoviai tiekiamai į sistemą šilumnešio temperatūrai nustatysime aukščiausią transformacijos koeficientą COP turinti įrenginį.

Tiriamas 11 kW galingumo šilumos siurblių transformacijos koeficientas COP. Duomenys gauti iš gamintojų.

Remiantis duomenimis [16], [17], [18], buvo sudaryta lentelė ir grafikas, iš kurių nustatome aukščiausią energijos transformacijos koeficientą COP turintį šilumos siurblių oras / vanduo.

8.1 lentelė. COP koeficientai esant skirtingoms lauko oro temperatūroms

| Gamintojas         | Temperatūra °C |      |      |      |      | SCOP |
|--------------------|----------------|------|------|------|------|------|
|                    | -15            | -7   | -2   | 7    | 25   |      |
| Panasonic 11kW     | 2,24           | 2,49 | 3,12 | 4,05 | 6,08 | 3,60 |
|                    | Temperatūra °C |      |      |      |      |      |
|                    | -15            | -7   | -2   | 7    | 25   |      |
| Alfea Extensa 11kW | 1,87           | 2,29 | 2,47 | 3,63 | 4,81 | 3,01 |
|                    | Temperatūra °C |      |      |      |      |      |
|                    | -15            | -7   | -2   | 7    | 25   |      |
| Mitsubishi 11kW    | 1,93           | 2,48 | 3,02 | 3,63 | 5,05 | 3,22 |



8.1 pav. COP priklausomybės nuo aplinkos oro temperatūros ir ruošiamo šilumnešio grafikas

Lyginant 3 skirtingus gruntas / vanduo gamintojų įrenginius esant skirtingų šilumos šaltinio (grunto) ir pastovios tiekiamo į sistemą šilumnešio temperatūros nustatysime transformacijos koeficientą COP.

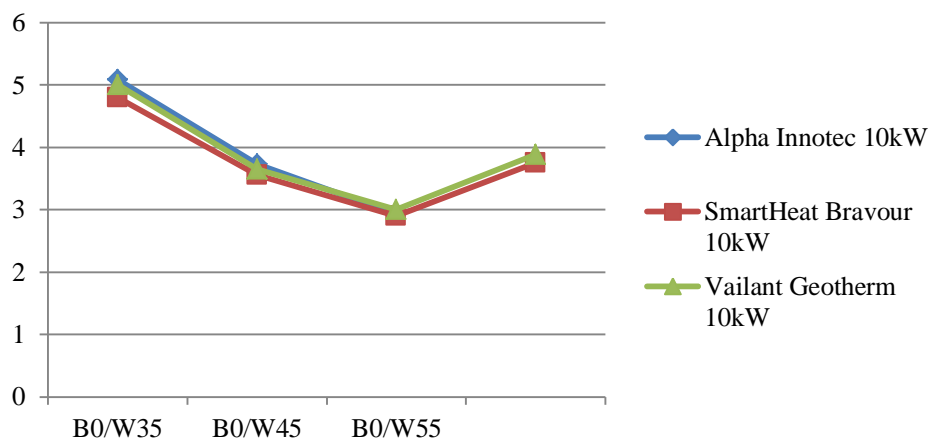
Tiriamas 11 kW galingumo šilumos siurblių transformacijos koeficientas COP. Duomenys gauti iš gamintojų.

Remiantis duomenimis [19], [20], [21], buvo sudaryta lentelė ir grafikas, iš kurių nustatome aukščiausią energijos transformacijos koeficientą COP turintį šilumos siurblių gruntas / vanduo.

8.2 lentelė. COP koeficientai prie skirtingų šilumos šaltinio ir šilumnešio temperatūrų

| Gamintojas             | Temperatūra B/W |        |        | COP  |
|------------------------|-----------------|--------|--------|------|
|                        | B0/W35          | B0/W45 | B0/W55 |      |
| Alpha Innotec 10kW     | 5,09            | 3,73   | 2,93   | 3,92 |
| SmartHeat Bravour 10kW | 4,8             | 3,56   | 2,9    | 3,75 |
| Vailant Geotherm 10kW  | 5               | 3,65   | 3      | 3,88 |

### COP priklausomybė



8.2 pav. COP priklausomybės nuo grunto temperatūros ir ruošiamo šilumnešio grafikas

## 9. SCOP (SEZONINIO TRANSFORMACIJOS KOEFICIENTO) ANALIZĖ IŠ REALIAI VEIKIANČIŲ SISTEMŲ

Šilumos siurblio pagaminta šiluminė energija ir suvartota elektros energija buvo nustatyta remiantis šilumos siurbliuose įdiegta apskaita. Tiriama panašaus šildymo ploto bei energetinės klasės pastatai.

### 9.1 Objektas Nr. 1

Tiriamasis namas pastatytas Vilniaus rajone, Bendorių kaime. Šildomas plotas 170 m<sup>2</sup>. Šilumos šaltinis – oras / vanduo šilumos siurblys naudojamas šildymui ir karšto vandens ruošimui, galia 11 kW, name gyvena 3 asm. šeima.



9.1 pav. Pastato vakarinis fasadas



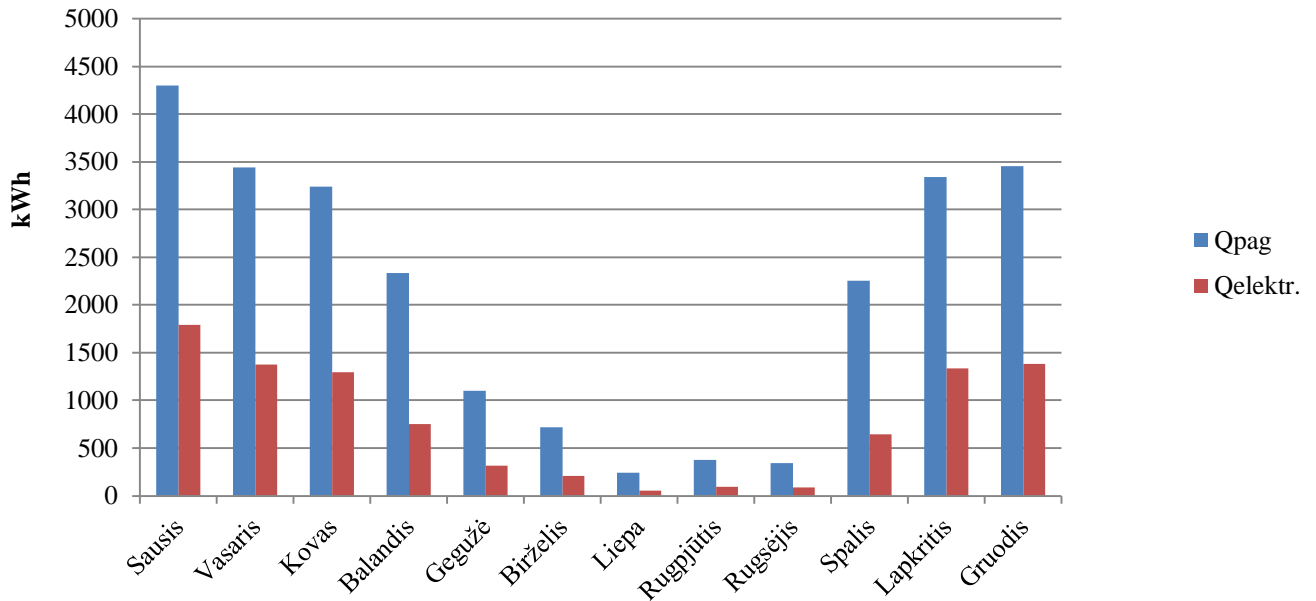


9.2 pav. Hidraulinis šilumos siurblio pajungimas

9.1 lentelė. Šilumos siurblio oras / vanduo apskaitos duomenys

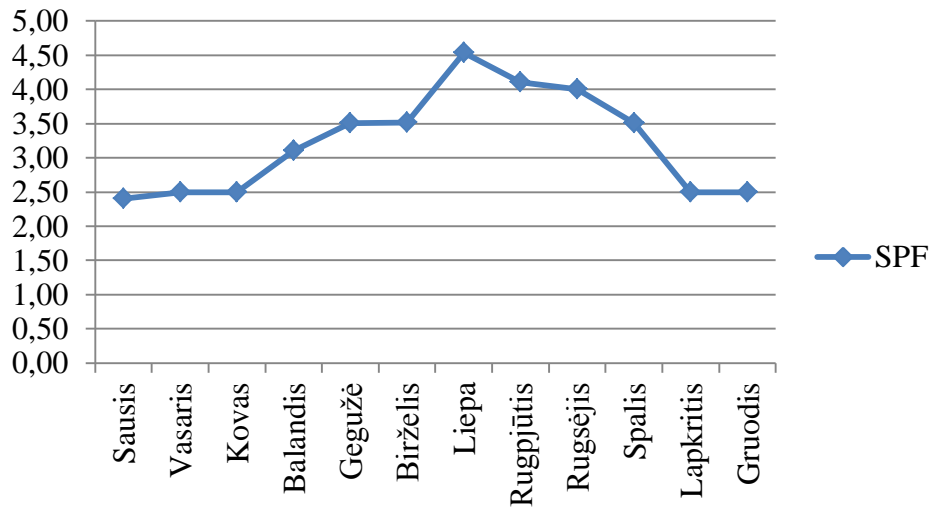
| Mėnuo     | Sausis | Vasaris | Kovas | Balandis | Gegužė | Birželis | Liepa | Rugpjūtis | Rugsėjis | Spalis | Lapkritis | Grudis |
|-----------|--------|---------|-------|----------|--------|----------|-------|-----------|----------|--------|-----------|--------|
| Qpag      | 4298   | 3441    | 3240  | 2332     | 1102   | 720      | 245   | 378       | 344      | 2253   | 3340      | 3456   |
| Qelekt r. | 1791   | 1376    | 1296  | 752      | 314    | 205      | 54    | 92        | 86       | 643    | 1336      | 1382   |

**Sistema Oras / Vanduo  
Instaliuotas ŠS 11 kW**



9.3 pav. Sunaudotos el. energijos ir pagamintos šiluminės energijos, kWh grafikas

**SPF  
(Sezoninis efektyvumo koeficientas)**



9.4 pav. Sezoninio efektyvumo koef. grafikas

## 9.2 Objektas Nr. 2

Tiriamasis namas pastatytas Vilniaus mieste, Verkių seniūnijoje. Šildomas plotas 182 m<sup>2</sup>. Šilumos šaltinis - gruntas / vanduo šilumos siurblys naudojamas šildymui ir karšto vandens ruošimui, galia 10 kW, name gyvena 4 asm. šeima.



9.5 pav. Pastato pietinis fasadas

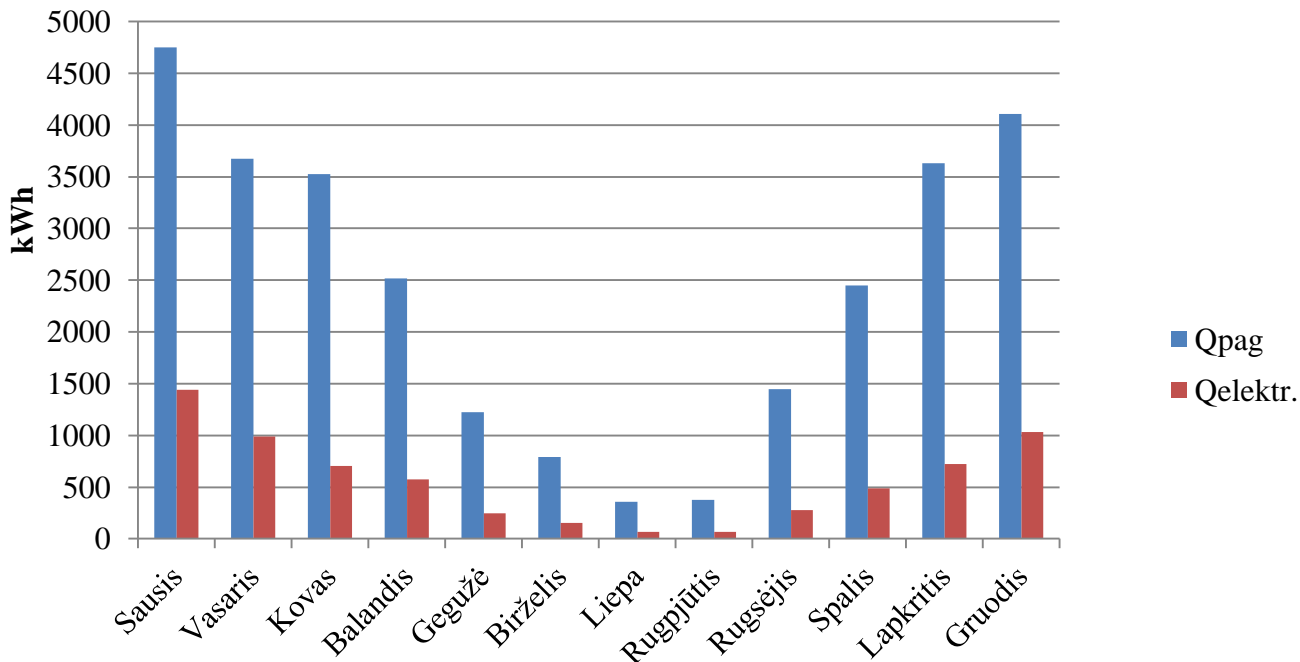


9.6 pav. Hidraulinis šilumos siurblio pajungimas

9.2 lentelė. Šilumos siurblio gruntas / vanduo apskaitos duomenys

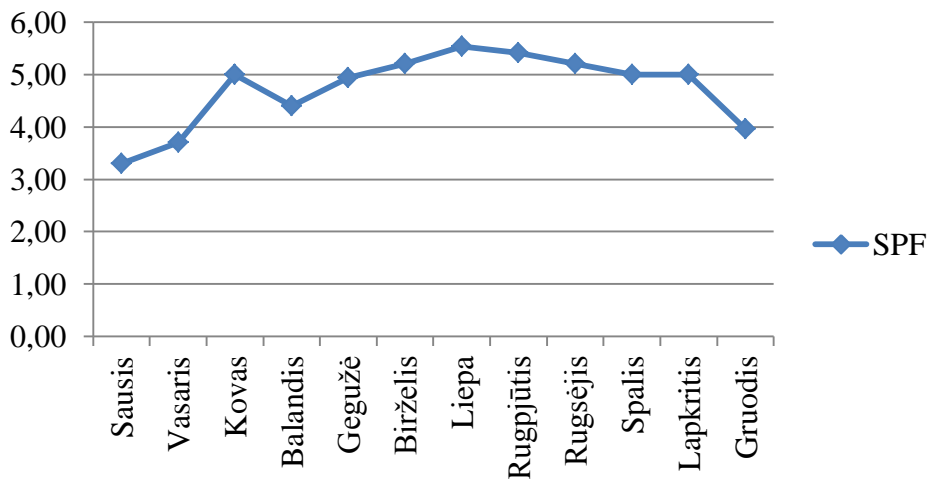
| Mėnuo     | Sausis | Vasaris | Kovas | Balandis | Gegužė | Birželis | Liepa | Rugpjūtis | Rugsėjis | Spalis | Lapkritis | Gruodis |
|-----------|--------|---------|-------|----------|--------|----------|-------|-----------|----------|--------|-----------|---------|
| Qpag      | 4752   | 3672    | 3528  | 2520     | 1224   | 792      | 360   | 374       | 1448     | 2448   | 3628      | 4104    |
| Qelekt r. | 1440   | 992     | 705   | 572      | 248    | 152      | 65    | 69        | 278      | 489    | 725       | 1035    |

**Sistema Gruntas / Vanduo  
Instaliuotas ŠS 10 kW**



9.7 pav. Sunaudotos el. energijos ir pagamintos šiluminės energijos, kWh grafikas

**SPF  
(Sezoninis efektyvumo koeficientas)**



9.8 pav. Sezoninis efektyvumo koef. grafikas

## 10. OPTIMALIOS SISTEMOS PARINKIMAS

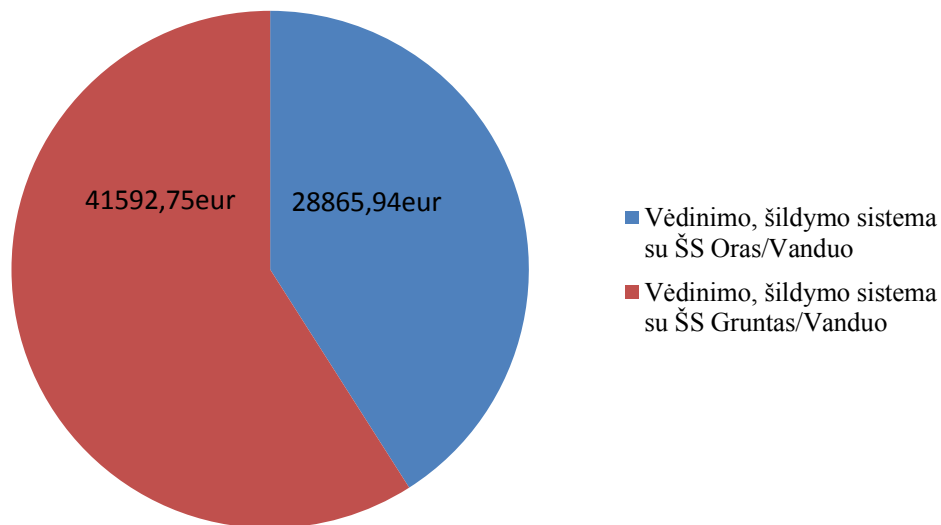
### 10.1 Sistemos modeliavimas

Modeliavimo programa „Polysun“ atlikti skaičiavimai gruntas / vanduo ir oras / vanduo sistemoms siekiant nustatyti ekonomiškiausią šildymo sistemą naujai projektuojamam pastatui Vilniaus rajone. Gauti energijos suvartojimai gruntas / vanduo sistemai pateikti 13 priede, oras/vanduo sistemai 14 priede.

Atlikus skaičiavimus nustatytas sezoninis transformacijos koeficientas gruntas / vanduo sistemai 4,2, o oras / vanduo sistemai 2,9.

### 10.2 Ekonominis įvertinimas

Atliekant ekonominį sistemų vertinimą naujai projektuojamam pastatui (šildomas plotas 365,15 m<sup>2</sup>) lyginamos gruntas / vanduo ir oras / vanduo šildymo sistemos su rekuperacine vėdinimo sistema. Skaičiavimai atlikti sąmatų sudarymo programa SES3.



10.1 pav. Sistemų įrengimo vertė, Eur grafikas

Sąmatą gruntas / vanduo pateikta 11 priede, sąmatą oras/vanduo 12 priede.

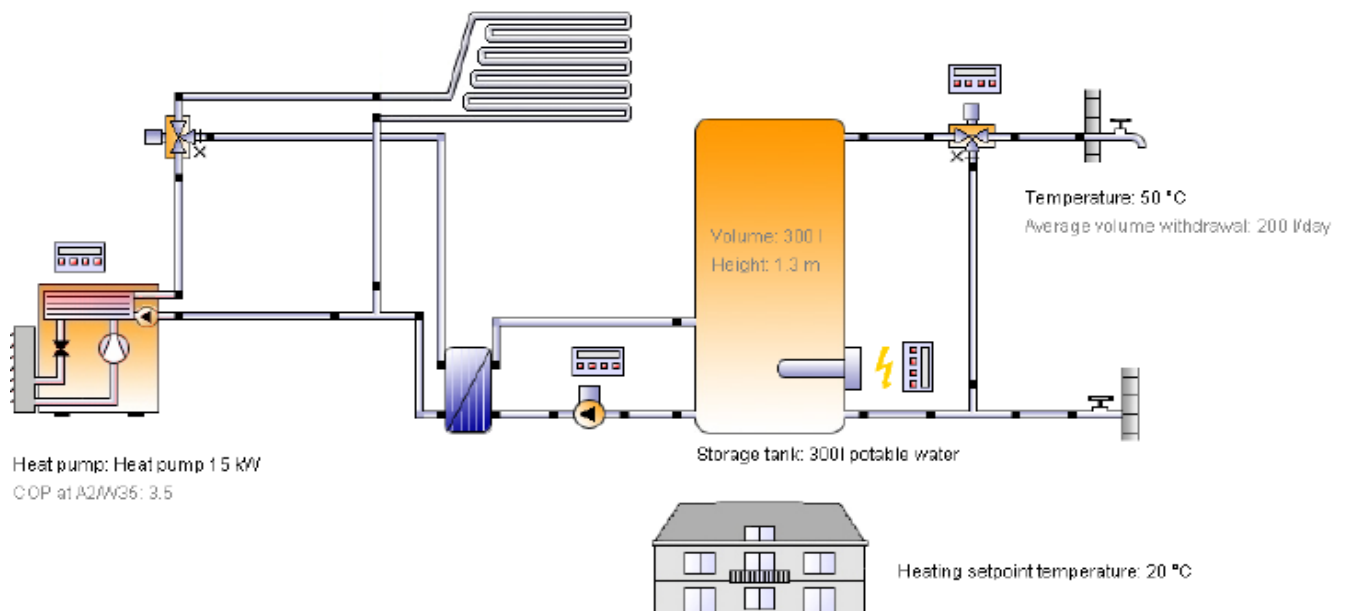
Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad oras / vanduo sistemos įrengimas yra pigesnis 12727 eur, nei gruntas / vanduo sistemos.

10.1 lentelė. Rezultatų suvestinė

| Kriterijai                            | Projektuojamas pastatas |                |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------|
| Šildomas pastato plotas               | 365,15                  | 365,15         |
| Šilumos siurblio sistema              | Oras/vanduo             | Gruntas/vanduo |
| Šilumos siurblio galia (kW)           | 16                      | 17             |
| Sumodeliuotas SPF(Polysun programa)   | 2,9                     | 4,2            |
| Sistemos įrengimo kaina(Eur)          | 28865                   | 41592          |
| 1kWh kaina(Eur)                       | 0,045                   | 0,031          |
| Pagamintos šil. energ. kiekis (kWh)/m | 33183                   |                |
| Eksploatacijos kaina/metus (eur)      | 1493                    | 1028           |

Remiantis 2017 metų elektros energijos kainomis [22] nustatyta, kad gruntas / vanduo sistema atsipirks po 12 metų, o oras/vanduo sistema po 10 metų. Įvertinus tai, kad šilumos siurblio darbas yra skaičiuojamas 10 metų [14], daroma išvada, kad optimali sistema ekonominiu atžvilgiu naujai projektuojamam pastatui yra oras / vanduo sistema, kuri užtikrins pastato šildymo poreikius bei ruoš karštą vandenį.

Modeliavimo programos pasiūlyta hidraulinė schema oras / vanduo sistemai



10.2 pav. Hidraulinė schema oras / vanduo

# 11. INŽINERINIŲ SISTEMŲ PROJEKTAVIMAS

## 11.1 Aiškinamasis raštas. Grindinis šildymas

Bendri duomenys

11.1 lentelė. Normatyvinių dokumentų sąrašas

| Žymėjimas        | Pavadinimas                                               |
|------------------|-----------------------------------------------------------|
| STR 2.09.02:2005 | Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas.               |
| STR 2.05.01:2005 | Pastatų atitvarų šiluminė technika.                       |
| STR 2.09.04:2008 | Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui |
| RSN 156-94       | Statybinė klimatologija                                   |
| HN 42-2009       | Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas. |

Projektavimo kriterijai

11.2 lentelė. Lauko ir vidaus oro parametrai

| Eil.Nr | Pavadinimas                                                    | Mato vnt. | Normuojamos vertės    |                     |       |
|--------|----------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|---------------------|-------|
|        |                                                                |           | šaltuoju metų laiku   | šiltuoju metų laiku |       |
| 1      | - temperatūra                                                  | °C        | -23                   | 25,7                |       |
|        | -vidutinė šalčiausio mėnesio per žiemos sezoną oro temperatūra |           | -7,9                  | -                   |       |
|        | - santykinis oro drėgnumas                                     | %         | 80                    | -                   |       |
| 2      | - temperatūra                                                  | °C        | Kambariai, miegamieji | 18÷22               | 18÷28 |
|        |                                                                |           | Vonios ir tualetai    | 20÷23               | 18÷28 |
|        |                                                                |           | Koridoriai, laiptinės | 18÷21               | 18÷28 |
|        | - patalpų santykinė oro drėgmė                                 | %         | 40÷60                 | 40÷60               |       |
|        | - oro judėjimo greitis                                         | m/s       | 0,05÷0,15             | 0,15÷0,25           |       |



## 11.2 Statinio atitvarų šilumos perdavimo koeficientai

11.3 lentelė. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientai

| Eil. Nr.                   | Pavadinimas                | Mato vnt.             | Reikšmė |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------|---------|
| 1                          | 2                          | 3                     | 4       |
| 1.                         | Išorinių sienų             | W/(m <sup>2</sup> ·K) | 0,11    |
| 2.                         | Stogo                      |                       | 0,09    |
| 3.                         | Langų ir durų              |                       | 0,85    |
| 4.                         | Grindų                     |                       | 0,12    |
| <b>Bendrieji rodikliai</b> |                            |                       |         |
| 1.                         | Pastato šildomas plotas    | m <sup>2</sup>        | 365,15  |
| 2.                         | Pastato aukštų skaičius    | vnt.                  | 2       |
| 3.                         | Pastato šilumos nuostoliai | kW                    | 16,1    |

Šilumos nuostolių skaičiavimas per atitvaras žiūrėti 1 priede. Hidrauliniai grindinio šildymo ir magistralinių vamzdynų hidrauliniai skaičiavimai 2 priede.

Individualaus gyvenamojo namo patalpose projektuojama grindinio šildymo sistema. Šilumnešio parametrai grindiniam šildymui  $T_p/T_{gr} = 45^\circ\text{C} / 35^\circ\text{C}$ . Gyvenamųjų patalpų šildomų grindų paviršiaus temperatūra  $\leq 29^\circ\text{C}$ , san.mazgų  $\leq 33^\circ\text{C}$ . Grindinį šildymą montuoti plastikiniai Pe-MDXc vamzdžiais d18x2.0, kaip nurodyta plane. Grandiniam šildymui paskirstyti montuojami reguliuojami kolektoriai su srauto matuokliais bei elektrinėmis pavaromis. Ant kolektorių įrengti automatinius nuorinimo ventilius. Pastato šilumos nuostoliams kompensuoti suprojektuota grindinio šildymo sistema. Magistraliniai grindinio šildymo sistemos vamzdynai nuo katilinės iki kolektorių montuojamas iš plastikinių stabilizuotų PPR vamzdžių ar Pex/Al/Pe(x) vamzdžių. Visi katilinės patalpoje sumontuoti šildymo vamzdynai bei magistraliniai šilumos tiekimo vamzdynai esantys atvira ore izoliuojami akmens vatos kevalais su aliuminio folija. Aukščiausiuose taškuose būtina numatyti automatinius oro nuorintuvus, žemiausiuose – vandens išleidimo drenažinius vožtuvus.

### Pagrindiniai reikalavimai montuojant vandeniu šildomas grindis

Plastikinis d18 x 2.0 mm PE-MDXc 5 sluoksnių grindų šildymo vamzdis su EVOH deguonies barjeru turi būti montuojamas ant specialiai paruoštų ir apšiltintų grindų, laikantis grindų vamzdžio gamintojo rekomendacijų bei brėžiniuose nurodytų konstrukcinių montavimo pjūvių. Nuo grindinio šildymo kolektorių grindų šildymo vamzdis klojamas betono konstrukcijoje arba grindų apšiltinimo sluoksnyje. Prie kolektoriaus vamzdynas montuojamas su kampo fiksatoriais. Grindų konstrukcijoje naudojamas armatūros tinklas leidžia vamzdžius pritvirtinti pagal projektą mažomis sąnaudomis. Vamzdžiai prie armatūros tinklo tvirtinami pririšimo viela, kuriuos reikia pririšti ne didesniu nei 75 cm

atstumu. Užsilenkimų vietose tarp pririšimo taškų jis turi būti 20 cm. Maksimalus bei saugus d18x2 PE-MDXc vamzdžio lenkimo kampas D5, viršijus šią ribą galima vamzdyno deformacija. Virš grindinio šildymo vamzdžių turi būti ne mažesnis kaip 3,5 cm betono sluoksnis, o minimalus visos betono konstrukcijos storis 5,0 cm. Virš vamzdžių esančio betono sluoksnio storis neturi būti per didelis (maksimalus – 9,0 cm). Betonas turi būti ruošiamas naudojant plastifikatorius (1m<sup>3</sup> betono 0,65 ltr. plastifikatoriaus). Vamzdžiai klojami didžiausiu 300 mm atstumu – tai užtikrina tolygų temperatūros pasiskirstymą. Siekiant sumažinti šilumos praradimus grindų ant grunto esančios šilumos izoliacijos storis turi būti ne mažesnis nei 10 cm. Aukštų perdangose, kad šilumos atidavimas žemyn nebūtų per didelis, šilumos izoliacijos sluoksnis neturi būti plonesnis nei 3 – 5 cm. Patalpos perimetru įrengtos kompensacinės juostos plėvelė (150/8mm) turi uždengti plyšį tarp juostos ir grindų izoliacijos. Virš grindų paviršiaus išsikišančią kompensacinės juostos dalį galima nupjauti tik po galutinio grindų įrengimo. Vamzdžių, kurie kerta sienas, pertvaras ir perdangas, temperatūrines siūles – montuoti apsauginiame šarve. Grindinio šildymo vamzdžių sankirtos su temperatūrinėmis siūlėmis, slenksčiais, įveriami į 60 cm ar ilgesnį apsauginį šarvą. Grindų temperatūrinis išsiplėtimas turi būti kompensuojamas ne tik pagal visą patalpos perimetrą, bet ir įrengiant temperatūrines siūles. Temperatūrinei betono plėtimosi kompensacijai įrengiamos temperatūrinės (100/10mm) putų polietileno juostos siūlės, kai:

- Patalpos plotas didesnis nei 40 m<sup>2</sup>;
- Patalpos kraštinių santykis > 2:1;
- Tarp atskirų šildymo kontūrų;
- Tose vietose, kur vienos rūšies grindų konstrukcija pereina į kitos rūšies grindų konstrukciją;
- Ties durų slenksčiais.

### **Grindinio šildymo sistemos hidraulinis bandymas**

Sumontavus grindinę šilumos tiekimo sistemą, būtina ją hidrauliškai išbandyti, atlikti paleidimo/derinimo darbus. Sistemai taip pat, turi būti atliktas šiluminis bandymas. Patikrinimas atliekamas su pilnai sumontuotais, bet nepaslėptais vamzdynais. Kontūrų sandarumą reikia patikrinti prieš betonuojant, atliekant hidraulinį bandymą oru ir/arba vandeniu.

Patikrinimo nurodymai:

- Vamzdyną užpildyti termofikatu ir visiškai nuorinti;

- Esant didesniems temperatūrų skirtumams (~10 K) tarp aplinkos temperatūros ir užpildomo vandens temperatūros, užpildžius sistemą vandeniu reikia palaukti 30 minučių, kad temperatūros susilygintų;
- Sandarumo patikrinimą galima atlikti su didžiausiu 6,0 barų slėgiu, perduodant vamzdynus betonuotojams slėgį reikia padidinti iki dvigubo eksploatacinio slėgio, bet mažiausias slėgis turi būti 6 barai;

Grindinio šildymo kiekių žiniaraštis 3 priede.

### 11.3 Šilumos siurblio parinkimas

$$P_{\text{šs}} \frac{\sigma_1 \cdot P_h}{\sigma_1 \cdot \sigma_3}, \text{ kW}$$

Čia:  $P_h = 16161 \text{ kW}$ ,  $\sigma_1 = 1,1$ ,  $\sigma_3 = 0,97$ .

$$P_{\text{šs}} \frac{1,1 \cdot 16161}{1,1 \cdot 0,97} = 16660 \text{ kW}$$

#### Šilumos siurblio oras / vanduo parinkimas. Aiškinamasis raštas

Parinkamas oras / vanduo šilumos siurblys Alfea Excellia 16 kW su el. tenu 9 kW.

Oras / vanduo katilinės kiekių žiniaraštis 5 priede.

Oras / vanduo šilumos šaltinio sistemų parametrai:

- Grindinė šildymo sistema:  $T_{\text{tiek}} = 45^\circ\text{C}$  /  $T_{\text{grįž}} = 35^\circ\text{C}$ ;

- Tiekiamas karštas vanduo (dezinfekcijos režimas):  $T = 48^\circ\text{C}$  ( $60^\circ\text{C}$ )

Pastatas šildomas oras / vanduo šilumos siurbliu Alfea Excellia 16 kW. Termofikacinis vanduo šilumos siurblyje integruoto A energijos klasės cirkuliacinio siurblio pagalba, patenka į šildomų grindų kontūrus. Integruotas cirkuliacinis siurblys veikia nominaliu greičiu tik tuomet, kai veikia šilumos siurblio kompresorius. Jei šildymo poreikio nėra, integruotas cirkuliacinis siurblys veikia minimaliu greičiu, tokiu būdu taupydamas elektros energiją.

Karštas vanduo ruošiamas tūriniam 300l vandens šildytuve. Jei temperatūra talpoje nukrenta žemiau numatytos, šilumos siurblio reguliatorius perjungia triegį perjungimo vožtuvą ir šilumos siurblys tuo metu startuoja karšto vandens šildymui. Karšto vandens ruošimas yra aukščiausio prioriteto. Karšto vandens terminė dezinfekcija vykdoma el. tenu integruotu karšto vandens šildytuve.

## 11.4 Šilumos siurblių derinimas, montavimas, darbų saugos reikalavimai

Maksimali aplinkos temperatūra normaliam naudojimui turi būti + 35°C. Žemiausia leidžiama aplinkos temperatūra yra +7°C. Oras turi būti švarus, santykinė oro drėgmė neturi viršyti 60% esant +30°C temperatūrai. Didesnė drėgmė yra leidžiama esant žemesnei aplinkos temperatūrai. Prietaiso montavimo vieta neturi viršyti 2000 m. aukščiau jūros lygio. Elektros prietaisams, naudojamiems 1000 m. virš jūros lygio, svarbu atkreipti dėmesį į dialektriko patvarumą sumažėjimą ir šaldymo sąlygas.

Prieš pradėdant bet kokius darbus, susijusius su šilumos siurbliu visada perskaityti įdiegimo instrukciją. Montavimas turi vykti nepajungus elektros įtampos į šilumos siurblių. Turi būti užtikrintas laisvas laisvas priėjimas prie elektros dalių, kad būtų galima išjungti įrenginį iškilus problemai, taip pat valant ir prižiūrint. Visi aukšto spaudimo buitinio vandens šildytuvai turi būti aprūpinti apsauginiu vožtuvu ant šalto vandens prie tiekimo į boilerį. Griežtai draudžiama aktyvuoti šilumos siurblių be vandens šildytuvuose.

Gaisro atveju rekomenduojama naudoti gesintuvus, turinčius CO<sub>2</sub> arba imtis priemonių, kurias nustato priešgaisriniai įstatymai.

Šilumos siurblys gali būti patalpintas bet kuriose nemažesnėse nei 30 m<sup>3</sup> patalpose (išskyrus gyvenamąsias patalpas), kurių temperatūra nuo 7°C iki 35°C. Tačiau rekomenduojama šilumos siurblių talpinti didesnėse 15 - 25°C temperatūros patalpose, kad sukurti optimalias darbo sąlygas. Tinkama vieta būtų rūsys ar sandėliukas, kur reikalinga vėsesnė patalpos temperatūra. Jei vėsinimo nereikia, tai katilinė yra labai tinkama patalpa, nes ten įprastai eina šalto ir šilto vandens vamzdžiai. Renkantis vietą, atkreipkite dėmesį į faktą, kad vieta neturi būti dulkėta, nes dulės gali sugadinti šilumos siurblių ar paveikti jo veikimą. Šilumos siurblys turi būti pastatytas pagal gulsčiuką ant neslidžios dangos ir sureguliuotas reguliuojamomis kojelėmis.

Šilumos siurbLIAI yra pritvirtinti ant medinės paletės ir susukti į apsauginę plėvelę. Jie yra transportuojami vertikalioje pozicijoje. Leidžiama temperatūra transportuojant yra tarp +100°C ir +45°C, šilumos siurblys turi būti sumontuotas greitai. Jei neišeina sumontuoti greitai, laikykite jį sausoje, ventiliuojamoje vietoje, kambario temperatūroje ir vertikalioje pozicijoje. Šilumos siurblys gali būti perkeliamas rankomis, keltuvu ar kranu.

## 11.5 Vėdinimo sistemos projektavimas. Aiškinamasis raštas

Bendri duomenys

11.4 lentelė. Normatyvinių dokumentų sąrašas

| Žymėjimas        | Pavadinimas                                                                                      |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| STR 2.09.02:2005 | Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas.                                                      |
| HN 33:2011       | Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje |
| HN42:2004        | Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas                                            |
| STR 1.05.06:2005 | Statinio projektavimas                                                                           |
| STR 2.01.04:2004 | Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai                                                        |

Rekuperacinės vėdinimo sistemos oro kiekiai:

11.5 lentelė. Oro kiekių skaičiavimo lentelė

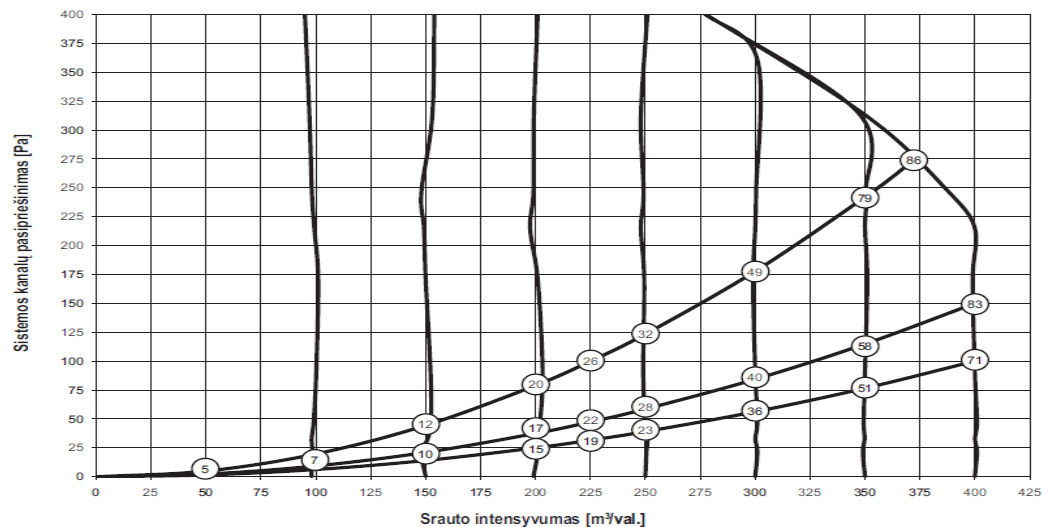
| Eil. Nr. | Pavadinimas      | Patalpos plotas, m <sup>2</sup> | Patalpos tūris, m <sup>3</sup> | Norminės oro kiekio vertės   |                              | Projektinis tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h | Projektinis šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h |
|----------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|          |                  |                                 |                                | Norminis tiekiamo oro kiekis | Norminis šalinamo oro kiekis |                                                    |                                                    |
| 1        | 2                | 3                               | 4                              | 5                            | 6                            | 7                                                  | 8                                                  |
| 101      | Holas            | 32,22                           | 87,29                          | -                            | -                            | -                                                  | -                                                  |
| 102      | Garažas          | 54,14                           | 135,35                         | -                            | -                            | -                                                  | -                                                  |
| 103      | Sandėliukas      | 4,95                            | 12,37                          | -                            | -                            | -                                                  | -                                                  |
| 104      | Sandėliukas      | 3,73                            | 9,33                           | -                            | -                            | -                                                  | -                                                  |
| 105      | Techninė patalpa | 23,03                           | 62,18                          | -                            | 10l/s                        | -                                                  | 30                                                 |
| 106      | WC               | 3,34                            | 9,02                           | -                            | 12l/s                        | -                                                  | 30                                                 |
| 201      | Virtuvė          | 12,54                           | 40,13                          | -                            | 15/s                         | -                                                  | 60                                                 |
| 202      | Svetainė         | 74,07                           | 237,02                         | 0,38l/s 1m2 gr.              | -                            | 90                                                 | -                                                  |
| 203      | Holas            | 25,66                           | 82,11                          | -                            | -                            | -                                                  | -                                                  |
| 204      | Darbo kambarys   | 16,98                           | 54,34                          | 0,38l/s 1m2 gr.              | -                            | 30                                                 | -                                                  |
| 205      | Vonia            | 4,6                             | 14,72                          | -                            | 12l/s                        | -                                                  | 50                                                 |
| 206      | Vaiko kambarys   | 15,79                           | 50,53                          | 0,38l/s 1m2 gr.              | -                            | 30                                                 | -                                                  |
| 207      | Vaiko kambarys   | 13,71                           | 43,87                          | 0,38l/s 1m2 gr.              | -                            | 30                                                 | -                                                  |
| 208      | Drabužinė        | 11,03                           | 35,30                          | -                            | -                            | -                                                  | -                                                  |

11.6 lentelė. Oro kiekių skaičiavimo lentelė

| Eil. Nr. | Pavadinimas | Patalpos plotas, m <sup>2</sup> | Patalpos tūris, m <sup>3</sup> | Norminės oro kiekio vertės   |                              | Projektinis tiekiamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h | Projektinis šalinamo oro kiekis, m <sup>3</sup> /h |
|----------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|          |             |                                 |                                | Norminis tiekiamo oro kiekis | Norminis šalinamo oro kiekis |                                                    |                                                    |
| 1        | 2           | 3                               | 4                              | 5                            | 6                            | 7                                                  | 8                                                  |
| 209      | Vonia       | 14,32                           | 45,82                          | -                            | 12l/s                        | -                                                  | 60                                                 |
| 210      | Miegamasis  | 18,77                           | 60,06                          | 0,38l/s 1m2 gr.              | -                            | 60                                                 | -                                                  |
| 211      | WC          | 6,02                            | 19,26                          | -                            | 12l/s                        | -                                                  | 50                                                 |
| 212      | Dušas       | 2,57                            | 8,22                           | -                            | 12l/s                        | -                                                  | 40                                                 |
| 213      | Pirtis      | 6,16                            | 19,71                          | -                            | -                            | -                                                  | -                                                  |
| 214      | Priešpirtis | 21,52                           | 68,86                          | -                            | -                            | 80                                                 | -                                                  |
|          |             | 365,15                          |                                |                              |                              | 320                                                | 320                                                |

### Vėdinimo įrenginio parinkimas:

Pagal paskaičiuotą nominalų oro kiekį pastatui ir nustatytus slėgio nuostolius (6 priedas) parenkamas Brink Renovent 400 plokštelinis rekuperatorius.



11.1 pav. Ventiliatorių darbo nomograma

Gyvenamųjų patalpų vėdinimui parinktas BRINK Renovent Excellent 400 rekuperatorius su automatizuota vėsinimo funkcija vasaros naktimis, integruotu 1000 W lauko oro elektriniu pašildytuvu apsaugai nuo užšalimo, EC technologijos ventiliatoriais, plokštelinio priešpriešinių oro srautų šilumokaičiu. Vėdinimo įrenginys komplektuojamas su valdymo automatika.

Rekuperatoriaus maksimalus pajėgumas 400 m<sup>3</sup>/h prie 225 Pa. Rekuperatorius montuojamas rūsyje. Oras iš lauko paimamas per skardinį ortakį d250, kuris turi būti izoliuotas 19 mm izoliacija, per sieną oro paėmimo grotelėmis, oras išmetamas per stogą, per izoliuotą kaminėlį.

Vėdinimo įrenginiui reikalingas kondensato nuvedimas. Ventiliatorių keliamo triukšmo slopinimui įrengiami slopintuvai, rekuperatorius su vonioje sumontuotomis kolektorinėmis dėžėmis jungiamas lanksčių d180 ortakiu. Vonios lubose turi būti numatyta prieiga prie kolektorinių dėžių pravalos.

Kolektorinės dėžutės su difuzorių dėžutėmis jungiamos d75 lanksčiu ortakiu, kuris pagamintas iš bekvapės PE-HD medžiagos. Ortakio vidus yra padengtas antistatiškai, todėl neleidžia sėsti dulkėms. Sistemos sandarumą užtikrina sandarinimo tarpinės jungimo vietose.

Pirmojo aukšto lankstus ortakiai d75 vedžijami po pirmojo aukšto pakabinomis lubomis. Oras tiekiamas ir šalinamas per lubose įmontuotus tiekimo ir ištraukimo difuzorius. Kiekių žiniaraštis 7 priede.

Drėgmės pertekliui sumažinti iš priepirčio zonos (214 patalpa) projektuojamas oro sausintuvas.

## 11.5 Oro sausintuvo parinkimas

Drėgmės tarša. Ją sukelia:

- technologiniai procesai;
- vandens ar kitų skysčių garavimas nuo atvirų paviršių (šlapių grindų, ruošinių, baseinų paviršiaus);
- žmonių išskiriama drėgmė.

Drėgmės patekimo į aplinkos orą šaltiniai yra:

$$W_b = W_{ap} + W_{zm} + W_{inf}, \quad kg/h$$

Čia:  $W_{ap}$  – technologiniai įrengimai(garas nuo paviršių), (kg/h)

$W_{zm}$  – žmonės, (kg/h)

$W_{inf}$  – besiveržiantis į patalpas lauko oras(nevertinamas), (kg/h)

## Drėgmės kiekių skaičiavimas

### 1. Nuo atvirų vandens paviršių:

$$W_{ap} = 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot c_g \cdot (p_{sot} - p_g) \cdot A, \text{ kg/h}$$

Čia:

$c_g$ -garavimo koeficientas priklausantis nuo vandens temperatūros ir oro srauto judėjimo greičio ties garavimo paviršiumi,  $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$

$$c_g = a + 0,0174 \cdot v$$

a - aplinkos oro gravitacinio judrumo faktorius, priklausantis nuo aplinkos temperatūros.

11.7 lentelė. Koeficiento a reikšmės

| Vandens temperatūra °C | Iki 30 | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    | 100  |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| a                      | 0,022  | 0,028 | 0,033 | 0,037 | 0,041 | 0,046 | 0,051 | 0,06 |

v - oro judėjimo greitis ties vandens paviršiumi, m/s; (priimame 0,2 m/s)

$p_{sot}$  - sotoaus vandens garo (garuojančio vandens paviršiuje, esant atitinkamai jo temperatūrai) parcialinis (dalinis) slėgis, Pa;

$p_p$ - vandens garo aplinkos ore (į kurį patenka garas) parcialinis (dalinis) slėgis, Pa;

a - garuojančio paviršiaus plotas,  $\text{m}^2$ .

11.8 lentelė. Garuojančio vandens,  $t_w$  °C ir jo garavimo paviršiaus  $t_{pav}$  °C temperatūrų tarpusavio priklausomybė.

| Vandens temp. $t_w$ °C             | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Vandens pavirš. temp. $t_{pav}$ °C | 18 | 28 | 37 | 45 | 51 | 58 | 69 | 82 | 97  |



### *Pastabos.*

1. Jeigu garuojantis vanduo nuolat šildomas, kad jo temperatūra visą laiką būtų pastovi, tuomet, apskaičiuojant išgaravusio vandens kiekį, garuojančio vandens paviršiaus temperatūra šiek tiek mažinama - žr. 11.7 lentelę.

2. Tais atvejais, kai vanduo (vonioje) pastoviai maišomas, tuomet galima priimti, kad  $t_w = t_{pav}$ .

3. Jeigu garuojantis vanduo šilumą tik ima iš aplinkos oro, tuomet nustatant sotaus garo dalinį slėgį  $p_{sot}$  vadovaujamesi aplinkos oro šlapio termometro temperatūra  $t_{iš}$ .

Kad apskaičiuoti kiek išgaruos vandens nuo baseino paviršiaus, priimu:

Vonios / baseino paviršiaus plotas yra  $4,1 \text{ m}^2$ , vandens temperatūra  $t_w = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ , vonioje vanduo nemaišomas, patalpos oro temperatūra  $23^\circ\text{C}$ , santykinė drėgmė 55%. Ties vonios paviršiumi oras juda  $0,2 \text{ m/s}$  greičiu.

Vadovaudamiesi 11.8 lentele nustatome, kad esant vandens temperatūrai vonioje  $t_w = 35^\circ\text{C}$ , jos paviršiuje vandens temperatūra bus  $t_{pav} = 33^\circ\text{C}$ .

Pagal oro fizinius parametrus (priedas 9) nustatome sotaus garo parcialinį (dalinį) slėgį  $p_{sot}$  esant  $t_{pav} = 33^\circ\text{C}$   $p_{sot} = 50,179 \cdot 10^2 \text{ Pa}$ .

Naudodamiesi I-d diagrama, pagal patalpos temperatūra  $23^\circ\text{C}$  ir santykinę drėgmę 55%, surandame, kad  $p_p = 14,5 \cdot 10^2 \text{ Pa}$

Vadovaudamiesi 11.7 lentele randame, kad esant  $t_w = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ , koeficientas  $a = 0,025$

Tuomet gauname:

$$\begin{aligned} W_{ap} &= 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot (a + 0,0174v) \cdot (p_{sot} - p_g) \cdot A \\ &= 7,5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,025 + 0,0174 \cdot 0,2) \cdot (50,179 \cdot 10^2 - 14,5 \cdot 10^2) \cdot 4,1 = 6,5 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

### **2. Nuo žmonių:**

$$W_{zm} = q_w \cdot n, \quad \text{g/h}$$

Čia:

$q_w$  - į aplinką vieno žmogaus išskiriamas drėgmės kiekis, g/h, priklausomai nuo atliekamo darbo pobūdžio ir aplinkos oro temperatūros,  $^\circ\text{C}$  (žr. 10.9 lentelę);

$n$  – žmonių skaičius patalpoje.

11.9 lentelė. Žmogaus kūno išskiriama drėgmė g/h.

| Darbo pobūdis    | Drėgmės, išskiriamos į aplinką, intensyvumas priklausomai nuo oro temperatūros, g/h |       |       |       |       |       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | 10 °C                                                                               | 15 °C | 20 °C | 25 °C | 30 °C | 35 °C |
| Ramybės būseną   | 50                                                                                  | 43    | 37    | 50    | 75    | 115   |
| Lengvas darbas   | 32                                                                                  | 53    | 75    | 115   | 150   | 210   |
| Vidutinis darbas | 75                                                                                  | 110   | 145   | 185   | 230   | 280   |
| Sunkus darbas    | 135                                                                                 | 185   | 245   | 300   | 360   | 415   |

$$W_{zm} = 164 \cdot 4 = 656 \text{ g/h} = 0,656 \text{ kg/h}$$

Apskaičiuojame bendrą drėgmės kiekį išsiskirianti priešpirtyje

$$W_B = 6,5 + 0,6560 = 7,12 \text{ kg/h}$$

Pagal gautus duomenis parenkamas sausintuvas priešpirties patalpai su baseinu skirtu 4 asm. naudojimui (žr. priede 8).

## 12. IŠVADOS

1. Atlikus energijos transformacijos koeficiento COP analizę nustatyta, kad oras / vanduo šilumos siurblių naudingumo koeficientas prie žemų lauko oro temperatūra ir ruošiamo 40 °C šilumnešio ženkliai mažėja, aukščiausias nustatytas naudingumo koeficientas prie -15°C lauko oro ir ruošiamo 40°C šilumnešio yra 2,24 vadovaujantis duomenimis gautais iš 3 skirtingų gamintojų. Nustatytas aukščiausias šilumos siurblio gruntas / vanduo naudingumo koeficientas prie 0°C grunto ir ruošiamo 45°C yra 3,73. Tai rodo, kad šilumos siurblio gruntas / vanduo naudingumo koeficientas yra didesnis ir mažiau priklausomas nuo žemų aplinkos oro temperatūrų.

2. Atlikus sezoninio transformacijos koeficiento SCOP analizę realiai veikiančiose sistemose Vilniaus rajone, panašaus šildomo ploto bei energetinės klasės namuose nustatyta, kad didžiausi elektros energijos suvartojimai yra spalio-balandžio mėnesiais, o mažiausi gegužės-rugsėjo mėnesiais kai energija yra naudojama tik karšto vandens ruošimui. Apskaičiuotas SCOP name su oras/vanduo sistema yra 3,22, o name su gruntas / vanduo sistema 4,73.

3. Įvertinus oras / vanduo ir gruntas / vanduo sistemų įrengimo kaštus bei modeliavimo programa Polysun atlikus sistemų simuliaciją pasirinkta ekonomiškiausia ir ilgaamžiškiausia sistema naujai projektuojamam pastatui yra oras / vanduo sistema, kuri pastato šildymui ir karšto vandens ruošimui per metus sunaudos 11442 kWh. Tai kainuos 1492 eur per metus.

## 13. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas STR 2.09.02:2005;
2. Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui STR 2.09.04:2008;
3. Statinio projektavimas RSN 156-94;
4. Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas HN 42-2009;
5. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje HN 33:2011;
6. Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai STR 2.01.04:2004;
7. Ignas Šateikis, Atsinaujinančios ir alternatyviosios energijos naudojimas šilumos gamybai, Technologija, Kaunas, 2003;
8. Satsys Kytra, Atsinaujinantys energijos šaltiniai, Technologija, Kaunas, 2006;
9. Vykintas Šuksteris, „Požeminės šiluminės energijos panaudojimo pastatų šildymui ir vėsinimui šalyje galimybių įvertinimas ir rekomendacijų dėl šios energijos minėtiems tikslams parengimas“, Kaunas, 2007;
10. Single family house: Heat Pump or Gas Boiler? Tautvydas Antanas Aleksandravičius. Kaunas;
11. LST EN 15316-4-2:2008 Pastatų šildymo sistemos. Sistemos energijos poreikio ir sistemos našumo skaičiavimo metodas. 4–2 dalis. Patalpoms šildyti skirtos šilumos gamybos sistemos, šilumos siurblių sistemos;
12. Mokslas – Lietuvos ateitis. Realus šilumos siurblio sezoninis energijos transformacijos koeficientas. Rolandas Jonynas, Rokas Valančius. Vykintas Šuksteris;
13. Mokslas – Lietuvos ateitis. Realiai veikiančio šilumos siurblio efektyvumo tyrimas. Vygantas Žėkas, Vytautas Martinaitis;
14. Prieiga per internetą <http://www.cres.gr/greenbuilding/> [žiūrėta 2016-12-14];
15. Prieiga per internetą <http://www.journals.indexcopernicus.com/> [žiūrėta 2016-12-14];
16. Prieiga per internetą <http://www.mitsubishielectric.com/> [žiūrėta 2016-10-24];

17. Priega per internetą <http://www.aircon.panasonic.eu/> [žiūrėta 2016-10-24];
18. Priega per internetą <http://www.atlantic-comfort.com/> [žiūrėta 2016-10-24];
19. Priega per internetą <http://www.alpha-innotec.ie/> [žiūrėta 2016-10-24];
20. Priega per internetą <http://www.smartheat.de/> [žiūrėta 2016-10-24];
21. Priega per internetą <https://www.vaillant.de> [žiūrėta 2016-10-24];
22. Priega per internetą <http://www.eso.lt/> [žiūrėta 2017-01-03];
23. Priega per internetą [http://www.academia.edu/2300785/A review of domestic heat pumps](http://www.academia.edu/2300785/A_review_of_domestic_heat_pumps) [žiūrėta 2017-01-03].

## 14. PRIEDAI

### 1. Priedas. Šilumos nuostolių skaičiavimai per atitvaras

1.1 lentelė. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė

| Patalpa,<br>temp., °C | Atitvaros                         |             |         |                           |                          | Pataisa<br>$k_a \times b_u$ | Pataisa dėl                         |                                                |                       | SŠN per<br>atitvaras<br>$H_{el}, W/K$ | SŠN per<br>atitvaras<br>$\Sigma H_{el} = H_{en}, W/K$ | SŠN per<br>ilginius<br>šiluminiu<br>s tiltelius<br>$H_{\psi}, W/K$ | SŠN dėl<br>vėdinimo<br>ir inf.<br>$H_v, W/K$ | $\Sigma H,$<br>W/K | $(\theta_i - \theta_e), ^\circ C$ | Šildymo<br>galia $P_h,$<br>W |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------|---------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|                       | Paviršius<br>/<br>orientacij<br>a | Matmenys, m |         | Plotas,<br>m <sup>2</sup> | U,<br>W/m <sup>2</sup> K |                             | atitv.<br>orientac.<br>$\Delta k_o$ | šildymo<br>priedaisų<br>rūšies<br>$\Delta k_h$ | $1 + \Sigma \Delta k$ |                                       |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       |                                   | Plotis      | Aukštis |                           |                          |                             |                                     |                                                |                       |                                       |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 1                     | 2                                 | 3           | 4       | 5                         | 6                        | 7                           | 8                                   | 9                                              | 10                    | 11                                    | 12                                                    | 13                                                                 | 14                                           | 15                 | 16                                | 17                           |
| 101/+20               | IS/S                              | 8           | 2,70    | 21,60                     | 0,11                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                  | 2,59                                  | 15,39                                                 | 0,12                                                               | 8,85                                         | 24,36              | 43                                | 1047,37                      |
|                       | IS/V                              | 3,6         | 2,70    | 2,47                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,28                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | L/V                               | 1,59        | 2,40    | 3,82                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 3,37                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | D/V                               | 1,43        | 2,40    | 3,43                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 3,03                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | VS/P                              | 8,60        | 2,70    | 21,29                     | 0,11                     | 0,5                         | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 1,22                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | D/P                               | 0,90        | 2,15    | 1,94                      | 0,85                     | 0,5                         | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,86                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 32,33                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 4,03                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 102/+10               | VS/S                              | 8,60        | 2,50    | 19,57                     | 0,11                     | 0,5                         | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                  | 1,17                                  | 27,44                                                 | 5,37                                                               | 12,47                                        | 45,28              | 33                                | 1494,32                      |
|                       | D/S                               | 0,90        | 2,15    | 1,94                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 1,71                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | IS/V                              | 7,60        | 2,50    | 8,25                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,94                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | D/V                               | 5,00        | 2,15    | 10,75                     | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 9,50                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | IS/R                              | 8,00        | 2,50    | 20,00                     | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 2,29                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 54,14                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 6,76                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               |             |         | 54,14                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 5,07                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 103/+10               | IS/V                              | 1,50        | 2,50    | 3,75                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,43                                  | 2,37                                                  | 0,45                                                               | 1,14                                         | 3,96               | 33                                | 130,62                       |
|                       | IS/P                              | 3,00        | 2,50    | 7,50                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,86                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 4,95                      | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,62                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               |             |         | 4,95                      | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,46                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 104/+10               | IS/R                              | 2,00        | 2,50    | 5,00                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,57                                  | 2,08                                                  | 0,47                                                               | 0,86                                         | 3,41               | 33                                | 112,60                       |
|                       | IS/P                              | 1,50        | 2,50    | 3,75                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,43                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 4,95                      | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,62                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               |             |         | 4,95                      | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,46                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 105/+20               | IS/P                              | 2,50        | 2,70    | 6,75                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,77                                  | 6,46                                                  | 1,39                                                               | 5,73                                         | 13,58              | 43                                | 584,09                       |
|                       | IS/R                              | 6,50        | 2,70    | 17,55                     | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 2,01                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | IS/S                              | 2,50        | 2,70    | 6,75                      | 0,11                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                  | 0,81                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 23,03                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 2,87                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 106/+20               | IS/S                              | 1,50        | 2,70    | 4,05                      | 0,11                     | 0,5                         | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,23                                  | 0,65                                                  | 0,15                                                               | 0,83                                         | 1,63               | 43                                | 70,03                        |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 3,34                      | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                  | 0,42                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |

1.2 lentelė. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė

| Patalpa,<br>temp., °C | Atitvaras                         |             |         |                           |                          | Pataisa<br>$k_a \times b_u$ | Pataisa dėl                         |                                                |                      | SŠN per<br>atitvaras<br>$H_{el}, W/K$ | SŠN per<br>atitvaras<br>$\Sigma H_{el} = H_{en}$<br>, W/K | SŠN per<br>ilginius<br>šiluminius<br>siltelius<br>$H_{\psi}, W/K$ | SŠN dėl<br>vėdinimo<br>ir inf.<br>$H_v, W/K$ | $\Sigma H,$<br>W/K | $(\theta_i - \theta_e),$ °C | Šildymo<br>galia $P_h,$<br>W |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------|---------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
|                       | Paviršius<br>/<br>orientacij<br>a | Matmenys, m |         | Plotas,<br>m <sup>2</sup> | U,<br>W/m <sup>2</sup> K |                             | atitv.<br>orientac.<br>$\Delta k_o$ | šildymo<br>prietaisų<br>rūšies<br>$\Delta k_h$ | 1+ $\Sigma \Delta k$ |                                       |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       |                                   | Plotis      | Aukštis |                           |                          |                             |                                     |                                                |                      |                                       |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
| 1                     | 2                                 | 3           | 4       | 5                         | 6                        | 7                           | 8                                   | 9                                              | 10                   | 11                                    | 12                                                        | 13                                                                | 14                                           | 15                 | 16                          | 17                           |
| 201/+20               | IS/S                              | 10,20       | 3,20    | 28,74                     | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 3,29                                  | 12,12                                                     | 3,79                                                              | 4,42                                         | 20,33              | 43                          | 874,40                       |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | IS/V                              | 6,05        | 3,20    | 16,76                     | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,92                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/V                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/V                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 12,54                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,17                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
| 202/+20               | IS/V                              | 6,05        | 3,20    | 16,76                     | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,92                                  | 47,27                                                     | 4,41                                                              | 21,76                                        | 73,44              | 43                          | 3157,76                      |
|                       | L/V                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/V                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/R                               | 9,50        | 3,20    | 30,40                     | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 26,87                                 |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 74,07                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 9,24                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 74,07                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 6,93                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
| 203/+17               | IS/S                              | 9,00        | 3,20    | 23,60                     | 0,11                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 2,83                                  | 13,25                                                     | 3,98                                                              | 8,29                                         | 25,52              | 40                          | 1020,86                      |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 1,20                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 1,20                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 1,20                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 1,20                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 25,66                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 3,20                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 25,66                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 2,40                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
| 204/+20               | L/P                               | 3,80        | 3,20    | 12,16                     | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 10,75                                 | 14,46                                                     | 1,08                                                              | 5,49                                         | 21,03              | 43                          | 904,20                       |
|                       | GR/                               | -           | -       | 16,98                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 2,12                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 16,98                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,59                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
| 205/+23               | Gr/                               | -           | -       | 4,60                      | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,57                                  | 1,00                                                      | 0,00                                                              | 1,49                                         | 2,49               | 46                          | 114,75                       |
|                       | St/                               | -           | -       | 4,60                      | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,43                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
| 206/+20               | L/P                               | 4,60        | 3,20    | 14,72                     | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 13,01                                 | 16,46                                                     | 1,21                                                              | 5,10                                         | 22,77              | 43                          | 979,15                       |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 15,79                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,97                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 15,79                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,48                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
| 207/+20               | L/P                               | 3,60        | 3,20    | 11,52                     | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 10,18                                 | 13,18                                                     | 1,06                                                              | 4,43                                         | 18,67              | 43                          | 802,72                       |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 13,71                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,71                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 13,71                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,28                                  |                                                           |                                                                   |                                              |                    |                             |                              |

1.3 lentelė. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė

| Patalpa,<br>temp., °C | Atitvaros                         |             |         |                           |                          | Pataisa<br>$k_a \times b_u$ | Pataisa dėl                         |                                                |                      | SŠN per<br>atitvaras<br>$H_{el}, W/K$ | SŠN per<br>atitvaras<br>$\Sigma H_{el} = H_{en}, W/K$ | SŠN per<br>ilginius<br>šiluminiu<br>s tiltelius<br>$H_{\psi}, W/K$ | SŠN dėl<br>vėdinimo<br>ir inf.<br>$H_v, W/K$ | $\Sigma H,$<br>W/K | $(\theta_i - \theta_e), ^\circ C$ | Šildymo<br>galia $P_h,$<br>W |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------|---------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|
|                       | Paviršius<br>/<br>orientacij<br>a | Matmenys, m |         | Plotas,<br>m <sup>2</sup> | U,<br>W/m <sup>2</sup> K |                             | atitv.<br>orientac.<br>$\Delta k_o$ | šildymo<br>prietaisų<br>rūšies<br>$\Delta k_h$ | 1+ $\Sigma \Delta k$ |                                       |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       |                                   | Plotis      | Aukštis |                           |                          |                             |                                     |                                                |                      |                                       |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 1                     | 2                                 | 3           | 4       | 5                         | 6                        | 7                           | 8                                   | 9                                              | 10                   | 11                                    | 12                                                    | 13                                                                 | 14                                           | 15                 | 16                                | 17                           |
| 208/+20               | IS/S                              | 2,50        | 3,20    | 5,40                      | 0,11                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 0,65                                  | 5,47                                                  | 2,70                                                               | 3,56                                         | 11,73              | 43                                | 504,19                       |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 1,20                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | L/S                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 1,20                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 11,03                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,38                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 11,03                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,03                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 209/+23               | L/P                               | 2,70        | 3,20    | 8,64                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,99                                  | 4,12                                                  | 1,60                                                               | 4,63                                         | 10,35              | 46                                | 475,91                       |
|                       | St/                               | -           | -       | 14,32                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,34                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | Gr/                               | -           | -       | 14,32                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,79                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 210/+20               | IS/S                              | 4,70        | 3,20    | 15,04                     | 0,11                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 1,80                                  | 25,02                                                 | 3,38                                                               | 6,07                                         | 34,47              | 43                                | 1482,30                      |
|                       | IS/R                              | 2,00        | 3,20    | 6,40                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,73                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | L/R                               | 1,50        | 3,20    | 4,80                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 4,24                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | L/P                               | 5,00        | 3,20    | 16,00                     | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 14,14                                 |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 18,77                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,76                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | GR/                               | -           | -       | 18,77                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 2,34                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 211/+23               | IS/V                              | 3,40        | 3,20    | 10,88                     | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,24                                  | 3,71                                                  | 1,31                                                               | 1,95                                         | 6,97               | 46                                | 320,56                       |
|                       | L/V                               | 0,50        | 2,60    | 1,30                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,15                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 6,02                      | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,56                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | GR/                               | -           | -       | 6,02                      | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,75                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 212/+23               | IS/V                              | 1,15        | 3,20    | 3,68                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,42                                  | 0,98                                                  | 0,23                                                               | 0,75                                         | 1,96               | 46                                | 90,26                        |
|                       | St/                               | -           | -       | 2,57                      | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,24                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | GR/                               | -           | -       | 2,57                      | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,32                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 213/+23               | IS/V                              | 2,20        | 3,20    | 7,04                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,81                                  | 3,10                                                  | 0,58                                                               | 1,81                                         | 5,49               | 46                                | 252,66                       |
|                       | IS/P                              | 2,60        | 3,20    | 8,32                      | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,95                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 6,16                      | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,58                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | GR/                               | -           | -       | 6,16                      | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 0,77                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
| 214/+23               | IS/P                              | 5,00        | 3,20    | 16,00                     | 0,11                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 1,83                                  | 27,95                                                 | 3,30                                                               | 6,63                                         | 37,88              | 46                                | 1742,37                      |
|                       | L/S                               | 4,60        | 3,20    | 14,72                     | 0,85                     | 1                           | 0,05                                | 0,04                                           | 1,09                 | 13,64                                 |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | L/V                               | 2,75        | 3,20    | 8,80                      | 0,85                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 7,78                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | St/                               | -           | -       | 21,52                     | 0,09                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 2,01                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       | GR/                               | -           | -       | 21,52                     | 0,12                     | 1                           | 0                                   | 0,04                                           | 1,04                 | 2,69                                  |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   |                              |
|                       |                                   |             |         |                           |                          |                             |                                     |                                                |                      |                                       |                                                       |                                                                    |                                              |                    |                                   | 16161,11                     |



## 2. Priedas. Hidrauliniai skaičiavimai

2.1 lentelė. Hidrauliniai grindų šildymo skaičiavimai

| Žiedo Nr.              | Ap, m <sup>2</sup> | Ph,W/m <sup>2</sup> K | qo,W/m <sup>2</sup> | qmax, W/m <sup>2</sup> | Ttiek, °C | Tgr, °C | Θi, °C | b, cm | d, mm | L kontūro,m | m, kg/h | v, m/s | Δp, kPa | Δt    |
|------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-----------|---------|--------|-------|-------|-------------|---------|--------|---------|-------|
| <b>Kolektorius 1-1</b> |                    |                       |                     |                        |           |         |        |       |       |             |         |        |         |       |
| 101;1                  | 16,16              | 523,69                | 32,41               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,3   | 18x2  | 55,9        | 49,49   | 0,10   | 1,06    | 6,03  |
| 101;2                  | 16,16              | 523,69                | 32,41               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,3   | 18x2  | 53,9        | 49,49   | 0,10   | 1,02    | 6,03  |
| 102;1                  | 18,05              | 498,1                 | 27,60               | 212,8                  | 45        | 35      | 10     | 0,3   | 18x2  | 66,7        | 47,08   | 0,10   | 1,27    | 5,74  |
| 102;2                  | 18,05              | 498,1                 | 27,60               | 212,8                  | 45        | 35      | 10     | 0,3   | 18x2  | 63,0        | 47,08   | 0,10   | 1,20    | 5,74  |
| 102;3                  | 18,05              | 498,1                 | 27,60               | 212,8                  | 45        | 35      | 10     | 0,3   | 18x2  | 60,2        | 47,08   | 0,10   | 1,14    | 5,74  |
| 103                    | 4,95               | 130,62                | 26,39               | 212,8                  | 45        | 35      | 10     | 0,3   | 18x2  | 38,1        | 12,34   | 0,10   | 0,72    | 1,50  |
| 104                    | 3,73               | 112,6                 | 30,19               | 212,8                  | 45        | 35      | 10     | 0,3   | 18x2  | 29,4        | 10,64   | 0,10   | 0,56    | 1,30  |
| 105                    | 23,03              | 584,09                | 25,36               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,3   | 18x2  | 76,8        | 55,20   | 0,12   | 1,46    | 6,73  |
| 106                    | 3,34               | 70,03                 | 20,97               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,15  | 18x2  | 22,3        | 6,62    | 0,10   | 0,42    | 0,81  |
| <b>Kolektorius 2-1</b> |                    |                       |                     |                        |           |         |        |       |       |             |         |        |         |       |
| 201                    | 12,54              | 874,4                 | 69,73               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,15  | 18x2  | 103,6       | 82,64   | 0,15   | 3,11    | 10,07 |
| 202;1                  | 14,81              | 631,55                | 42,64               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,2   | 18x2  | 78,1        | 59,69   | 0,12   | 1,64    | 7,28  |
| 202;2                  | 14,81              | 631,55                | 42,64               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,2   | 18x2  | 86,4        | 59,69   | 0,12   | 1,81    | 7,28  |
| 202;3                  | 14,81              | 631,55                | 42,64               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,2   | 18x2  | 85,7        | 59,69   | 0,12   | 1,80    | 7,28  |
| 202;4                  | 14,81              | 631,55                | 42,64               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,2   | 18x2  | 82,9        | 59,69   | 0,12   | 1,74    | 7,28  |
| 202;5                  | 14,81              | 631,55                | 42,64               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,2   | 18x2  | 74,1        | 59,69   | 0,12   | 1,56    | 7,28  |
| 211                    | 6,02               | 320,56                | 53,25               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 60,2        | 30,30   | 0,1    | 1,26    | 3,69  |
| 212                    | 2,57               | 90,26                 | 35,12               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 25,7        | 8,53    | 0,1    | 0,54    | 1,04  |
| 213                    | 6,16               | 252,66                | 41,02               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,2   | 18x2  | 30,8        | 23,88   | 0,1    | 0,65    | 2,91  |
| 214;1                  | 7,17               | 580,79                | 81,00               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 71,7        | 54,89   | 0,12   | 1,51    | 6,69  |
| 214;2                  | 7,17               | 580,79                | 81,00               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 73,7        | 54,89   | 0,12   | 1,55    | 6,69  |
| 214;3                  | 7,17               | 580,79                | 81,00               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 75,2        | 54,89   | 0,12   | 1,58    | 6,69  |
| <b>Kolektorius 2-2</b> |                    |                       |                     |                        |           |         |        |       |       |             |         |        |         |       |
| 203;1                  | 12,83              | 510,43                | 39,78               | 134,4                  | 45        | 35      | 17     | 0,2   | 18x2  | 68,2        | 48,24   | 0,1    | 1,43    | 5,88  |
| 203;2                  | 12,83              | 510,43                | 39,78               | 134,4                  | 45        | 35      | 17     | 0,2   | 18x2  | 64,2        | 48,24   | 0,1    | 1,35    | 5,88  |
| 204;1                  | 8,49               | 452,1                 | 53,25               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,15  | 18x2  | 63,0        | 42,73   | 0,1    | 1,32    | 5,21  |
| 204;2                  | 8,49               | 452,1                 | 53,25               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,15  | 18x2  | 56,6        | 42,73   | 0,1    | 1,19    | 5,21  |
| 205                    | 4,6                | 114,75                | 24,95               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 52,0        | 10,85   | 0,1    | 1,09    | 1,32  |
| 206;1                  | 7,9                | 489,6                 | 61,97               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,15  | 18x2  | 52,7        | 46,27   | 0,1    | 1,11    | 5,64  |
| 206;2                  | 7,9                | 489,6                 | 61,97               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,15  | 18x2  | 54,7        | 46,27   | 0,1    | 1,15    | 5,64  |
| 207                    | 13,71              | 802,72                | 58,55               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,15  | 18x2  | 91,4        | 75,87   | 0,14   | 1,92    | 9,25  |
| 208                    | 11,03              | 504,19                | 45,71               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,2   | 18x2  | 55,2        | 47,65   | 0,1    | 1,16    | 5,81  |
| 209;1                  | 7,16               | 238                   | 33,24               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 71,6        | 22,49   | 0,1    | 1,50    | 2,74  |
| 209;2                  | 7,16               | 238                   | 33,24               | 67,2                   | 45        | 35      | 23     | 0,1   | 18x2  | 72,9        | 22,49   | 0,1    | 1,53    | 2,74  |
| 210;1                  | 6,3                | 494,1                 | 78,43               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,1   | 18x2  | 65,0        | 46,70   | 0,1    | 1,37    | 5,69  |
| 210;2                  | 6,3                | 494,1                 | 78,43               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,1   | 18x2  | 63,0        | 46,70   | 0,1    | 1,32    | 5,69  |
| 210;3                  | 6,3                | 494,1                 | 78,43               | 100,8                  | 45        | 35      | 20     | 0,1   | 18x2  | 63,2        | 46,70   | 0,1    | 1,33    | 5,69  |

2.2 lentelė. Hidrauliniai magistalių skaičiavimai

| Ruožo Nr.                                  | Apkrova $\Sigma P, W$ | Srauto masė $G, \text{kg/h}$ | Ruožo ilgis $l, \text{m}$ | Vamzdžio skersmuo $d, \text{mm}$ | Lyginamieji trinties nuostoliai $R, \text{Pa/m}^1$ | Tėkmės greitis $v, \text{m/s}$ | Dinaminis slėgis $p_{\text{din}}, \text{Pa}$ | Vietinių kliūčių koeficientų suma $\Sigma \zeta$ | Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties $R_{xl}, \text{Pa}$ | Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių $Z, \text{Pa}$ | $R_{xl}+Z, \text{Pa}$ | Pastabos |
|--------------------------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|
| 1                                          | 2                     | 3                            | 4                         | 5                                | 6                                                  | 7                              | 8                                            | 9                                                | 10                                                       | 11                                                          | 12                    | 13       |
| <b>Skaičiuojamasis tolimiausias žiedas</b> |                       |                              |                           |                                  |                                                    |                                |                                              |                                                  |                                                          |                                                             |                       |          |
| 1                                          | 16161,11              | 758,86                       | 2                         | 40                               | 31                                                 | 0,25                           | 3,13                                         | 0,26                                             | 62                                                       | 8,13                                                        | 70,13                 |          |
| 2                                          | 12722,09              | 597,38                       | 4,53                      | 32                               | 55                                                 | 0,32                           | 5,12                                         | 1,3                                              | 249,15                                                   | 66,56                                                       | 315,71                |          |
| 3                                          | 6438,01               | 302,30                       | 27                        | 32                               | 15                                                 | 0,15                           | 1,13                                         | 0,34                                             | 405                                                      | 3,83                                                        | 408,83                |          |
| 3'                                         | 6438,01               | 302,30                       | 26,7                      | 40                               | 15                                                 | 0,15                           | 1,13                                         | 0,34                                             | 400,5                                                    | 3,83                                                        | 404,33                |          |
| 2'                                         | 12722,09              | 597,38                       | 4,03                      | 32                               | 55                                                 | 0,32                           | 5,12                                         | 1,3                                              | 221,65                                                   | 66,56                                                       | 288,21                |          |
| 1'                                         | 16161,11              | 758,86                       | 1,9                       | 32                               | 31                                                 | 0,25                           | 3,13                                         | 0,26                                             | 58,9                                                     | 8,13                                                        | 67,03                 |          |

### 3. Priedas. Šildomų grindų įrengimo kiekių žiniaraštis

3.1 lentelė. Kiekių žiniaraštis

| Eilės Nr. | Pavadinimas                                 | Mato vnt. | Kiekis vnt. |
|-----------|---------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1         | Kolekatoriaus spintelė                      | vnt       | 3           |
| 2         | Grindinio šildymo kolektorius 9 žiedų       | vnt       | 1           |
| 3         | Grindinio šildymo kolektorius 12 žiedų      | vnt       | 1           |
| 4         | Grindinio šildymo kolektorius 14 žiedų      | vnt       | 1           |
| 5         | Kolekatoriaus ir spintelės montavimas       | kompl.    | 3           |
| 6         | Fasoninės kolekatoriaus pajungimo medžiagos | kompl.    | 3           |
| 7         | Grindinio šildymo vamzdis d18               | m         | 2300        |
| 8         | Grindinio šildymo vamzdžio klojimo darbai   | kompl.    | 1           |
| 9         | Vamzdis PPR 32                              | m         | 50          |
| 10        | Vamzdis PPR 20                              | m         | 20          |
| 11        | Izoliacija 13mm                             | m         | 70          |
| 12        | Izoliavimo darbai                           | kompl.    | 1           |
| 13        | Sistemos paleidimo, derinimo darbai         | kompl.    | 1           |
| 14        | Hidrauliniai bandymai                       | kompl.    | 1           |
| 15        | Kambario termostatai                        | vnt       | 12          |
| 16        | Elektrinės pavarėlės                        | vnt       | 35          |
| 17        | Komutacinė dėžutė                           | vnt       | 3           |
| 18        | Valdymo automatikos montavimo darbai        | kompl.    | 1           |

4. Priedas. Šilumos siurblio gruntas / vanduo katilinės įrengimo kiekių žiniaraštis

4.1 lentelė. Kiekių žiniaraštis

| Eilės Nr. | Pavadinimas                                                                                    | Mato vnt. | Kiekis vnt. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1         | Šilumos siurblys gruntas / vanduo 17 kW, su karšto vandens talpa ir cirkuliaciniais siurbliais | kompl.    | 1           |
| 2         | Išsiplėtimo indas 18l su kronšteinu                                                            | kompl.    | 1           |
| 3         | Išsiplėtimo indas 35l su kronšteinu                                                            | kompl.    | 1           |
| 4         | Perjungimo vožtuvas su pavara                                                                  | kompl.    | 1           |
| 5         | Ventilis DN32                                                                                  | vnt       | 10          |
| 6         | Ventilis DN25                                                                                  | vnt       | 12          |
| 7         | Ventilis DN40                                                                                  | vnt       | 2           |
| 8         | Mechaninis filtras DN40                                                                        | vnt       | 1           |
| 9         | Mechaninis filtras DN32                                                                        | vnt       | 1           |
| 10        | Srauto matuokliai DN32                                                                         | vnt       | 8           |
| 11        | Apsauginis vožtuvas 6bar                                                                       | vnt       | 6           |
| 12        | Manometras                                                                                     | vnt       | 2           |
| 13        | Termometras                                                                                    | vnt       | 2           |
| 14        | Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui                                                       | vnt       | 1           |
| 15        | Automatiniai nuorintojai                                                                       | vnt       | 2           |
| 16        | PE vamzdis 32                                                                                  | m         | 480         |
| 17        | Antikondensacinė izoliacija 9mm                                                                | m         | 20          |
| 18        | Izoliavimo darbai                                                                              | kompl.    | 1           |
| 19        | PE vamzdis 40                                                                                  | m         | 5           |
| 20        | PPR vamzdis 32                                                                                 | m         | 7           |
| 21        | PPR vamzdis 40                                                                                 | m         | 4           |
| 22        | Katilinės montavimo darbai                                                                     | kompl.    | 1           |
| 23        | Gręžinių įrengimo darbai                                                                       | kompl.    | 1           |
| 24        | Sistemos paleidimo, derinimo darbai                                                            | kompl.    | 1           |
| 25        | Hidrauliniai bandymai                                                                          | kompl.    | 1           |

5. Priedas. Šilumos siurblio oras / vanduo katilinės įrengimo kiekių žiniaraštis

5.1 lentelė. Kiekių žiniaraštis

| Eilės Nr. | Pavadinimas                                                                                 | Mato vnt. | Kiekis vnt. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1         | Šilumos siurblys oras / vanduo 17 kW, su karšto vandens talpa ir cirkuliaciniais siurbliais | kompl.    | 1           |
| 2         | Išsiplėtimo indas 35l su kronšteinu                                                         | kompl.    | 1           |
| 3         | Trieigis vožtuvas su pavara                                                                 | kompl.    | 1           |
| 4         | Ventilis DN32                                                                               | vnt       | 10          |
| 5         | Ventilis DN25                                                                               | vnt       | 12          |
| 6         | Ventilis DN40                                                                               | vnt       | 2           |
| 7         | Mechaninis filtras DN40                                                                     | vnt       | 1           |
| 8         | Mechaninis filtras DN32                                                                     | vnt       | 1           |
| 9         | Apsauginis vožtuvas 6bar                                                                    | vnt       | 6           |
| 10        | Manometras                                                                                  | vnt       | 2           |
| 11        | Termometras                                                                                 | vnt       | 2           |
| 12        | Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui                                                    | vnt       | 1           |
| 13        | Automatiniai nuorintojai                                                                    | vnt       | 2           |
| 14        | PPR vamzdis 32                                                                              | m         | 7           |
| 15        | PPR vamzdis 40                                                                              | m         | 4           |
| 16        | Varinis vamzdis su izoliacija 5/8'                                                          | m         | 15          |
| 17        | Varinis vamzdis su izoliacija 3/8'                                                          | m         | 15          |
| 18        | Pastatomas kronšteinas išoriniam blokui                                                     | kompl.    | 1           |
| 19        | Išorinio bloko montavimo darbai                                                             | kompl.    | 1           |
| 20        | Katilinės montavimo darbai                                                                  | kompl.    | 1           |
| 21        | Sistemos paleidimo, derinimo darbai                                                         | kompl.    | 1           |
| 22        | Hidrauliniai bandymai                                                                       | kompl.    | 1           |

6. Priedas. Aerodinaminiai skaičiavimai

6.1 lentelė. Aerodinaminių skaičiavimų suvestinė

| Ruožo Nr. | Debitas L, m <sup>3</sup> /h | Ilgis l, m | Skersmuo, mm | Greitis v, m/s | Trinties nuostoliai R/m'<br>Pa | Trinties nuostoliai ruožui RI,<br>RI= R•l<br>Pa | Dinaminis slėgis p <sub>din</sub> , Pa | Vietinių kliūčių koeficientų suma Σζ | Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Z= p <sub>din</sub> •Σζ<br>Pa | R I + Z, Pa | Pastabos |
|-----------|------------------------------|------------|--------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
| 1         | 320                          | 13,50      | 250          | 1,5            | 0,4                            | 5,40                                            | 1,35                                   | 11,22                                | 15,15                                                                   | 20,55       |          |
| 2         | 320                          | 4,60       | 200          | 4              | 1,4                            | 6,44                                            | 9,60                                   | 7,24                                 | 69,50                                                                   | 75,94       |          |
| 3         | 40                           | 20,00      | 63           | 3,5            | 4                              | 80,00                                           | 7,35                                   | 1,7                                  | 12,50                                                                   | 92,50       |          |
|           |                              |            |              |                |                                |                                                 |                                        |                                      |                                                                         | Viso:       | 188,99   |

| Ruožo Nr. | Debitas L, m <sup>3</sup> /h | Ilgis l, m | Skersmuo, mm | Greitis v, m/s | Trinties nuostoliai R/m'<br>Pa | Trinties nuostoliai ruožui RI,<br>RI= R•l<br>Pa | Dinaminis slėgis p <sub>din</sub> , Pa | Vietinių kliūčių koeficientų suma Σζ | Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Z= p <sub>din</sub> •Σζ<br>Pa | R I + Z, Pa | Pastabos |
|-----------|------------------------------|------------|--------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
| 1         | 320                          | 5,40       | 250          | 1,5            | 0,4                            | 2,16                                            | 1,35                                   | 11,22                                | 15,15                                                                   | 17,31       |          |
| 2         | 320                          | 4,60       | 200          | 4              | 1,4                            | 6,44                                            | 9,60                                   | 7,24                                 | 69,50                                                                   | 75,94       |          |
| 3         | 40                           | 20,00      | 63           | 3,5            | 4                              | 80,00                                           | 7,35                                   | 1,7                                  | 12,50                                                                   | 92,50       |          |
|           |                              |            |              |                |                                |                                                 |                                        |                                      |                                                                         | Viso:       | 185,75   |

7. Priedas. Vėdinimo sistemos įrengimo kiekių žiniaraštis

7.1 lentelė. Kiekių žiniaraštis

| Eilės Nr. | Pavadinimas                                   | Mato vnt. | Kiekis vnt. |
|-----------|-----------------------------------------------|-----------|-------------|
| 1         | Vėdinimo įrenginys, našumas 400m <sup>3</sup> | vnt       | 1           |
| 2         | Valdiklis                                     | vnt       | 1           |
| 3         | Skardinis ortakis D250                        | m         | 20          |
| 4         | Skardinis ortakis D200                        | m         | 7           |
| 5         | Izoliacija 19mm                               | m         | 60          |
| 6         | Izoliavimo darbai                             | kompl.    | 2           |
| 7         | Fasoninės dalys vėdinimo įrenginio pajungimui | kompl.    | 1           |
| 8         | Vėdinimo įrenginio montavimo darbai           | kompl.    | 1           |
| 9         | Kaminėlis D200                                | vnt       | 1           |
| 10        | Grotelės D250                                 | vnt       | 1           |
| 11        | Difuzoriaus dėžutės                           | vnt       | 15          |
| 12        | Oro padavimo difuzoriai                       | vnt       | 7           |
| 13        | Oro ištraukimo difuzoriai                     | vnt       | 8           |
| 14        | Oro tiekimo/ištraukimo kolektorius            | vnt       | 2           |
| 15        | Grotelių, difuzorių montavimo darbai          | kompl.    | 1           |
| 16        | Lankstus ortakis d75                          | m         | 350         |
| 17        | Ortakio tiesimo darbai                        | kompl.    | 1           |
| 18        | Oro sausintuvas                               | vnt       | 1           |
| 19        | Skardinis ortakis D160                        | m         | 5           |
| 20        | Skardinis ortakis D125                        | m         | 5           |
| 21        | Izoliacija 30mm                               | m         | 10          |

## 8. Priedas. Sausintuvo parametrai



Su specialia danga pritaikyta baseinams.

Surenka 110l per 24val.

[Kompresorinio oro sausintuvo veikimo principas](#)

**Alternatyvūs prekės pavadinimai:** oro sausintuvas, oro sausintuvai, drėgmės kompresorinis

### **Bendra informacija**

Tipas: Oro sausintuvas  
Gamintojas: Ecor Pro  
Veikimo principas: Drėgmės kondensavimas  
Aukštis: 45.3 cm  
Plotis: 66.5 cm  
Gylis: 66 cm  
Maksimalus triukšmo lygis: 55 dB  
Spalva: Balta  
Valdymas: Mechaninis  
Svoris: 73 kg  
Gamintojo šalis: Anglija  
Garantija: 24 mėn.

### **Oro sausintuvo informacija**

Galia: 1300 W  
Vandens surinkimas: 110 l/24h  
Oro srautas: 1500 m<sup>3</sup>/val  
Veikimo principas: Drėgmės kondensavimas  
Veikimo tipas: Kompresorinis



9. Priedas. Oro fiziniai parametrai

| Oro temperatūra $t_a, C^{\circ}$ | Oro tankis esant<br>norm. atm. sl. $\rho, kg/m^3$ | Lyginamasis tūrinis<br>esant n. atm. sl. $\gamma, N/m^3$ | Sotaus vandens garo<br>parcialinis slėgis<br>$p_{sot} 10^5 Pa$ | Oro temperatūra $t_a, C^{\circ}$ | Oro tankis esant<br>norm. atm. sl. $\rho, kg/m^3$ | Lyginamasis tūrinis<br>esant n. atm. sl. $\gamma, N/m^3$ | Sotaus vandens garo<br>parcialinis slėgis<br>$p_{sot} 10^5 Pa$ |
|----------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1                                | 2                                                 | 3                                                        | 4                                                              | 1                                | 2                                                 | 3                                                        | 4                                                              |
| 20                               | 1,396                                             | 13,70                                                    | 1,25                                                           | 29                               | 1,169                                             | 11,43                                                    | 39,957                                                         |
| 19                               | 1,390                                             | 13,64                                                    | 1,257                                                          | 30                               | 1,165                                             | 11,39                                                    | 42,326                                                         |
| 18                               | 1,385                                             | 13,59                                                    | 1,476                                                          | 31                               | 1,161                                             | 11,35                                                    | 44,814                                                         |
| 17                               | 1,379                                             | 13,53                                                    | 1,609                                                          | 32                               | 1,157                                             | 11,31                                                    | 47,432                                                         |
| 16                               | 1,374                                             | 13,48                                                    | 1,749                                                          | 33                               | 1,154                                             | 11,28                                                    | 50,179                                                         |
| 15                               | 1,368                                             | 13,42                                                    | 1,901                                                          | 34                               | 1,150                                             | 11,24                                                    | 53,064                                                         |
| 14                               | 1,363                                             | 13,37                                                    | 2,063                                                          | 35                               | 1,146                                             | 11,20                                                    | 56,093                                                         |
| 13                               | 1,358                                             | 13,32                                                    | 2,239                                                          | 36                               | 1,142                                             | 11,16                                                    | 59,269                                                         |
| 12                               | 1,353                                             | 13,27                                                    | 2,429                                                          | 37                               | 1,139                                             | 11,13                                                    | 62,599                                                         |
| 11                               | 1,348                                             | 13,22                                                    | 2,632                                                          | 38                               | 1,135                                             | 11,09                                                    | 66,090                                                         |
| 10                               | 1,342                                             | 13,16                                                    | 2,85                                                           | 39                               | 1,132                                             | 11,06                                                    | 69,748                                                         |
| 9                                | 1,337                                             | 13,11                                                    | 3,086                                                          | 40                               | 1,128                                             | 11,02                                                    | 73,581                                                         |
| 8                                | 1,332                                             | 13,06                                                    | 3,337                                                          | 41                               | 1,124                                             | 10,98                                                    | 77,592                                                         |
| 7                                | 1,327                                             | 13,01                                                    | 3,607                                                          | 42                               | 1,121                                             | 10,95                                                    | 81,795                                                         |
| 6                                | 1,322                                             | 12,96                                                    | 3,894                                                          | 43                               | 1,117                                             | 10,91                                                    | 86,184                                                         |
| 5                                | 1,317                                             | 12,91                                                    | 4,210                                                          | 44                               | 1,114                                             | 10,88                                                    | 90,786                                                         |
| 4                                | 1,312                                             | 12,86                                                    | 4,527                                                          | 45                               | 1,110                                             | 10,84                                                    | 95,600                                                         |
| 3                                | 1,308                                             | 12,82                                                    | 4,879                                                          | 46                               | 1,107                                             | 10,81                                                    | 100,614                                                        |
| 2                                | 1,303                                             | 12,77                                                    | 5,256                                                          | 47                               | 1,103                                             | 10,77                                                    | 105,868                                                        |
| 1                                | 1,298                                             | 12,72                                                    | 5,660                                                          | 48                               | 1,100                                             | 10,74                                                    | 111,334                                                        |
| 0                                | 1,293                                             | 12,67                                                    | 6,090                                                          | 49                               | 1,096                                             | 10,70                                                    | 117,067                                                        |
| 1                                | 1,288                                             | 12,62                                                    | 6,552                                                          | 50                               | 1,093                                             | 10,67                                                    | 123,038                                                        |
| 2                                | 1,284                                             | 12,58                                                    | 7,041                                                          | 51                               | 1,090                                             | 10,64                                                    | 129,276                                                        |
| 3                                | 1,279                                             | 12,53                                                    | 7,561                                                          | 52                               | 1,086                                             | 10,60                                                    | 135,780                                                        |
| 4                                | 1,275                                             | 12,49                                                    | 8,114                                                          | 53                               | 1,083                                             | 10,57                                                    | 142,576                                                        |
| 5                                | 1,270                                             | 12,44                                                    | 8,702                                                          | 54                               | 1,080                                             | 10,54                                                    | 149,638                                                        |
| 6                                | 1,265                                             | 12,39                                                    | 9,327                                                          | 55                               | 1,076                                             | 10,50                                                    | 156,993                                                        |
| 7                                | 1,261                                             | 12,35                                                    | 9,992                                                          | 56                               | 1,073                                             | 10,47                                                    | 164,654                                                        |
| 8                                | 1,256                                             | 12,30                                                    | 10,699                                                         | 57                               | 1,070                                             | 10,44                                                    | 171,661                                                        |
| 9                                | 1,252                                             | 12,26                                                    | 11,449                                                         | 58                               | 1,067                                             | 10,41                                                    | 180,986                                                        |
| 10                               | 1,248                                             | 12,22                                                    | 12,248                                                         | 59                               | 1,063                                             | 10,37                                                    | 189,658                                                        |
| 11                               | 1,243                                             | 12,17                                                    | 13,093                                                         | 60                               | 1,060                                             | 10,34                                                    | 198,675                                                        |
| 12                               | 1,239                                             | 12,13                                                    | 13,989                                                         | 61                               | 1,057                                             | 10,31                                                    | 208,052                                                        |
| 13                               | 1,235                                             | 12,09                                                    | 14,937                                                         | 62                               | 1,054                                             | 10,28                                                    | 217,814                                                        |
| 14                               | 1,230                                             | 12,04                                                    | 15,943                                                         | 63                               | 1,051                                             | 10,25                                                    | 227,935                                                        |
| 15                               | 1,226                                             | 12,00                                                    | 17,008                                                         | 64                               | 1,048                                             | 10,22                                                    | 238,482                                                        |
| 16                               | 1,222                                             | 11,96                                                    | 18,133                                                         | 65                               | 1,044                                             | 10,18                                                    | 249,428                                                        |
| 17                               | 1,217                                             | 11,91                                                    | 19,325                                                         | 66                               | 1,041                                             | 10,15                                                    | 260,799                                                        |
| 18                               | 1,213                                             | 11,87                                                    | 20,584                                                         | 67                               | 1,038                                             | 10,12                                                    | 272,597                                                        |
| 19                               | 1,209                                             | 11,83                                                    | 21,914                                                         | 68                               | 1,035                                             | 10,09                                                    | 284,846                                                        |
| 20                               | 1,205                                             | 11,79                                                    | 23,319                                                         | 69                               | 1,032                                             | 10,06                                                    | 297,548                                                        |
| 21                               | 1,201                                             | 11,75                                                    | 24,804                                                         | 70                               | 1,029                                             | 10,03                                                    | 310,821                                                        |
| 22                               | 1,197                                             | 11,71                                                    | 26,309                                                         | 75                               | 1,014                                             | 9,88                                                     | 384,503                                                        |
| 23                               | 1,193                                             | 11,67                                                    | 28,020                                                         | 80                               | 1,000                                             | 9,74                                                     | 472,283                                                        |
| 24                               | 1,189                                             | 11,63                                                    | 29,761                                                         | 85                               | 0,986                                             | 9,60                                                     | 576,688                                                        |
| 25                               | 1,185                                             | 11,59                                                    | 31,595                                                         | 90                               | 0,973                                             | 9,47                                                     | 699,261                                                        |
| 26                               | 1,181                                             | 11,55                                                    | 33,528                                                         | 95                               | 0,959                                             | 9,33                                                     | 843,087                                                        |

## 10. Priedas. Sudėtinės šilumos siurblio sistemos dalys

### Spiralinio kompresoriaus skerspjūvis

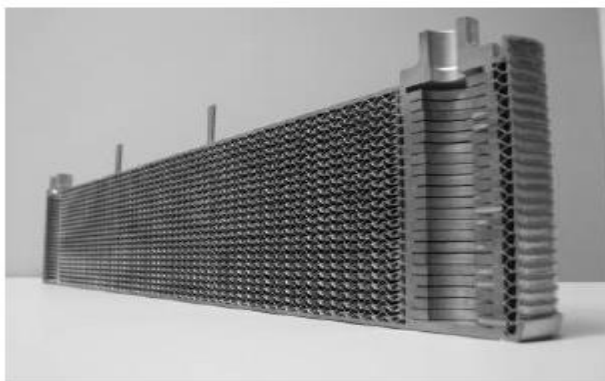
Mėlyna spiralė yra statiška, o raudona juda išcentriškai. Šaltnešis yra spaudžiamas į spiralės centrą



10.1 pav. Kompresoriaus pjūvis

### Aukšto naudingumo šilumokaitis

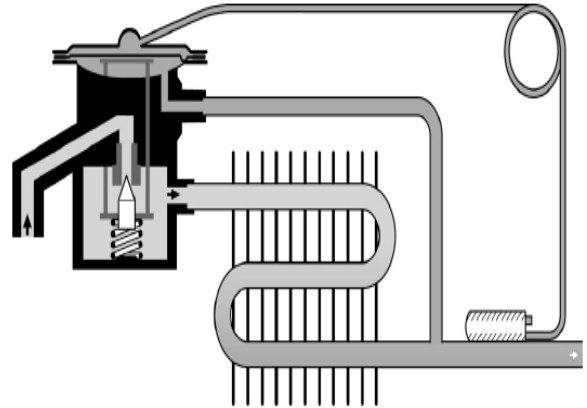
Iš nerūdijančio plieno, kad būtų užtikrintas maksimalus šilumos perdavimas šilumokaitis naudoja priešpriešinės tėkmės principą.



10.2 pav. Šilumokaitis

### Išplėtimo vožtuvas

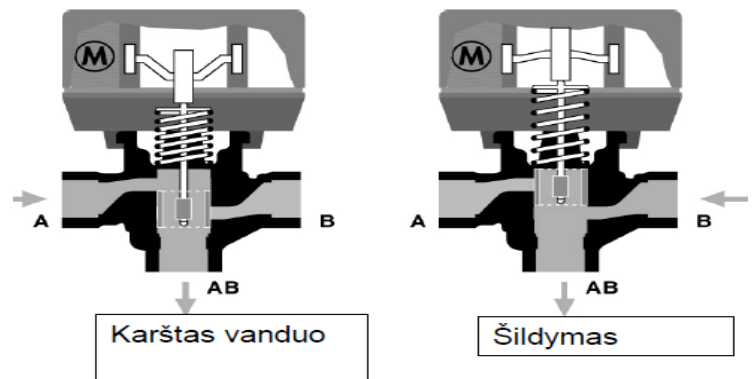
Dėl aukšto slėgio skystas šaltnešis pasiekia išsiplėtimo vožtuvą, čia sistemos slėgis mažinamas, ir išgarintas šaltnešis yra praleidžiamas į šilumokaitį.



10.3 pav. Išplėtimo vožtuvas

### Triegis vožtuvas

Triegis vožtuvas montuojamas ant šildymo kontūro sugrįžtamosios. Vožtuvas nuleistas – šilumos siurblys ruošia karštą vandenį. Vožtuvas pakeltas – šilumos siurblys šildo.



10.4 pav. Triegis vožtuvas

11. Priedas. Sąmata gruntas / vanduo sistemai



**Lokalinė sąmata Nr. 20170103-01**

Vienabutis gyv. namas Vilnius

Vidaus inžineriniai tinklai

Sudaryta 2016 m. kovo mėn. kainomis

Grindinis šildymas, šilumos siurblio katilinė, rekuperacija

Iš viso: **41592,75 EUR**

| Eil. Nr.                                        | Darbų ir išlaidų aprašymai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Mato vnt | Kiekis | Kaina    | Suma            | Darbas        | Medžiagos      | Mechanizmai    |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----------|-----------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>Skyrius Geotermine katilinė</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |        |          |                 |               |                |                |
| 1                                               | Iki 25 kw galios šilumos siurblio montavimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | vnt      | 1      | 481,417  | 481,42          | 480,47        | 0,81           | 0,13           |
| 2                                               | SWC 172K3 + WWS405, komplektas šildymui ir karšto vandens ruošimui:- 10069642 ? šilumos siurblys alpha innotec alterra gruntas/vanduo SWC 172K3, 16,57 kW, COP 4,95, 65oC; integruota: 9 kW elektrinis tenas, perteklinio srauto vožtuvas, efektyvūs PWM cirkuliaciniai siurbliai, perjungimo vožtuvas k.v. ruošimui, pasyvaus vėsinimo mazgas;-15007801 Karšto vandens talpa 200l, | vnt      | 1      | 8302,500 | 8302,50         |               | 8302,50        |                |
| 3                                               | LUX 2.1-EP, funkcijų išplėtimo plokštė, ΔT-reguliavimas saulės sistemoms, baseinas, 2 maišytuvai ir kt.                                                                                                                                                                                                                                                                             | vnt      | 1      | 133,200  | 133,20          |               | 133,20         |                |
| 4                                               | Pirminis apsaugos paketas 18: Išplėtimo indas 18 ltr. su sieniniu laikiliu (armatūrinis kronšteinas), indo čiaupas, apsaugos grupė (apsauginis vožtuvas, manometras, autom. nuorintuvas). Galingumams 12-19 kW                                                                                                                                                                      | vnt      | 1      | 134,550  | 134,55          |               | 134,55         |                |
| 5                                               | Antrinis apsaugos paketas 35: Išplėtimo indas 35 ltr., indo čiaupas, apsaugos grupė (apsauginis vožtuvas, manometras, autom. nuorintuvas)                                                                                                                                                                                                                                           | vnt      | 1      | 103,500  | 103,50          |               | 103,50         |                |
| 6                                               | USV 5/4", perjungimo vožtuvas su pavara, pvz. karšto vandens - šildymo režimų perjungimui, 5/4"                                                                                                                                                                                                                                                                                     | vnt      | 1      | 217,800  | 217,80          |               | 217,80         |                |
| 7                                               | Fasoninės dalys                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | vnt      | 1      | 573,439  | 573,44          | 186,85        | 386,59         |                |
| 8                                               | Boilerio karšto šalto vandens aprišimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | vnt      | 1      | 169,646  | 169,65          | 30,43         | 139,22         |                |
| 9                                               | WILO cirkuliaciniai siurbliai k. vand. Star-Z 20/4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | vnt      | 1      | 140,645  | 140,65          | 15,70         | 124,95         |                |
| <b>Iš viso už skyrių Geotermine katilinė</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |        |          | <b>10256,70</b> | <b>713,44</b> | <b>9543,12</b> | <b>0,13</b>    |
| <b>Skyrius Vertikalus kolektorius</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |        |          |                 |               |                |                |
| 10                                              | Geoterminių zondu įrengimas, suvedimas į katilinę 4 vnt x 120m gylis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | kompl    | 1      | 7526,648 | 7526,65         | 242,64        | 294,43         | 6989,58        |
| 12                                              | Šalčio pusės aprišimo medžiagos ir darbai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | vnt      | 1      | 358,578  | 358,58          | 106,77        | 251,81         |                |
| <b>Iš viso už skyrių Vertikalus kolektorius</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |        |          | <b>7885,23</b>  | <b>349,41</b> | <b>546,23</b>  | <b>6989,58</b> |

**Skyrius Grindinis šildymas**

|                                             |                                                                                                                          |       |      |         |                |                |                |             |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| 13                                          | Nišų iškalimas mūrinėse sienose                                                                                          | m2    | 2    | 14,771  | 29,54          | 29,54          |                |             |
| 14                                          | SV6 Virštinkinė kolektorius spintelė, 13-14 žiedų, 700*1120*110 mm                                                       | vnt.  | 2    | 61,035  | 122,07         |                | 122,07         |             |
| 15                                          | SV4 Virštinkinė kolektorius spintelė, 9-10 žiedų, 700*780*110 mm                                                         | vnt.  | 1    | 48,825  | 48,82          |                | 48,82          |             |
| 16                                          | Kolektorius spintos tvirtinimas                                                                                          | vnt   | 3    | 8,405   | 25,21          | 24,28          | 0,67           | 0,27        |
| 17                                          | Kolektorius mazgo montavimas, kai mazge du kolektoriai po vieną elementą                                                 | vnt   | 3    | 20,874  | 62,62          | 62,62          |                |             |
| 18                                          | Modulinis termoplastiko kolektorius EUROKOL, 9 žiedai                                                                    | por.  | 1    | 272,250 | 272,25         |                | 272,25         |             |
| 19                                          | Modulinis termoplastiko kolektorius EUROKOL, 12 žiedų                                                                    | por.  | 1    | 343,350 | 343,35         |                | 343,35         |             |
| 20                                          | Modulinis termoplastiko kolektorius EUROKOL, 14 žiedų                                                                    | por.  | 1    | 390,600 | 390,60         |                | 390,60         |             |
| 21                                          | Užspaudžiama jungtis PE-MDXc 18x2mmx3/4                                                                                  | vnt   | 70   | 2,043   | 143,01         |                | 143,01         |             |
| 22                                          | Kolektorius aprišimo medžiagos                                                                                           | kompl | 3    | 182,812 | 548,43         |                | 548,43         |             |
| 23                                          | Plastikinių vamzdžių klojimas grindų šildymui, rišant prie armatūros tinklo                                              | m     | 2450 | 0,552   | 1352,30        | 1301,92        | 50,38          |             |
| 24                                          | 5-Flex, 18-2mm, PE-MDXc 5 sluoksnių                                                                                      | m     | 2450 | 0,695   | 1702,97        |                | 1702,97        |             |
| 25                                          | Vidaus šildymo, vandentiekio vamzdyno tiesimas iš polietileningų vamzdžių, kurių d iki 32mm, klojant ant grindų pagrindo | m     | 70   | 1,824   | 127,69         | 123,32         | 4,37           |             |
| 26                                          | Vamzdynų diam. iki 32 mm izoliavimas                                                                                     | m     | 70   | 0,299   | 20,93          | 20,93          |                |             |
| 27                                          | Pagrindiniai resursai: Fitingai, Vamzdžiai plastikiniai (skersmuo ir ilgis pagal projektą)                               | prvnt | 1    | 708,572 | 708,57         |                | 708,57         |             |
| 28                                          | Vandentiekio ir šildymo sistemų vamzdynų hidraulinis bandymas                                                            | 100m  | 1    | 41,726  | 41,73          | 36,73          | 0,17           | 4,83        |
| 29                                          | Šildymo sistemos paleidimas derinimas                                                                                    | vnt   | 1    | 64,105  | 64,11          | 64,11          |                |             |
| <b>Iš viso už skyrių Grindinis šildymas</b> |                                                                                                                          |       |      |         | <b>6004,20</b> | <b>1663,44</b> | <b>4335,66</b> | <b>5,10</b> |

**Skyrius Grindinio šildymo automatika**

|                                                       |                                                                           |       |    |         |                |               |                |             |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|----|---------|----------------|---------------|----------------|-------------|
| 30                                                    | Šildymo kabelių sistemos termostatų montavimas, tvirtinant prie sienos    | vnt   | 12 | 3,000   | 36,00          | 32,03         | 2,63           | 1,34        |
| 31                                                    | Elektroninis bevielės patalpos patalpos regulatorius LCD 868MHz, šildymui | vnt.. | 12 | 71,775  | 861,30         |               | 861,30         |             |
| 32                                                    | Termoreguliatorių montavimas šildymo sistemos vamzdynuose                 | vnt   | 35 | 2,710   | 94,83          | 93,42         |                | 1,41        |
| 33                                                    | Termoelektrinė pavara 24V (NC) IP24                                       | vnt   | 35 | 19,800  | 693,00         |               | 693,00         |             |
| 34                                                    | Bazinė bevielė 12 kanalų stotelė 868MHz,24V,LAN šildymui                  | vnt   | 1  | 382,500 | 382,50         |               | 382,50         |             |
| 35                                                    | Bazinė bevielė 8 kanalų stotelė 868MHz,24V,LAN šildymui                   | vnt.. | 2  | 330,300 | 660,60         |               | 660,60         |             |
| <b>Iš viso už skyrių Grindinio šildymo automatika</b> |                                                                           |       |    |         | <b>2728,23</b> | <b>125,46</b> | <b>2600,03</b> | <b>2,75</b> |

**Skyrius Rekuperacijos įrengimas**

|                                                  |                                                                                                                                             |     |     |          |                |               |                |               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 36                                               | Vėdinimo agregato montavimas                                                                                                                | vnt | 1   | 50,690   | 50,69          | 50,69         |                |               |
| 37                                               | Renovent Excellent Oro srautas 400m <sup>3</sup> /h<br>Matmenys (mm): 765x677x564 Svoris 38 kg<br>Naudingumo koeficientas iki 95%. Kairinis | vnt | 1   | 1517,250 | 1517,25        |               | 1517,25        |               |
| 38                                               | 4-jų padėčių jungiklis su filtro indikacija<br>(tinka visiems Renovent HR rekuperatoriams)                                                  | vnt | 1   | 50,575   | 50,57          |               | 50,57          |               |
| 41                                               | Fasoninės dalys rekuperacijos įrengimui                                                                                                     | vnt | 1   | 892,445  | 892,44         |               | 892,44         |               |
| 42                                               | Kaminėlis su šilumos izoliacija tiekimui ir išmetimui                                                                                       | vnt | 1   | 140,325  | 140,32         | 13,82         | 126,50         |               |
| 43                                               | Pereiga-antgaluis oro tiekimui per fasadą                                                                                                   | vnt | 1   | 97,330   | 97,33          | 5,53          | 91,80          |               |
| 45                                               | Difuzoriaus dėžutė, iš Ø 125 mm į 2x75mm                                                                                                    | vnt | 15  | 32,551   | 488,26         | 48,39         | 439,87         |               |
| 46                                               | Oro ištraukimo plastiko difuzorius, Ø 125 mm                                                                                                | vnt | 7   | 9,699    | 67,89          | 16,13         | 51,76          |               |
| 47                                               | Oro tiekimo plastiko difuzorius, Ø 125 mm                                                                                                   | vnt | 8   | 11,229   | 89,83          | 18,43         | 71,40          |               |
| 48                                               | Oro paskirstymo dėžutė LVB 75/15-180, įvadas - Ø 180 mm, išvadas - 15x75/63mm                                                               | vnt | 2   | 200,108  | 400,22         | 9,22          | 391,00         |               |
| 49                                               | Ortakis, Ø 75/63 mm, (50 m rulonas)                                                                                                         | m   | 350 | 4,718    | 1651,34        | 806,44        | 844,90         |               |
| 52                                               | Skylių gręžimas d190 deimantiniais grąžtais                                                                                                 | cm  | 70  | 1,494    | 104,55         |               |                | 104,55        |
| 53                                               | Pagalbinės medžiagos                                                                                                                        | vnt | 1   | 57,924   | 57,92          |               | 57,92          |               |
| <b>Iš viso už skyrių Rekuperacijos įrengimas</b> |                                                                                                                                             |     |     |          | <b>5608,63</b> | <b>968,65</b> | <b>4535,43</b> | <b>104,55</b> |

**Skyrius Natūrali ventilacija, oro sausintuvas**

|                                                                |                                                                                                                                    |                   |     |          |                 |                    |                    |                    |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|----------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 54                                                             | Oro sausintuvas ECOR PRO DSR12                                                                                                     | vnt               | 1   | 1693,649 | 1693,65         | 27,65              | 1666,00            |                    |
| 55                                                             | Cinkuotas ortakis d160                                                                                                             | vnt               | 5   | 3,842    | 19,21           |                    | 19,21              |                    |
| 56                                                             | Cinkuotas ortakis d 125                                                                                                            | vnt               | 5   | 3,051    | 15,26           |                    | 15,26              |                    |
| 57                                                             | Ortakių montavimas, kai skersmo iki 160 mm                                                                                         | m                 | 10  | 7,330    | 73,30           | 41,57              | 30,25              | 1,48               |
| 58                                                             | Vamzdyno izoliavimas 30mm storio mineralinės vatos dembliais, padengtais aliuminio folija (izoliacijos išorinio paviršiaus plotas) | 100m <sup>2</sup> | 0,1 | 561,502  | 56,15           | 50,69              | 5,46               |                    |
| 59                                                             | Pagrindiniai resursai: Dembliai min.vatos dengti folija                                                                            | 100m <sup>2</sup> | 0,1 | 336,192  | 33,62           |                    | 33,62              |                    |
| <b>Iš viso už skyrių Natūrali ventilacija, oro sausintuvas</b> |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>1891,19</b>  | <b>119,9057997</b> | <b>1769,799445</b> | <b>1,483200958</b> |
| <b>Iš viso su netiesioginėmis išlaidomis įrengimai</b>         |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>22712,90</b> | <b>3940,30</b>     | <b>11669,00</b>    | <b>7103,60</b>     |
| <b>Bendra vertė be PVM</b>                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>11661,27</b> |                    | <b>11661,27</b>    |                    |
| <b>PVM</b>                                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>34374,17</b> | <b>3940,30</b>     | <b>23330,27</b>    | <b>7103,60</b>     |
| <b>Bendra vertė su PVM</b>                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>7218,58</b>  | <b>21%</b>         | <b>21%</b>         | <b>21%</b>         |
| <b>Bendra vertė su PVM</b>                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>41592,75</b> | <b>4767,76</b>     | <b>28229,63</b>    | <b>8595,36</b>     |

Sudarė: Tadas Morkvėnas

12. Priedas. Sąmata oras / vanduo sistemai



**Lokalinė sąmata Nr. 20170103-01**

Vienabutis gyv. namas Vilnius

Vidaus inžinieriniai tinklai

Sudaryta 2016 m. kovo mėn. kainomis

Grindinis šildymas, šilumos siurblio katilinė, rekuperacija

Iš viso: **28865,94 EUR**

| Eil. Nr.                                        | Darbų ir išlaidų aprašymai                                                                                                   | Mato vnt | Kiekis | Kaina    | Suma           | Darbas        | Medžiagos      | Mechanizmai   |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| <b>Skyrius Oras - vanduo katilinė</b>           |                                                                                                                              |          |        |          |                |               |                |               |
| 1                                               | Šilumos siurblys Alfea Excellia 16 kW Su el. tenu 9 kW                                                                       | vnt      | 1      | 5244,000 | 5244,00        |               | 5244,00        |               |
| 4                                               | Tūrinio šildytuvo montavimas                                                                                                 | vnt      | 1      | 50,773   | 50,77          | 40,55         | 10,22          |               |
| 5                                               | Vandens šildytuvas BOLLY XL 300 l                                                                                            | vnt      | 1      | 979,000  | 979,00         |               | 979,00         |               |
| 7                                               | Vandens šildytuvo pajungimo komplektas                                                                                       | vnt      | 1      | 280,000  | 280,00         |               | 280,00         |               |
| 8                                               | Elektrinis tenas 2 kW. Karšto vandens šildytuvui                                                                             | vnt      | 1      | 45,000   | 45,00          |               | 45,00          |               |
| 9                                               | Boilerio karšto šalto vandens aprišimas                                                                                      | vnt      | 1      | 114,116  | 114,12         | 38,71         | 75,41          |               |
| 10                                              | Katilinės įrengimas, kai oras - vanduo katilas iki 20kw galios ir šildymo sistema vieno kontūro su tūriniu vandens šildytuvu | kompl.   | 1      | 738,077  | 738,08         | 516,12        | 221,96         |               |
| 11                                              | Oras-vanduo šalčio pusės aprišimas su elektrine dalimi                                                                       | vnt      | 1      | 522,590  | 522,59         | 280,04        | 242,55         |               |
| 13                                              | Katilų paleidimas - derinimas                                                                                                | vnt      | 1      | 144,199  | 144,20         |               |                | 144,20        |
| <b>Iš viso už skyrių Oras - vanduo katilinė</b> |                                                                                                                              |          |        |          | <b>8117,76</b> | <b>875,42</b> | <b>7098,13</b> | <b>144,20</b> |

**Skyrius Grindinis Šildymas**

|    |                                                                                                                          |       |      |         |         |         |         |      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------|---------|---------|---------|------|
| 14 | Nišų iškalimas mūrinėse sienose                                                                                          | m2    | 2    | 14,771  | 29,54   | 29,54   |         |      |
| 15 | SV6 Virštinkinė kolektorius spintelė, 13-14 žiedų, 700*1120*110 mm                                                       | vnt.  | 2    | 61,035  | 122,07  |         | 122,07  |      |
| 16 | SV4 Virštinkinė kolektorius spintelė, 9-10 žiedų, 700*780*110 mm                                                         | vnt.  | 1    | 48,825  | 48,82   |         | 48,82   |      |
| 17 | Kolektorius spintos tvirtinimas                                                                                          | vnt   | 3    | 8,405   | 25,21   | 24,28   | 0,67    | 0,27 |
| 18 | Kolektorius mazgo montavimas, kai mazge du kolektoriai po vieną elementą                                                 | vnt   | 3    | 20,874  | 62,62   | 62,62   |         |      |
| 19 | Modulinis termoplastiko kolektorius EUROKOL, 9 žiedai                                                                    | por.  | 1    | 272,250 | 272,25  |         | 272,25  |      |
| 20 | Modulinis termoplastiko kolektorius EUROKOL, 12 žiedų                                                                    | por.  | 1    | 343,350 | 343,35  |         | 343,35  |      |
| 21 | Modulinis termoplastiko kolektorius EUROKOL, 14 žiedų                                                                    | por.  | 1    | 390,600 | 390,60  |         | 390,60  |      |
| 22 | Užspaudžiama jungtis PE-MDXc 18x2mmx3/4                                                                                  | vnt   | 70   | 2,043   | 143,01  |         | 143,01  |      |
| 23 | Kolektorius aprišimo medžiagos                                                                                           | kompl | 3    | 182,812 | 548,44  |         | 548,44  |      |
| 24 | Plastikinių vamzdžių klojimas grindų šildymui, rišant prie armatūros tinklo                                              | m     | 2300 | 0,552   | 1352,30 | 1301,93 | 50,38   |      |
| 25 | 5-Flex, 18-2mm, PE-MDXc 5 sluoksnių                                                                                      | m     | 2300 | 0,494   | 1209,11 |         | 1209,11 |      |
| 26 | Vidaus šildymo, vandentiekio vamzdyno tiesimas iš polietileningų vamzdžių, kurių d iki 32mm, klojant ant grindų pagrindo | m     | 70   | 1,824   | 127,69  | 123,32  | 4,37    |      |
| 27 | Vamzdynų diam. iki 32 mm izoliavimas                                                                                     | m     | 70   | 0,299   | 20,93   | 20,93   |         |      |
| 28 | Pagrindiniai resursai: Fitingai, Vamzdžiai plastikiniai (skersmuo ir ilgis pagal projektą)                               | prvnt | 1    | 708,572 | 708,57  |         | 708,57  |      |
| 29 | Vandentiekio ir šildymo sistemų vamzdynų hidraulinis bandymas                                                            | 100m  | 1    | 41,727  | 41,73   | 36,73   | 0,17    | 4,83 |
| 30 | Šildymo sistemos paleidimas derinimas                                                                                    | vnt   | 1    | 64,105  | 64,11   | 64,11   |         |      |

**Iš viso už skyrių Grindinis šildymas**

5510,35 1663,45 3841,80 5,10

**Skyrius Grindinio šildymo automatika**

|    |                                                                            |       |    |         |        |       |        |      |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-------|----|---------|--------|-------|--------|------|
| 31 | Šildymo kabelių sistemos termostatų montavimas, tvirtinant prie sienos     | vnt   | 12 | 3,000   | 36,00  | 32,03 | 2,63   | 1,34 |
| 32 | Elektroninis bevielės patalpos patalpos reguliatorius LCD 868MHz, šildymui | vnt.. | 12 | 71,775  | 861,30 |       | 861,30 |      |
| 33 | Termoreguliatorių montavimas šildymo sistemos vamzdynuose                  | vnt   | 35 | 2,710   | 94,83  | 93,42 |        | 1,41 |
| 34 | Termoelektrinė pavara 24V (NC) IP24                                        | vnt   | 35 | 19,800  | 693,00 |       | 693,00 |      |
| 35 | Bazinė bevielė 12 kanalų stotelė 868MHz, 24V, LAN šildymui                 | vnt   | 1  | 382,500 | 382,50 |       | 382,50 |      |
| 36 | Bazinė bevielė 8 kanalų stotelė 868MHz, 24V, LAN šildymui                  | vnt.. | 2  | 330,300 | 660,60 |       | 660,60 |      |

**Iš viso už skyrių Grindinio šildymo automatika**

2728,23 125,46 2600,03 2,75



**Skyrius Rekuperacijos įrengimas**

|                                                  |                                                                                                                                             |     |     |          |                |               |                |               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| 37                                               | Vėdinimo agregato montavimas                                                                                                                | vnt | 1   | 50,690   | 50,69          | 50,69         |                |               |
| 38                                               | Renovent Excellent Oro srautas 400m <sup>3</sup> /h<br>Matmenys (mm): 765x677x564 Svoris 38 kg<br>Naudingumo koeficientas iki 95%. Kairinis | vnt | 1   | 1517,250 | 1517,25        |               | 1517,25        |               |
| 39                                               | 4-jų padėčių jungiklis su filtro indikacija<br>(tinka visiems Renovent HR rekuperatoriams)                                                  | vnt | 1   | 50,575   | 50,57          |               | 50,57          |               |
| 42                                               | Fasoninės dalys rekuperacijos įrengimui                                                                                                     | vnt | 1   | 892,445  | 892,44         |               | 892,44         |               |
| 43                                               | Kaminėlis su šilumos izoliacija tiekimui ir išmetimui                                                                                       | vnt | 1   | 140,325  | 140,32         | 13,82         | 126,50         |               |
| 44                                               | Pereiga-antgaluis oro tiekimui per fasadą                                                                                                   | vnt | 1   | 97,330   | 97,33          | 5,53          | 91,80          |               |
| 46                                               | Difuzoriaus dėžutė, iš Ø 125 mm į 2x75mm                                                                                                    | vnt | 15  | 32,551   | 488,26         | 48,39         | 439,87         |               |
| 47                                               | Oro ištraukimo plastiko difuzorius, Ø 125 mm                                                                                                | vnt | 7   | 9,699    | 67,89          | 16,13         | 51,76          |               |
| 48                                               | Oro tiekimo plastiko difuzorius, Ø 125 mm                                                                                                   | vnt | 8   | 11,229   | 89,83          | 18,43         | 71,40          |               |
| 49                                               | Oro paskirstymo dėžutė LVB 75/15-180, įvadas - Ø 180 mm, išvadas - 15x75/63mm                                                               | vnt | 2   | 200,108  | 400,22         | 9,22          | 391,00         |               |
| 50                                               | Ortakis, Ø 75/63 mm, (50 m rulonas)                                                                                                         | m   | 350 | 4,718    | 1651,34        | 806,44        | 844,90         |               |
| 53                                               | Skylių gręžimas d190 deimantiniais grąžtais                                                                                                 | cm  | 70  | 1,493    | 104,54         |               |                | 104,54        |
| 54                                               | Pagalbinės medžiagos                                                                                                                        | vnt | 1   | 57,924   | 57,92          |               | 57,92          |               |
| <b>Iš viso už skyrių Rekuperacijos įrengimas</b> |                                                                                                                                             |     |     |          | <b>5608,63</b> | <b>968,65</b> | <b>4535,43</b> | <b>104,54</b> |

**Skyrius Natūrali ventilacija, oro sausintuvas**

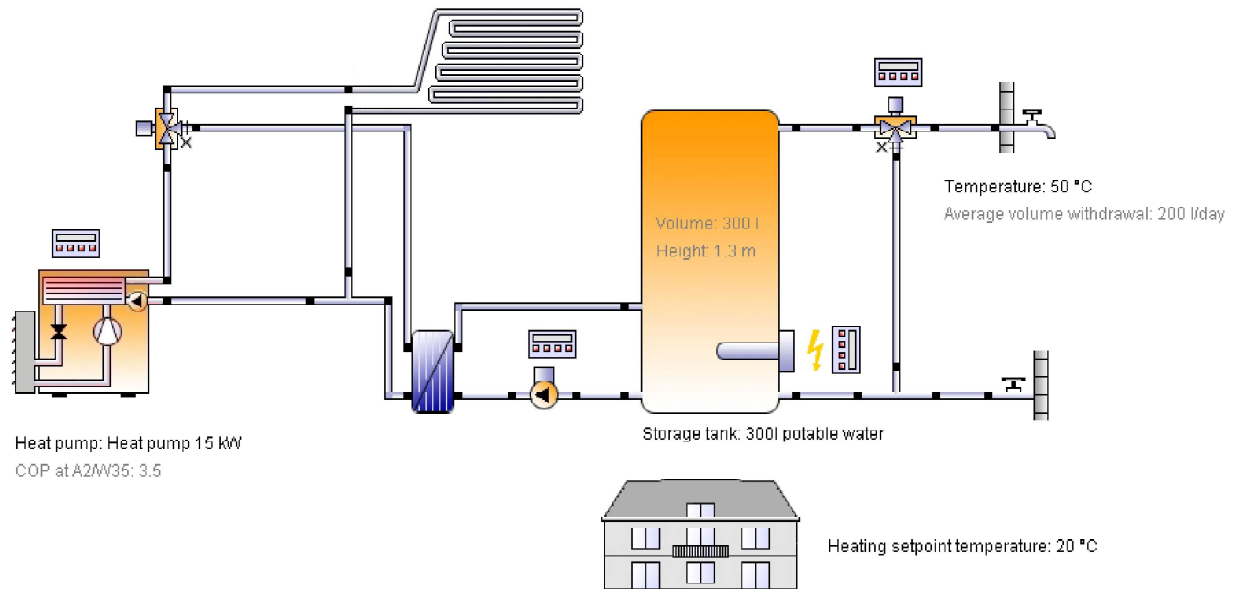
|                                                                |                                                                                                                                    |                   |     |          |                 |                   |                    |                    |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|----------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 55                                                             | Oro sausintuvas ECOR PRO DSR12                                                                                                     | vnt               | 1   | 1693,649 | 1693,65         | 27,65             | 1666,00            |                    |
| 56                                                             | Cinkuotas ortakis d160                                                                                                             | vnt               | 5   | 3,842    | 19,21           |                   | 19,21              |                    |
| 57                                                             | Cinkuotas ortakis d 125                                                                                                            | vnt               | 5   | 3,051    | 15,26           |                   | 15,26              |                    |
| 58                                                             | Ortakių montavimas, kai skersmo iki 160 mm                                                                                         | m                 | 10  | 7,330    | 73,30           | 41,57             | 30,25              | 1,48               |
| 59                                                             | Vamzdyno izoliavimas 30mm storio mineralinės vatos dembliais, padengtais aliuminio folija (izoliacijos išorinio paviršiaus plotas) | 100m <sup>2</sup> | 0,1 | 561,503  | 56,15           | 50,69             | 5,46               |                    |
| 60                                                             | Pagrindiniai resursai: Dembliai min.vatos dengti folija                                                                            | 100m <sup>2</sup> | 0,1 | 336,192  | 33,62           |                   | 33,62              |                    |
| <b>Iš viso už skyrių Natūrali ventilacija, oro sausintuvas</b> |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>1891,19</b>  | <b>119,906046</b> | <b>1769,799465</b> | <b>1,483193254</b> |
| <b>Iš viso su netiesioginėmis išlaidomis įrengimai</b>         |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>19318,33</b> | <b>3752,88</b>    | <b>15307,37</b>    | <b>258,08</b>      |
| <b>Bendra vertė be PVM</b>                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>4537,82</b>  |                   | <b>4537,82</b>     |                    |
| <b>PVM</b>                                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>23856,15</b> | <b>3752,88</b>    | <b>19845,19</b>    | <b>258,08</b>      |
| <b>Bendra vertė su PVM</b>                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>5009,79</b>  | <b>21%</b>        | <b>21%</b>         | <b>21%</b>         |
| <b>Bendra vertė su PVM</b>                                     |                                                                                                                                    |                   |     |          | <b>28865,94</b> | <b>4540,98</b>    | <b>24012,68</b>    | <b>312,28</b>      |

Sudarė: Tadas Morkvėnas

13. Priedas. Modeliavimo programos „Polysun“ rezultatai gruntas/vanduo sistemai.

Oras vanduo Tadas

16c: Space heating (heat pump, no buffer tank)



Location of the system

Žebertonių k.  
Longitude: 24.673°  
Latitude: 54.784°  
Elevation: 103 m

This report has been created by:

Rokas Valancius  
Studentų st. 54  
51367 Kaunas

System overview (annual values)

|                                                                |                       |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Total fuel and/or electricity consumption of the system [Etot] | 11,617 kWh            |
| Total energy consumption [Quse]                                | 33,183.4 kWh          |
| Seasonal performance factor (SPF-SHP)                          | 2.9                   |
| Primary energy factor                                          | 0.35                  |
| Comfort demand                                                 | Energy demand covered |

# Professional Report

## Overview heat pump (annual values)

|                                                        |              |
|--------------------------------------------------------|--------------|
| Seasonal performance factor for air-to-water heat pump | 2.9          |
| Total electricity consumption when heating [Eaux]      | 11,596.4 kWh |
| Total energy savings                                   | 22,597.2 kWh |
| Total reduction in CO2 emissions                       | 12,121.1 kg  |

## Meteorological data-Overview

|                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Average outdoor temperature     | 7 °C                     |
| Global irradiation, annual sum  | 990.1 kWh/m <sup>2</sup> |
| Diffuse irradiation, annual sum | 528.1 kWh/m <sup>2</sup> |

## Component overview (annual values)

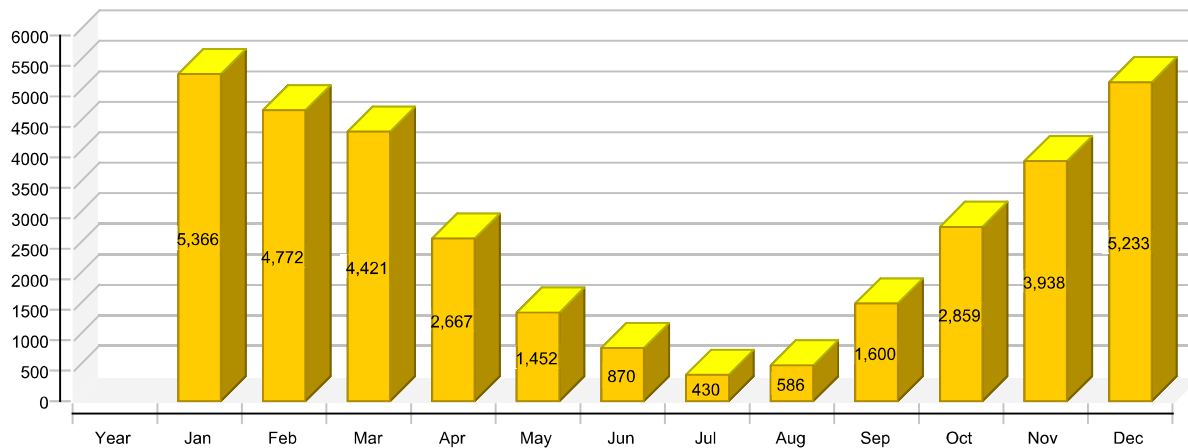
| Heat pump                                                   | Heat pump 15 kW |          |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|----------|
| Heating power at A2/W35                                     | kW              | 13.6     |
| Electrical power at A2/W35                                  | kW              | 3.9      |
| COP at A2/W35                                               |                 | 3.5      |
| DeltaT at A7/W35                                            | K               | 9.9      |
| Performance factor                                          |                 | 2.95     |
| Energy from/to the system [Qaux]                            | kWh             | 34,193.6 |
| Fuel and electricity consumption [Eaux]                     | kWh             | 11,596.4 |
| Energy savings heat pump                                    | kWh             | 22,597.2 |
| CO2 savings heat pump                                       | kg              | 12,121.1 |
| Building                                                    | -               |          |
| Heated/air-conditioned living area                          | m <sup>2</sup>  | 150      |
| Heating setpoint temperature                                | °C              | 20       |
| Heating energy demand excluding DHW [Qdem]                  | kWh             | 29,468.8 |
| Useful heat gain                                            | kWh             | 44,203.1 |
| Total energy losses                                         | kWh             | 73,671.9 |
| Heating/Cooling element                                     | Floor heating   |          |
| Number of heating/cooling modules                           | -               | 21       |
| Power per heating/cooling element under standard conditions | W               | 1,000    |
| Nominal inlet temperature                                   | °C              | 40       |
| Nominal return temperature                                  | °C              | 35       |
| Net energy from/to heating/cooling modules                  | kWh             | 29,404.1 |
| Hot water demand                                            | Daily peaks     |          |
| Volume withdrawal/daily consumption                         | l/d             | 200      |
| Temperature setting                                         | °C              | 50       |
| Energy demand [Qdem]                                        | kWh             | 3,654.5  |

# Professional Report

|                                         |                           |                 |
|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| <b>External heat exchanger</b>          | <b>small</b>              |                 |
| Transfer capacity                       | W/K                       | 5,000           |
| <b>Pump Transfer circuit</b>            | <b>Eco, medium</b>        |                 |
| Circuit pressure drop                   | bar                       | 0.024           |
| Flow rate                               | l/h                       | 1,500           |
| Fuel and electricity consumption [Epar] | kWh                       | 20.6            |
| <b>Storage tank Potable water tank</b>  | <b>300l potable water</b> |                 |
| Volume                                  | l                         | 300             |
| Height                                  | m                         | 1.3             |
| Material                                |                           | Stainless steel |
| Insulation                              |                           | Rigid PU foam   |
| Thickness of insulation                 | mm                        | 80              |
| Heat loss [Qhl]                         | kWh                       | 317.4           |
| Connection losses                       | kWh                       | 241.7           |

Heat generator energy to the system (solar thermal energy not included) [Qaux]

kWh

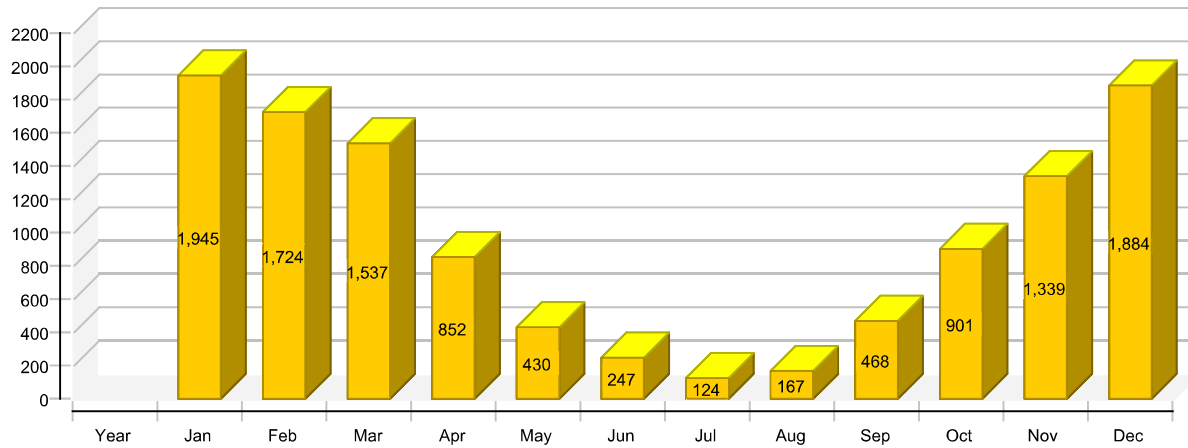


# Professional Report

Educational Version

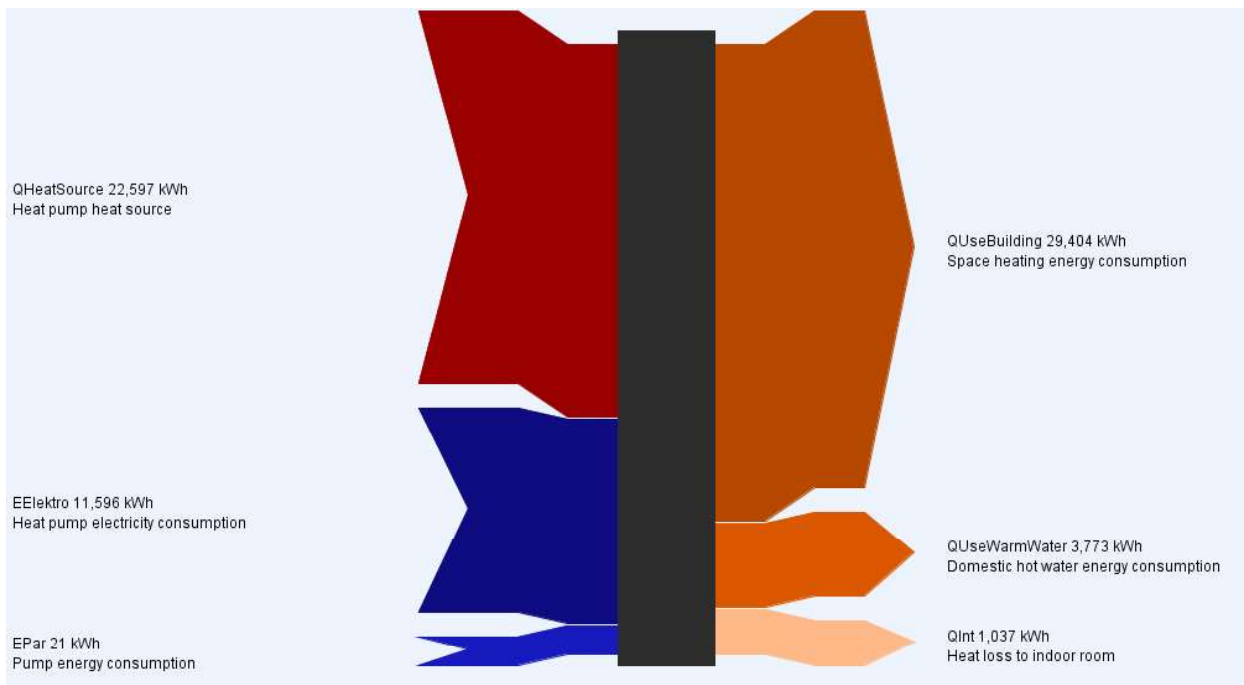
**Total fuel and/or electricity consumption of the system [Etot]**

kWh



| Year                                                                                  | Jan   | Feb  | Mar  | Apr  | May  | Jun  | Jul | Aug | Sep | Oct  | Nov  | Dec  |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| <b>Heat generator energy to the system (solar thermal energy not included) [Qaux]</b> |       |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 34194 | 5366 | 4772 | 4421 | 2667 | 1452 | 870 | 430 | 586 | 1600 | 2859 | 3938 | 5233 |
| <b>Heat generator fuel and electricity consumption [Eaux]</b>                         |       |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 11596 | 1942 | 1721 | 1534 | 850  | 429  | 246 | 123 | 167 | 467  | 899  | 1336 | 1881 |
| <b>Total fuel and/or electricity consumption of the system [Etot]</b>                 |       |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 11617 | 1945 | 1724 | 1537 | 852  | 430  | 247 | 124 | 167 | 468  | 901  | 1339 | 1884 |
| <b>Electricity consumption of pumps [Epar]</b>                                        |       |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 20.6  | 3.1  | 2.7  | 2.6  | 1.6  | 1    | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 1    | 1.7  | 2.4  | 3    |
| <b>Total energy consumption [Quse]</b>                                                |       |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 33183 | 5271 | 4688 | 4333 | 2585 | 1373 | 798 | 358 | 507 | 1521 | 2765 | 3851 | 5132 |
| <b>Heat loss to indoor room (including heat generator losses) [Qint]</b>              |       |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 1037  | 98   | 88   | 95   | 84   | 80   | 74  | 75  | 77  | 82   | 91   | 94   | 98   |

Energy flow diagram (annual balance)

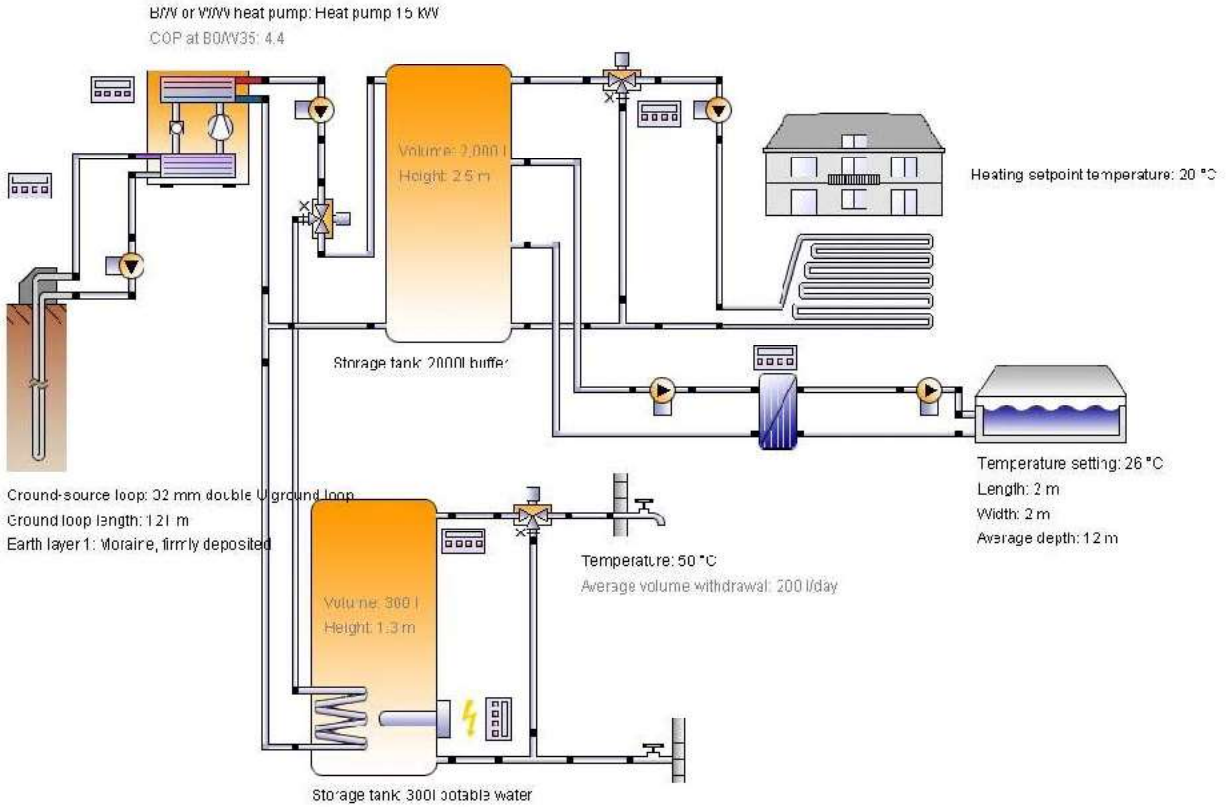




14. Priedas. Modeliavimo programos „Polysun“ rezultatai oras/vanduo sistemai

Tadas gruntas-vanduo 1

75a: Space heating + pool (buffer tank)



Location of the system

Žebertonių k.  
Longitude: 24.673°  
Latitude: 54.784°  
Elevation: 103 m

This report has been created by:

Rokas Valancius  
Studentų st. 54  
51367 Kaunas



# Professional Report

## System overview (annual values)

|                                                                |                       |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Total fuel and/or electricity consumption of the system [Etot] | 10,304.2 kWh          |
| Total energy consumption [Quse]                                | 41,735.7 kWh          |
| Seasonal performance factor (SPF-SHP)                          | 4.1                   |
| Primary energy factor                                          | 0.25                  |
| Comfort demand                                                 | Energy demand covered |

## Overview heat pump (annual values)

|                                                   |              |
|---------------------------------------------------|--------------|
| Seasonal performance factor (without pump energy) | 4.2          |
| Total electricity consumption when heating [Eaux] | 9,987.1 kWh  |
| Ground loop length (Total)                        | 484 m        |
| Energy withdrawal of the ground-source loop       | 32,365.4 kWh |
| Total energy savings                              | 32,440.1 kWh |
| Total reduction in CO2 emissions                  | 17,400.8 kg  |

## Meteorological data-Overview

|                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Average outdoor temperature     | 7 °C                     |
| Global irradiation, annual sum  | 990.1 kWh/m <sup>2</sup> |
| Diffuse irradiation, annual sum | 528.1 kWh/m <sup>2</sup> |

## Component overview (annual values)

| <b>B/W or W/W heat pump 2</b>                     | <b>Heat pump 15 kW</b>            |                                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Seasonal performance factor (without pump energy) |                                   | 4.25                            |
| Energy from/to the system [Qaux]                  | kWh                               | 42,427.1                        |
| CO2 emissions                                     | kg                                | 5,357.1                         |
| Fuel and electricity consumption [Eaux]           | kWh                               | 9,987.1                         |
| Energy savings heat pump                          | kWh                               | 32,440.1                        |
| CO2 savings heat pump                             | kg                                | 17,400.8                        |
| <b>Ground-source loop</b>                         | <b>32 mm double U ground loop</b> |                                 |
| Ground loop length                                | m                                 | 121                             |
| Number of ground-source loops                     |                                   | 4                               |
| Distance between ground loops                     | m                                 | 6                               |
| Earth layer 1                                     | m                                 | 400 / Moraine, firmly deposited |
| Inflow temperature during operation               | °C                                | -0.2                            |
| Outflow temperature during operation              | °C                                | 3                               |
| Energy withdrawal of the ground-source loop       | kWh                               | 32,365.4                        |

# Professional Report

|                                                             |                      |             |
|-------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|
| <b>Building</b>                                             | -                    |             |
| Heating setpoint temperature                                | °C                   | 20          |
| Heating energy demand excluding DHW [Qdem]                  | kWh                  | 33,810      |
| Useful heat gain                                            | kWh                  | 67,620      |
| Total energy losses                                         | kWh                  | 101,430     |
| <b>Heating/Cooling element</b>                              | <b>Floor heating</b> |             |
| Number of heating/cooling modules                           | -                    | 28          |
| Power per heating/cooling element under standard conditions | W                    | 1,000       |
| Nominal inlet temperature                                   | °C                   | 40          |
| Nominal return temperature                                  | °C                   | 35          |
| Net energy from/to heating/cooling modules                  | kWh                  | 31,620.2    |
| <b>Hot water demand</b>                                     | <b>Daily peaks</b>   |             |
| Volume withdrawal/daily consumption                         | l/d                  | 200         |
| Temperature setting                                         | °C                   | 50          |
| Energy demand [Qdem]                                        | kWh                  | 3,654.5     |
| <b>Pool</b>                                                 | <b>Indoor pool</b>   |             |
| Pool type                                                   |                      | Indoor pool |
| Length                                                      | m                    | 2           |
| Width                                                       | m                    | 2           |
| Average depth                                               | m                    | 12          |
| Temperature setting                                         | °C                   | 26          |
| Energy from/to the system [Quse]                            | kWh                  | 6,350.6     |
| <b>External heat exchanger</b>                              | <b>large</b>         |             |
| Transfer capacity                                           | W/K                  | 17,000      |
| <b>Pump Heating loop</b>                                    | <b>Eco, small</b>    |             |
| Circuit pressure drop                                       | bar                  | 39,502.348  |
| Flow rate                                                   | l/h                  | 4,816       |
| Fuel and electricity consumption [Epar]                     | kWh                  | 31.8        |
| <b>Pump Auxiliary heating</b>                               | <b>Eco, medium</b>   |             |
| Circuit pressure drop                                       | bar                  | 0.03        |
| Flow rate                                                   | l/h                  | 1,300       |
| Fuel and electricity consumption [Epar]                     | kWh                  | 56.1        |
| <b>Pump Heat source</b>                                     | <b>Eco, medium</b>   |             |
| Circuit pressure drop                                       | bar                  | 0.197       |
| Flow rate                                                   | l/h                  | 3,250       |
| Fuel and electricity consumption [Epar]                     | kWh                  | 56.4        |

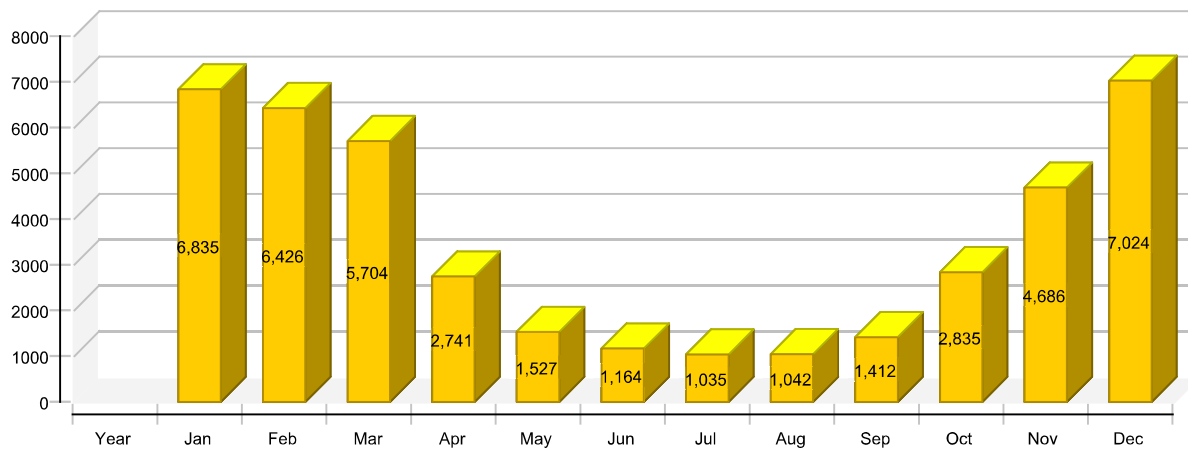
# Professional Report

Educational Version

| Pump Pool                               |     | Eco, medium        |                 |
|-----------------------------------------|-----|--------------------|-----------------|
| Circuit pressure drop                   | bar |                    | 0.107           |
| Flow rate                               | l/h |                    | 1,000           |
| Fuel and electricity consumption [Epar] | kWh |                    | 84.5            |
| Pump Transfer circuit                   |     | Eco, medium        |                 |
| Circuit pressure drop                   | bar |                    | 0.108           |
| Flow rate                               | l/h |                    | 1,000           |
| Fuel and electricity consumption [Epar] | kWh |                    | 84.5            |
| Storage tank Potable water tank         |     | 300l potable water |                 |
| Volume                                  | l   |                    | 300             |
| Height                                  | m   |                    | 1.3             |
| Material                                |     |                    | Stainless steel |
| Insulation                              |     |                    | Rigid PU foam   |
| Thickness of insulation                 | mm  |                    | 80              |
| Heat loss [Qhl]                         | kWh |                    | 293.1           |
| Connection losses                       | kWh |                    | 174.7           |
| Storage tank Buffer tank                |     | 2000l buffer       |                 |
| Volume                                  | l   |                    | 2,000           |
| Height                                  | m   |                    | 2.5             |
| Material                                |     |                    | Steel           |
| Insulation                              |     |                    | Rigid PU foam   |
| Thickness of insulation                 | mm  |                    | 100             |
| Heat loss [Qhl]                         | kWh |                    | 704.2           |
| Connection losses                       | kWh |                    | 39.3            |

Heat generator energy to the system (solar thermal energy not included) [Qaux]

kWh

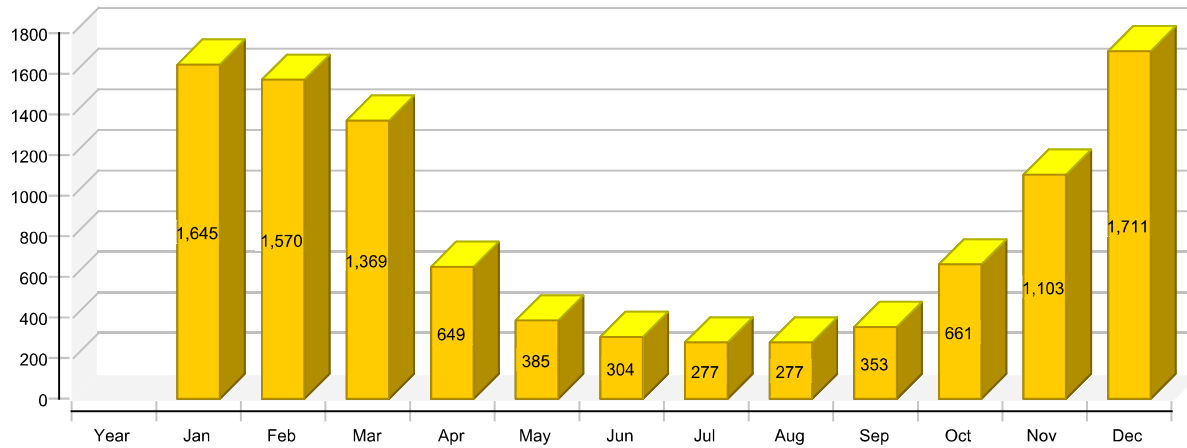


# Professional Report

Educational Version

**Total fuel and/or electricity consumption of the system [Etot]**

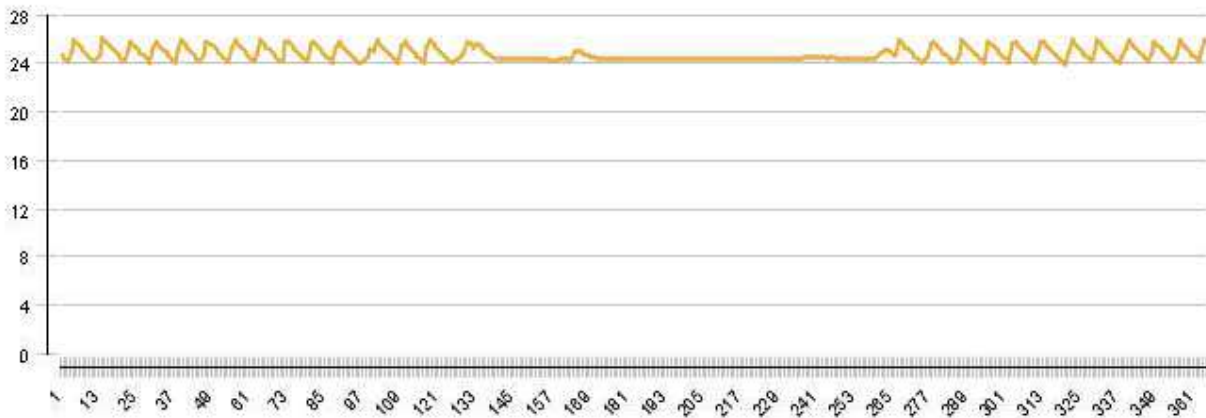
kWh



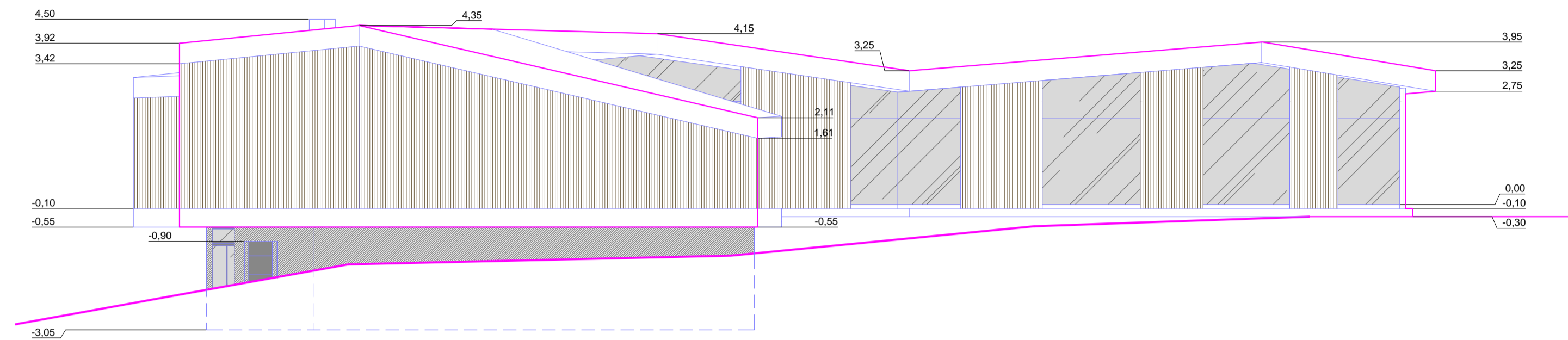
| Year                                                                                  | Jan   | Feb  | Mar  | Apr  | May  | Jun  | Jul  | Aug  | Sep  | Oct  | Nov  | Dec  |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Heat generator energy to the system (solar thermal energy not included) [Qaux]</b> |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 42431 | 6835 | 6426 | 5704 | 2741 | 1527 | 1164 | 1035 | 1042 | 1412 | 2835 | 4686 | 7024 |
| <b>Heat generator fuel and electricity consumption [Eaux]</b>                         |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 9991  | 1619 | 1545 | 1345 | 632  | 354  | 272  | 244  | 245  | 325  | 645  | 1082 | 1683 |
| <b>Total fuel and/or electricity consumption of the system [Etot]</b>                 |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 10304 | 1645 | 1570 | 1369 | 649  | 385  | 304  | 277  | 277  | 353  | 661  | 1103 | 1711 |
| <b>Electricity consumption of pumps [Epar]</b>                                        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 313.4 | 26.5 | 25   | 23.6 | 17.4 | 31   | 32.3 | 32.4 | 32.6 | 27.4 | 16.5 | 20.7 | 27.9 |
| <b>Total energy consumption [Quse]</b>                                                |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 41736 | 7071 | 6325 | 5617 | 2647 | 1449 | 1092 | 955  | 963  | 1333 | 2738 | 4584 | 6962 |
| <b>Heat loss to indoor room (including heat generator losses) [Qint]</b>              |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| kWh                                                                                   | 1882  | 659  | 121  | 121  | 98   | 108  | 105  | 108  | 108  | 104  | 102  | 113  | 137  |

**Pool**

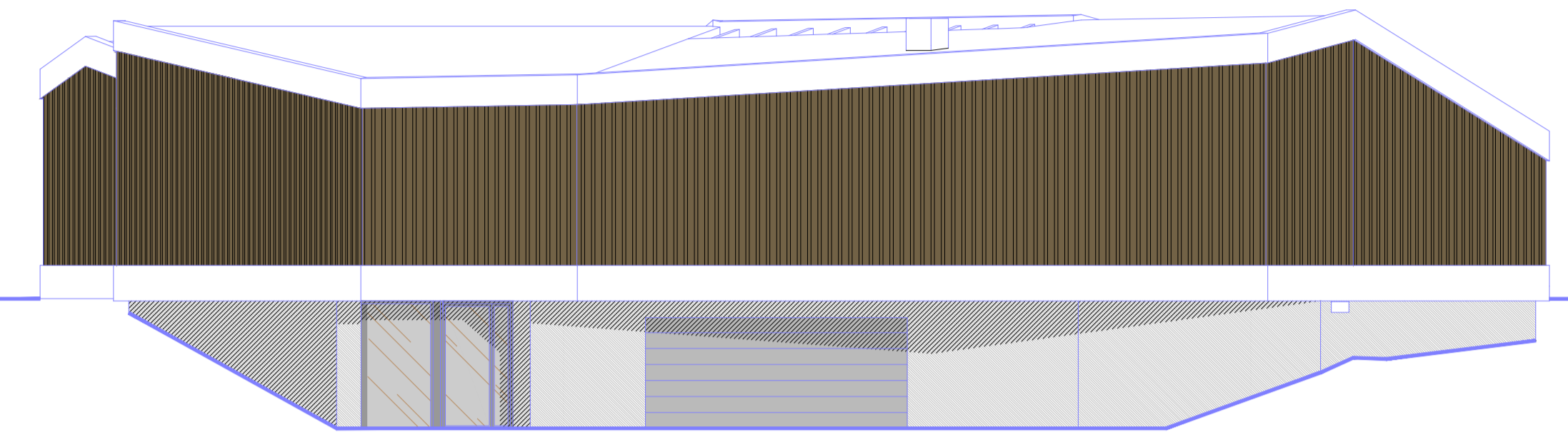
Temperature [ °C] - Daily average



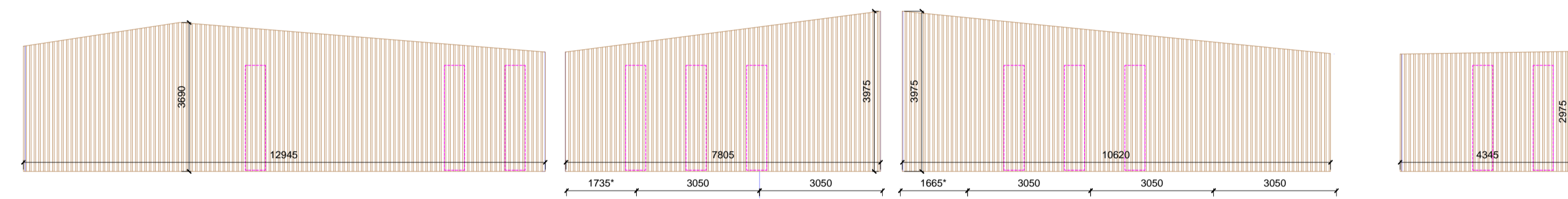
# Fasadas A'-G. Mastelis 1:100



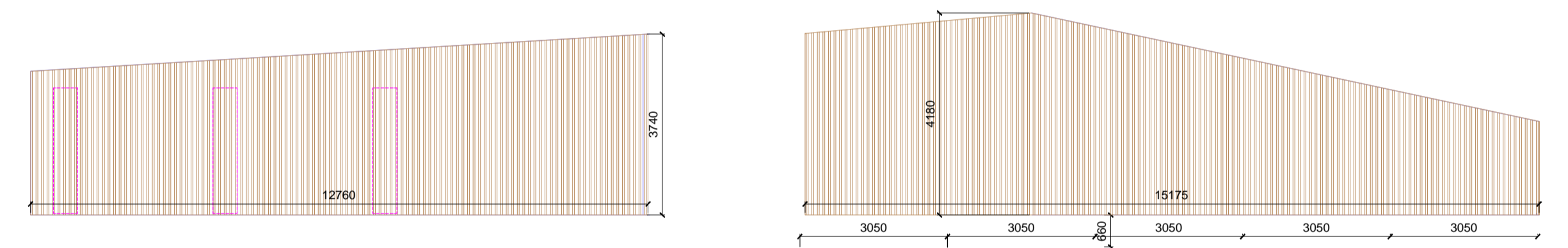
# Fasadas 1-6. Mastelis 1:100



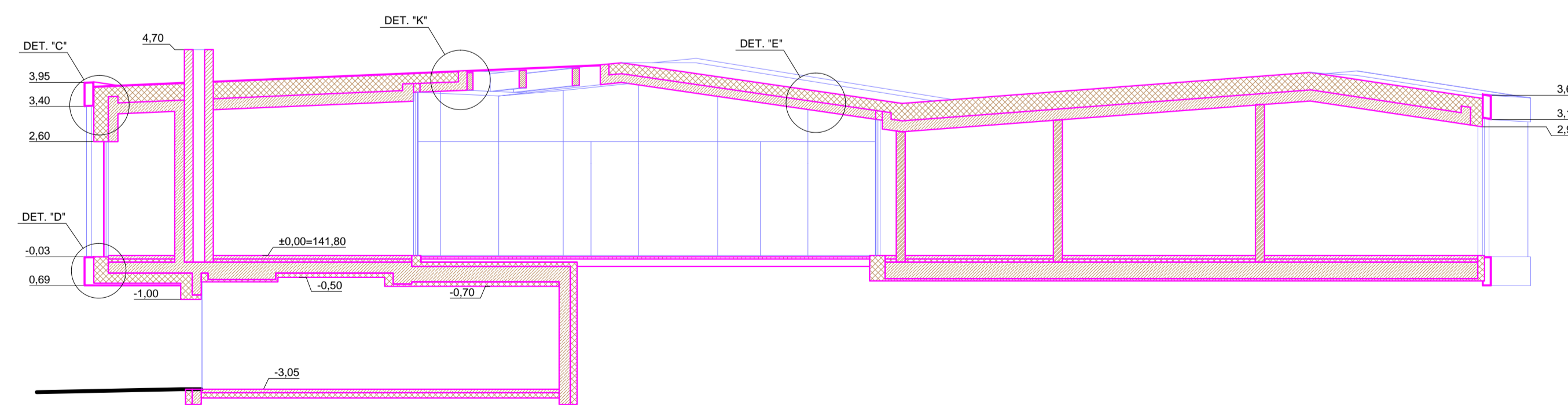
# Fasadas 1'-2. Mastelis 1:100



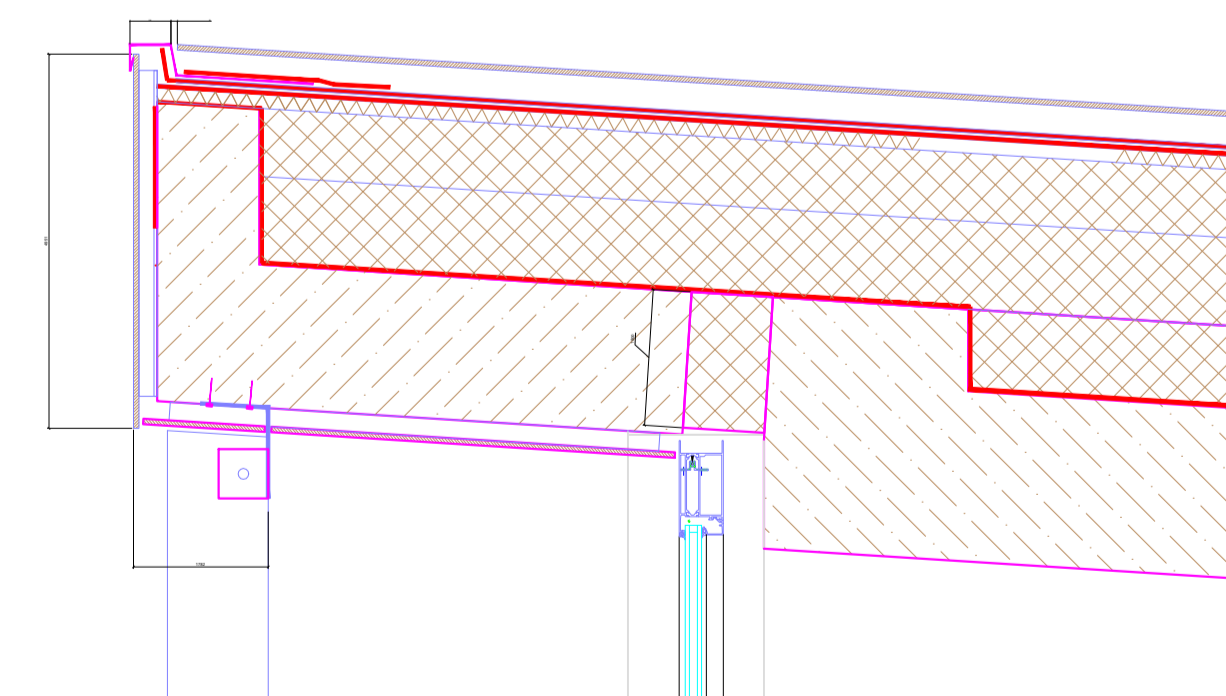
# Fasadas 3'-G. Mastelis 1:100



# Pjūvis 1-1. Mastelis 1:100

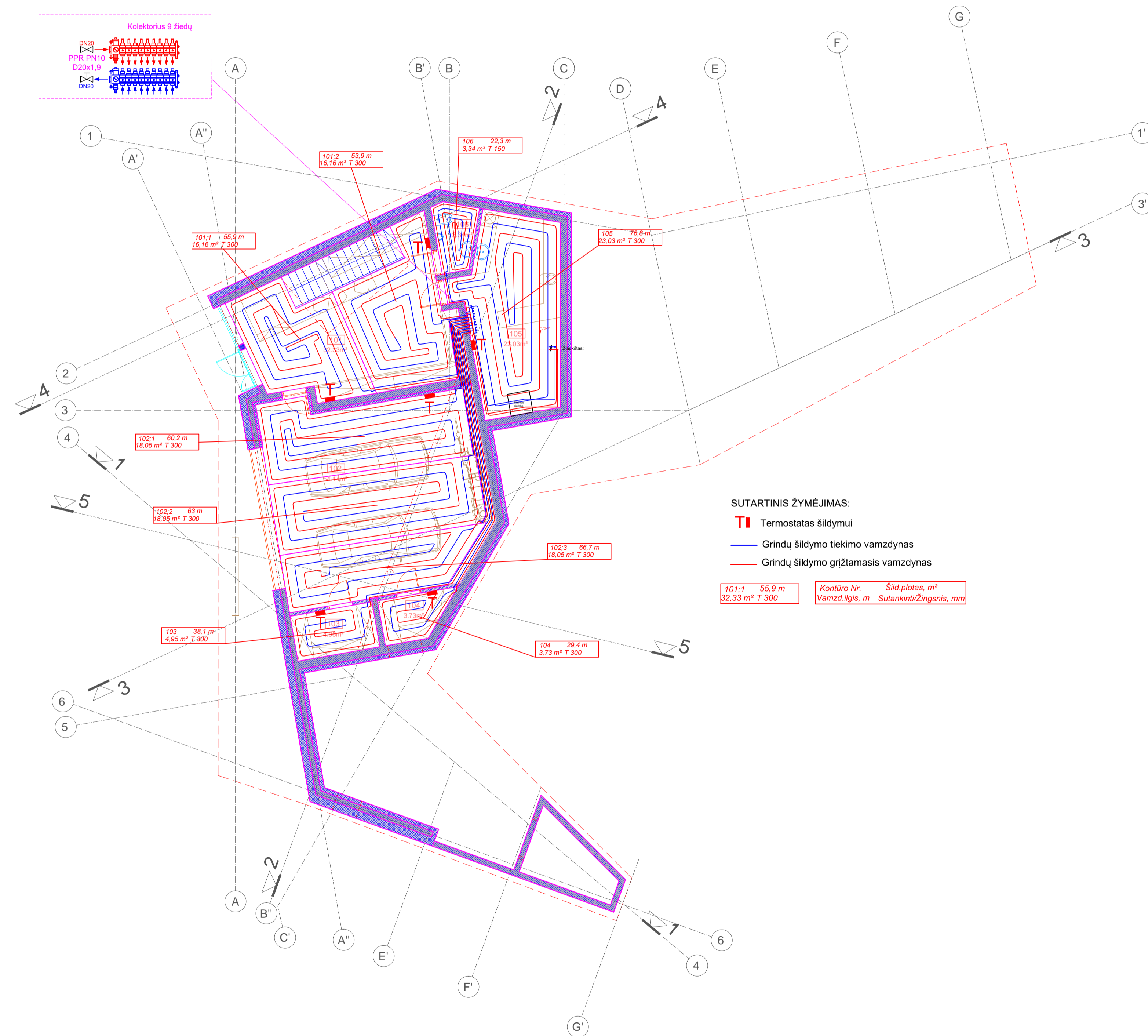


# Detalė E. Mastelis 1:20



|            |                                          |             |            |                                                         |
|------------|------------------------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------|
| Grupė      | KTU Statybos ir Architektūros fakultetas |             |            | Magistro baigiamasis darbas                             |
| SPM-5      | Studentas                                | T.Morkvėnas | 2017-01-12 | Gyvenamojo namo vėdinimo- šildymo sistemų projektavimas |
|            | Vadovas                                  | R.Valančius | 2017-01-12 |                                                         |
| GD         | Konsult.                                 | V.Paukštys  | 2017-01-12 |                                                         |
|            |                                          |             |            | Pastato fasadai, pjūvis, detalė                         |
|            |                                          |             |            | Laida                                                   |
|            |                                          |             |            | 0                                                       |
| Pre etapas | Pastatų energinių sistemų katedra        |             |            | 2017-TP-PES-01                                          |
| TP         | LT - 51367 Studentų 48, Kaunas           |             |            |                                                         |
|            |                                          |             |            | Lapas                                                   |
|            |                                          |             |            | Lapų                                                    |
|            |                                          |             |            | 1                                                       |
|            |                                          |             |            | 5                                                       |

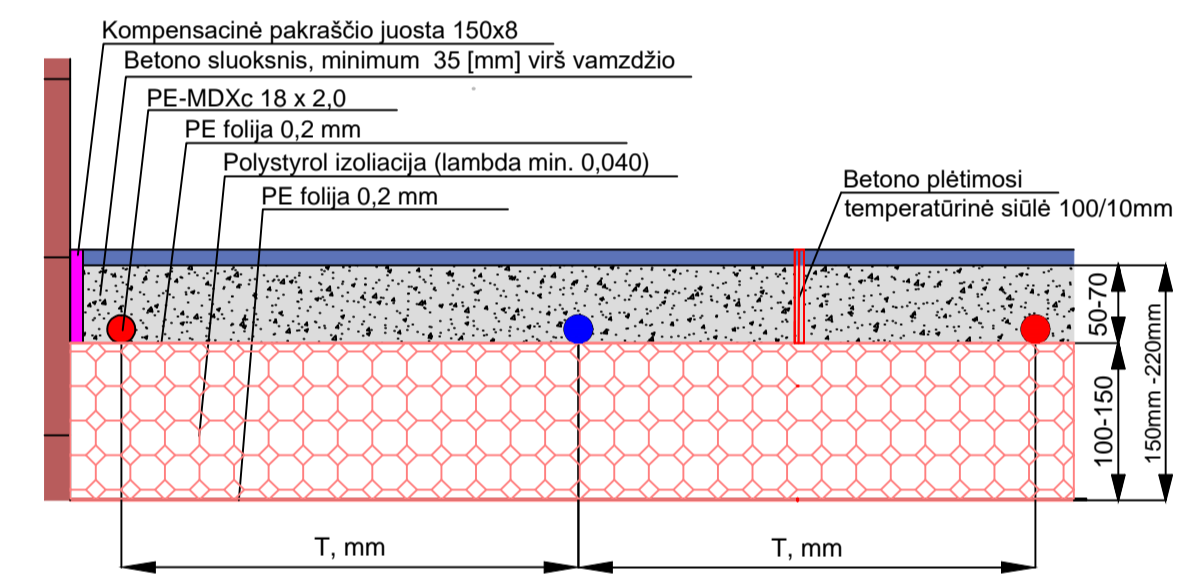
# 1-aukšto grindinio šildymo planas. Mastelis 1:100



| Nr.           | Patalpa              | Plotas m <sup>2</sup> |
|---------------|----------------------|-----------------------|
| 1             | 101 Holas            | 32,33                 |
| 1             | 102 Garažas          | 54,14                 |
| 1             | 103 Sandėliukas      | 4,95                  |
| 1             | 104 Sandėliukas      | 3,73                  |
| 1             | 105 Techninė patalpa | 23,03                 |
| 1             | 106 WC               | 3,34                  |
| Aukšto plotas |                      | 121,52                |

| Nr. | Aprašymas     | Ruožas | Skersmuo | T   | L [m] | G [kg] | v [l/min] |
|-----|---------------|--------|----------|-----|-------|--------|-----------|
| 1   | Holas         | 101.1  | 18x2.0   | 300 | 55,9  | 49,49  | 0,1       |
| 2   | Holas         | 101.2  | 18x2.0   | 300 | 60,2  | 49,49  | 0,1       |
| 3   | Garažas       | 102.1  | 18x2.0   | 300 | 66,7  | 47,08  | 0,1       |
| 4   | Garažas       | 102.2  | 18x2.0   | 300 | 63,0  | 47,08  | 0,1       |
| 5   | Garažas       | 102.3  | 18x2.0   | 300 | 60,2  | 47,08  | 0,1       |
| 6   | Sandėliukas   | 103    | 18x2.0   | 300 | 38,1  | 12,34  | 0,1       |
| 7   | Sandėliukas   | 104    | 18x2.0   | 300 | 29,4  | 10,64  | 0,1       |
| 8   | Tech. Patalpa | 105    | 18x2.0   | 300 | 76,9  | 55,20  | 0,12      |
| 9   | WC            | 106    | 18x2.0   | 150 | 22,3  | 6,62   | 0,1       |

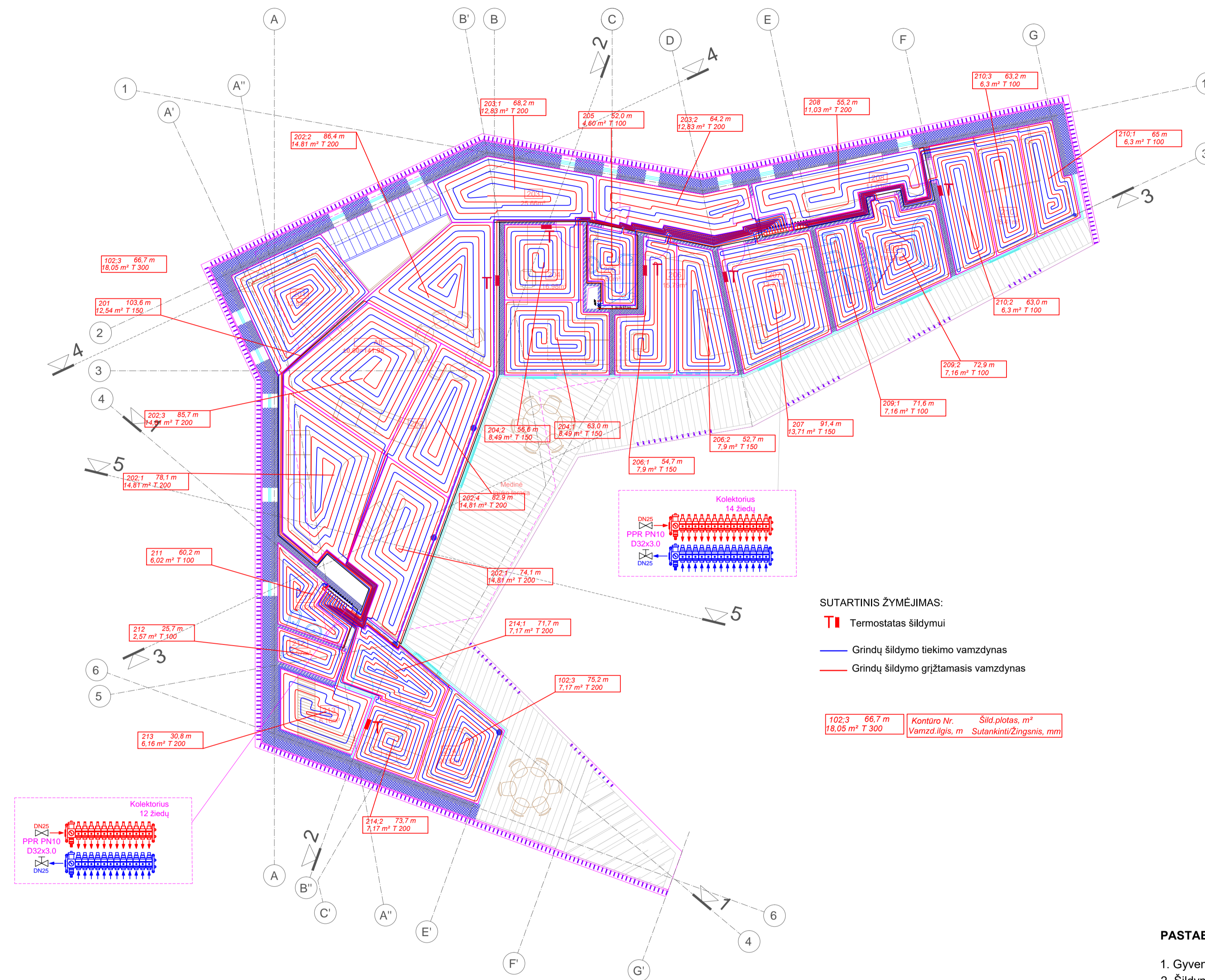


**PASTABOS:**

- Gyvenamosios patalpos prie išorės sienų bei vitrininių langų vamzdynas tankinamas 1 metro atstumu;
- Šildymo termostatus montuoti 1,5 metrų aukštyje nuo grindų paviršiaus, ten kur nekrenta tiesioginiai saulės spinduliai ar jų rodmenų neįtakoja papildomas šilumos/šalčio šaltinis;

| Grupė     | KTU Statybos ir Architektūros fakultetas |             |            | Magistro baigiamasis darbas                                   |
|-----------|------------------------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------------|
| SPM-5     | Studentas                                | T.Morkėnas  | 2017-01-12 | Gyvenamojo namo vėdinimo- šildymo sistemų projektavimas       |
|           | Vadovas                                  | R.Valančius | 2017-01-12 |                                                               |
| GD        | Konsult.                                 | V.Paukštys  | 2017-01-12 | Pirmo aukšto grindinio šildymo schema su kolektorių išdėstymu |
|           |                                          |             |            |                                                               |
| Pr.etapas | Pastatų energinių sistemų katedra        |             |            | 2017-TP-PES-02                                                |
| TP        | LT - 51367 Studentų 48, Kaunas           |             |            |                                                               |
|           |                                          |             | Lapas      | Lapų                                                          |
|           |                                          |             | 2          | 5                                                             |

# 2-aukšto grindinio šildymo planas. Mastelis 1:100



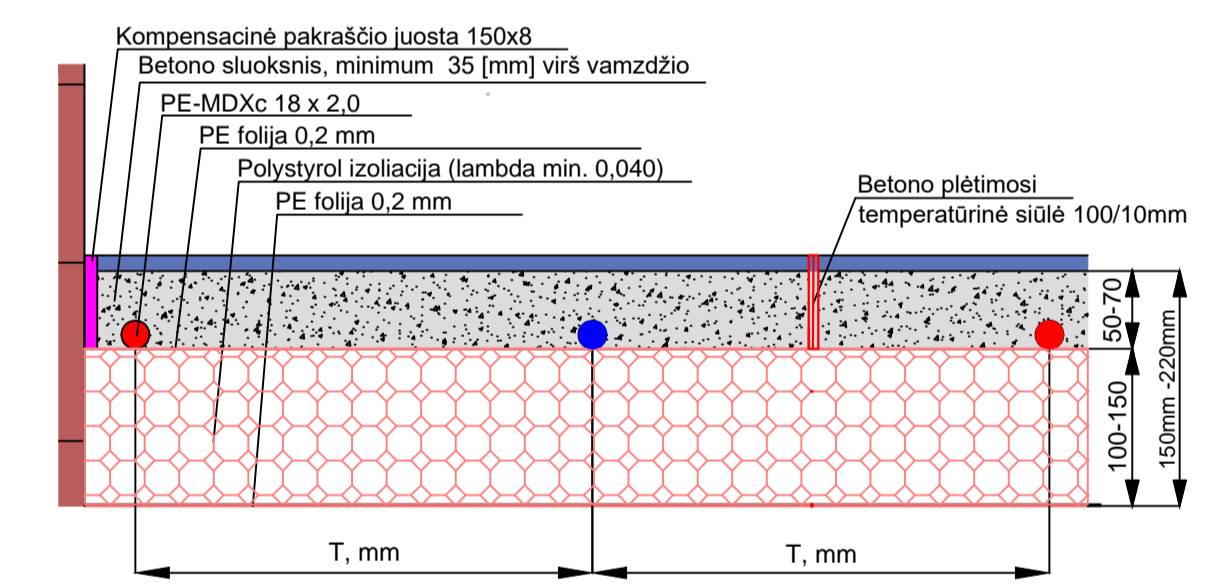
| Pirmo aukšto patalpų eksplikacija |                       | Kolektorius 2-1       |                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Nr.                               | Patalpa               | Plotas m <sup>2</sup> | Atšilimų šilumos: 12<br>t <sub>in</sub> = 45,0 [°C]<br>t <sub>g</sub> = 35,0 [°C] |
| 2                                 | 201 Virtuvė           | 12,54                 |                                                                                   |
| 2                                 | 202 Svetainė          | 74,07                 |                                                                                   |
| 2                                 | 203 Holas             | 25,66                 |                                                                                   |
| 2                                 | 204 Darbo / svečių k. | 16,98                 |                                                                                   |
| 2                                 | 205 Vonia             | 4,6                   |                                                                                   |
| 2                                 | 206 Vaiko k.          | 15,79                 |                                                                                   |
| 2                                 | 207 Vaiko k.          | 13,71                 |                                                                                   |
| 2                                 | 208 Drabužinė         | 11,03                 |                                                                                   |
| 2                                 | 209 Vonia             | 14,32                 |                                                                                   |
| 2                                 | 210 Miegamasis        | 18,77                 |                                                                                   |
| 2                                 | 211 WC                | 6,02                  |                                                                                   |
| 2                                 | 212 Dušas             | 2,57                  |                                                                                   |
| 2                                 | 213 Pirtis            | 6,16                  |                                                                                   |
| 2                                 | 214 Priešpirtis       | 20,52                 |                                                                                   |
|                                   |                       | <b>Aukšto plotas</b>  | <b>242,74</b>                                                                     |
|                                   |                       | <b>Bendras plotas</b> | <b>363,99</b>                                                                     |

| Nr. | Patalpa     | Ruošas | Skersmuo | T   | L [m] | G [kg/h] | v [m/s] |
|-----|-------------|--------|----------|-----|-------|----------|---------|
| 1   | Virtuvė     | 201    | 18x2,0   | 150 | 103,6 | 82,24    | 0,15    |
| 2   | Svetainė    | 202.1  | 18x2,0   | 200 | 78,1  | 59,69    | 0,12    |
| 3   | Svetainė    | 202.2  | 18x2,0   | 200 | 88,4  | 59,69    | 0,12    |
| 4   | Svetainė    | 202.3  | 18x2,0   | 200 | 85,7  | 59,69    | 0,12    |
| 5   | Svetainė    | 202.4  | 18x2,0   | 200 | 82,9  | 59,69    | 0,12    |
| 6   | Svetainė    | 202.5  | 18x2,0   | 200 | 74,1  | 59,69    | 0,12    |
| 7   | WC          | 211    | 18x2,0   | 100 | 60,2  | 30,3     | 0,1     |
| 8   | Dušas       | 212    | 18x2,0   | 100 | 26,7  | 8,85     | 0,05    |
| 9   | Pirtis      | 213    | 18x2,0   | 200 | 30,8  | 23,88    | 0,1     |
| 10  | Priešpirtis | 214.1  | 18x2,0   | 100 | 71,7  | 54,89    | 0,12    |
| 11  | Priešpirtis | 214.2  | 18x2,0   | 100 | 73,7  | 54,89    | 0,12    |
| 12  | Priešpirtis | 214.3  | 18x2,0   | 100 | 75,2  | 54,89    | 0,12    |

| Nr. | Patalpa        | Ruošas | Skersmuo | T   | L [m] | G [kg/h] | v [m/s] |
|-----|----------------|--------|----------|-----|-------|----------|---------|
| 1   | Holas          | 203.1  | 18x2,0   | 200 | 68,2  | 48,24    | 0,1     |
| 2   | Holas          | 203.2  | 18x2,0   | 200 | 64,2  | 48,24    | 0,1     |
| 3   | Darbo kambarys | 204.1  | 18x2,0   | 150 | 63,0  | 42,73    | 0,1     |
| 4   | Darbo kambarys | 204.2  | 18x2,0   | 150 | 66,8  | 43,73    | 0,1     |
| 5   | Vonia          | 205    | 18x2,0   | 100 | 52,0  | 10,85    | 0,1     |
| 6   | Vaiko kambarys | 206.1  | 18x2,0   | 150 | 52,7  | 48,27    | 0,1     |
| 7   | Vaiko kambarys | 206.2  | 18x2,0   | 150 | 54,7  | 48,27    | 0,1     |
| 8   | Vaiko kambarys | 207    | 18x2,0   | 150 | 91,4  | 75,87    | 0,1     |
| 9   | Drabužinė      | 208    | 18x2,0   | 200 | 55,2  | 47,65    | 0,1     |
| 10  | Vonia          | 209.1  | 18x2,0   | 100 | 71,8  | 22,49    | 0,05    |
| 11  | Vonia          | 209.2  | 18x2,0   | 100 | 72,9  | 22,49    | 0,1     |
| 12  | Miegamasis     | 210.1  | 18x2,0   | 100 | 65,0  | 46,70    | 0,1     |
| 13  | Miegamasis     | 210.2  | 18x2,0   | 100 | 63,0  | 46,70    | 0,1     |
| 14  | Miegamasis     | 210.3  | 18x2,0   | 100 | 63,4  | 46,70    | 0,1     |



**PASTABOS:**

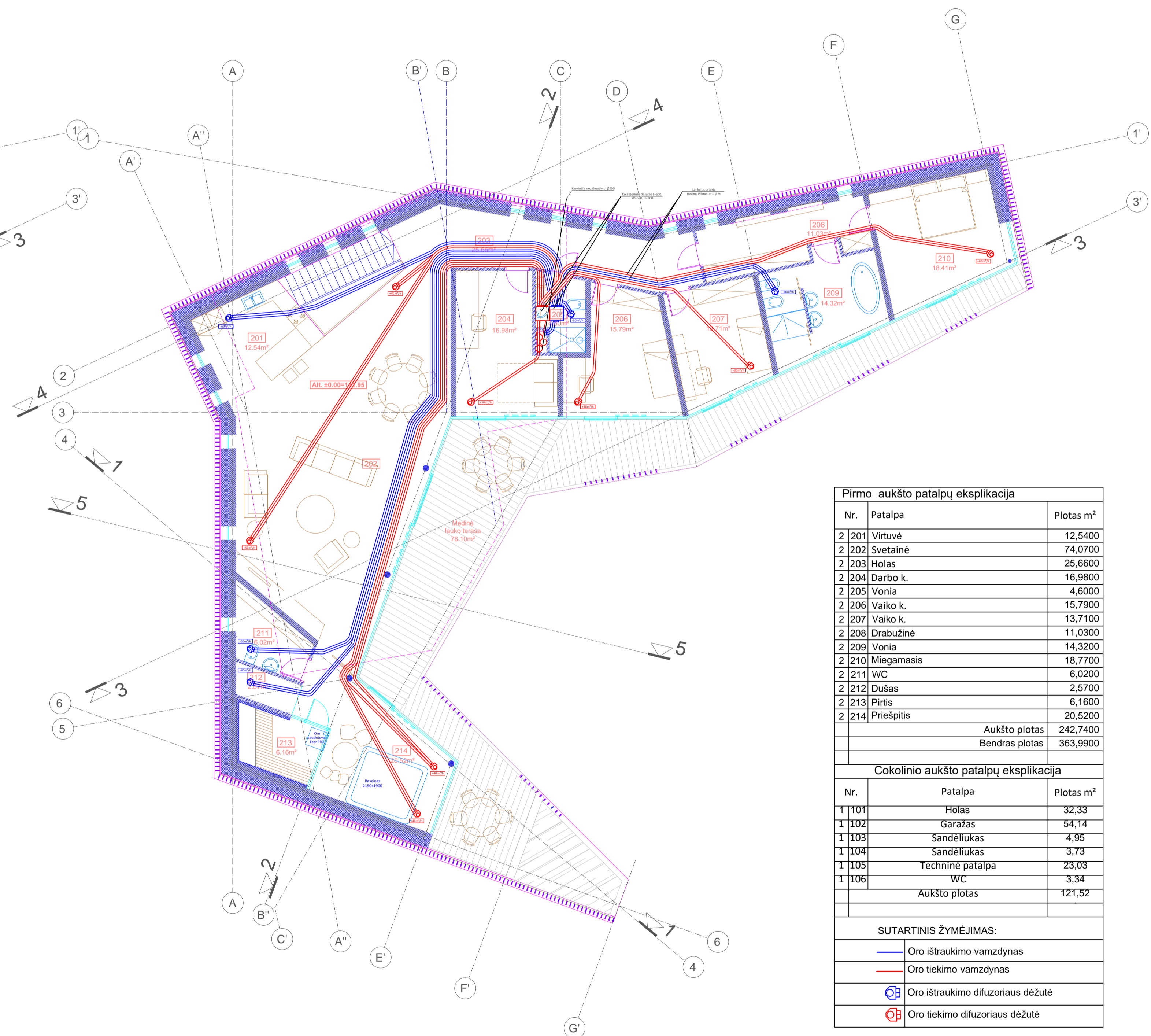
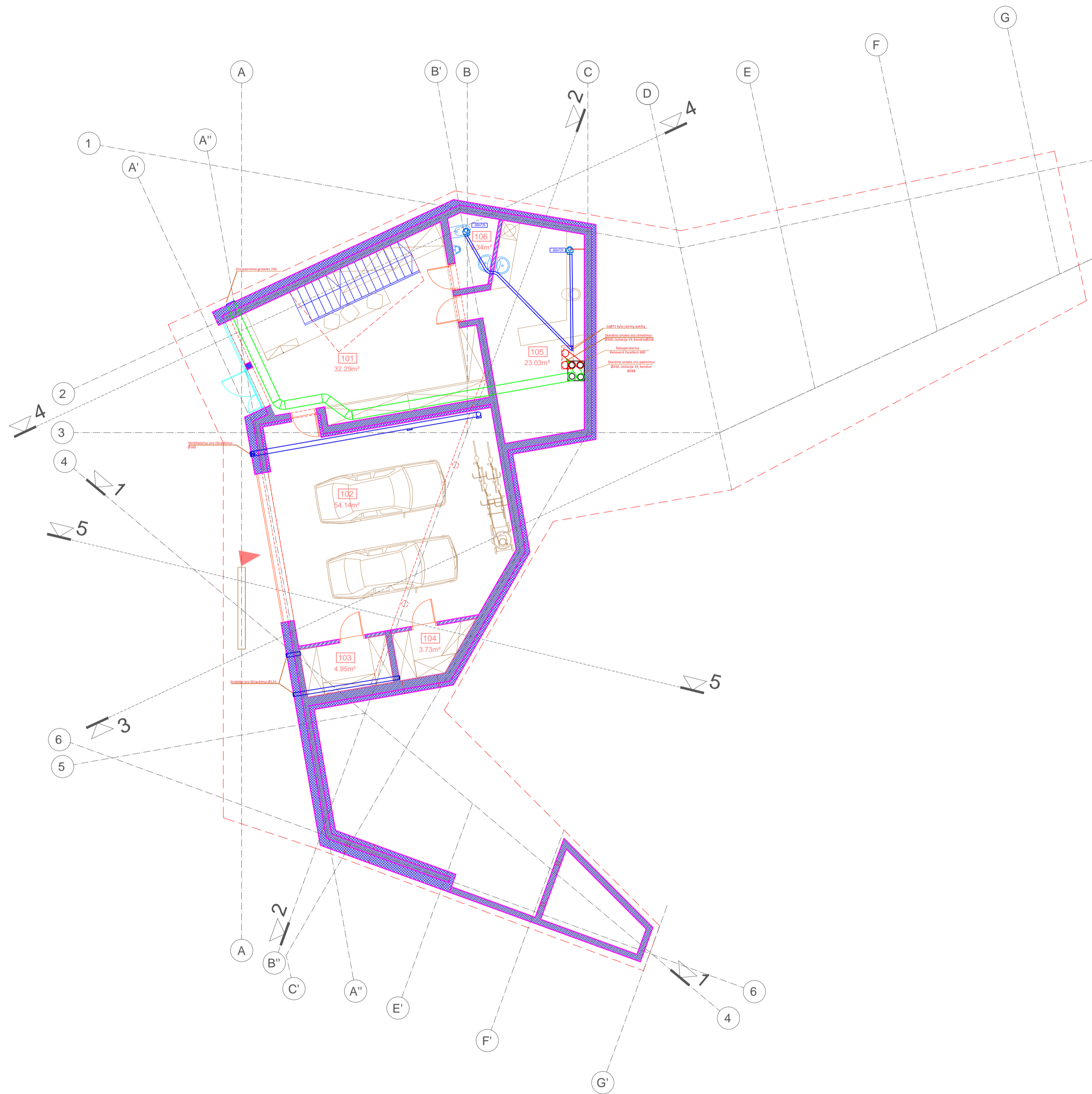
- Gyvenamosios patalpos prie išorės sienų bei vitrinių langų vamzdynas tankinamas 1 metro atstumu;
- Šildymo termostatus montuoti 1,5 metrų aukštyje nuo grindų paviršiaus, ten kur nekrenta tiesioginiai saulės spinduliai ar jų rodmenų neįtakojama papildomas šilumos/šalčio šaltinis;

|                                                               |                                                                     |              |                             |                                                         |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Grupė                                                         | KTU Statybos ir Architektūros fakultetas                            |              | Magistro baigiamasis darbas |                                                         |
| SPM-5                                                         | Studentas                                                           | T. Morkvėnas | 2017-01-12                  | Gyvenamojo namo vėdinimo- šildymo sistemų projektavimas |
|                                                               | Vadovas                                                             | R. Valančius | 2017-01-12                  |                                                         |
| GD                                                            | Konsult.                                                            | V. Paukštys  | 2017-01-12                  |                                                         |
| Antro aukšto grindinio šildymo schema su kolektorių išdėstymu |                                                                     |              |                             | Laida<br>0                                              |
| Pr. etapas                                                    | Pastatų energinių sistemų katedra<br>LT - 51367 Studentų 48, Kaunas |              | 2017-TP-PES-03              | Lapas<br>3                                              |
|                                                               |                                                                     |              |                             | Lapų<br>5                                               |



# 1-aukšto vėdinimo planas. Mastelis 1:100

# 2-aukšto vėdinimo planas. Mastelis 1:100



**PASTABOS:**

1. Tiekiamo oro difuzoriai esantys lubose turi būti atitraukti nuo sienos 0,5 m arba daugiau;
2. Kiekviename kambaryje turi būti oro tarpas, kad oras galėtų vaikščioti;
3. Reikia numatyti kondensato nuvedimą nuo rekuperatoriaus

| Pirmo aukšto patalpų eksplikacija |                 |                       |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Nr.                               | Patalpa         | Plotas m <sup>2</sup> |
| 2                                 | 201 Virtuvė     | 12,5400               |
| 2                                 | 202 Svetainė    | 74,0700               |
| 2                                 | 203 Holas       | 25,6600               |
| 2                                 | 204 Darbo k.    | 16,9800               |
| 2                                 | 205 Vonia       | 4,6000                |
| 2                                 | 206 Vaiko k.    | 15,7900               |
| 2                                 | 207 Vaiko k.    | 13,7100               |
| 2                                 | 208 Drabužinė   | 11,0300               |
| 2                                 | 209 Vonia       | 14,3200               |
| 2                                 | 210 Miegamasis  | 18,7700               |
| 2                                 | 211 WC          | 6,0200                |
| 2                                 | 212 Dušas       | 2,5700                |
| 2                                 | 213 Pirtis      | 6,1600                |
| 2                                 | 214 Priešpirtis | 20,5200               |
| Aukšto plotas                     |                 | 242,7400              |
| Bendras plotas                    |                 | 363,9900              |

| Cokolinio aukšto patalpų eksplikacija |                      |                       |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Nr.                                   | Patalpa              | Plotas m <sup>2</sup> |
| 1                                     | 101 Holas            | 32,33                 |
| 1                                     | 102 Garažas          | 54,14                 |
| 1                                     | 103 Sandėliukas      | 4,95                  |
| 1                                     | 104 Sandėliukas      | 3,73                  |
| 1                                     | 105 Techninė patalpa | 23,03                 |
| 1                                     | 106 WC               | 3,34                  |
| Aukšto plotas                         |                      | 121,52                |

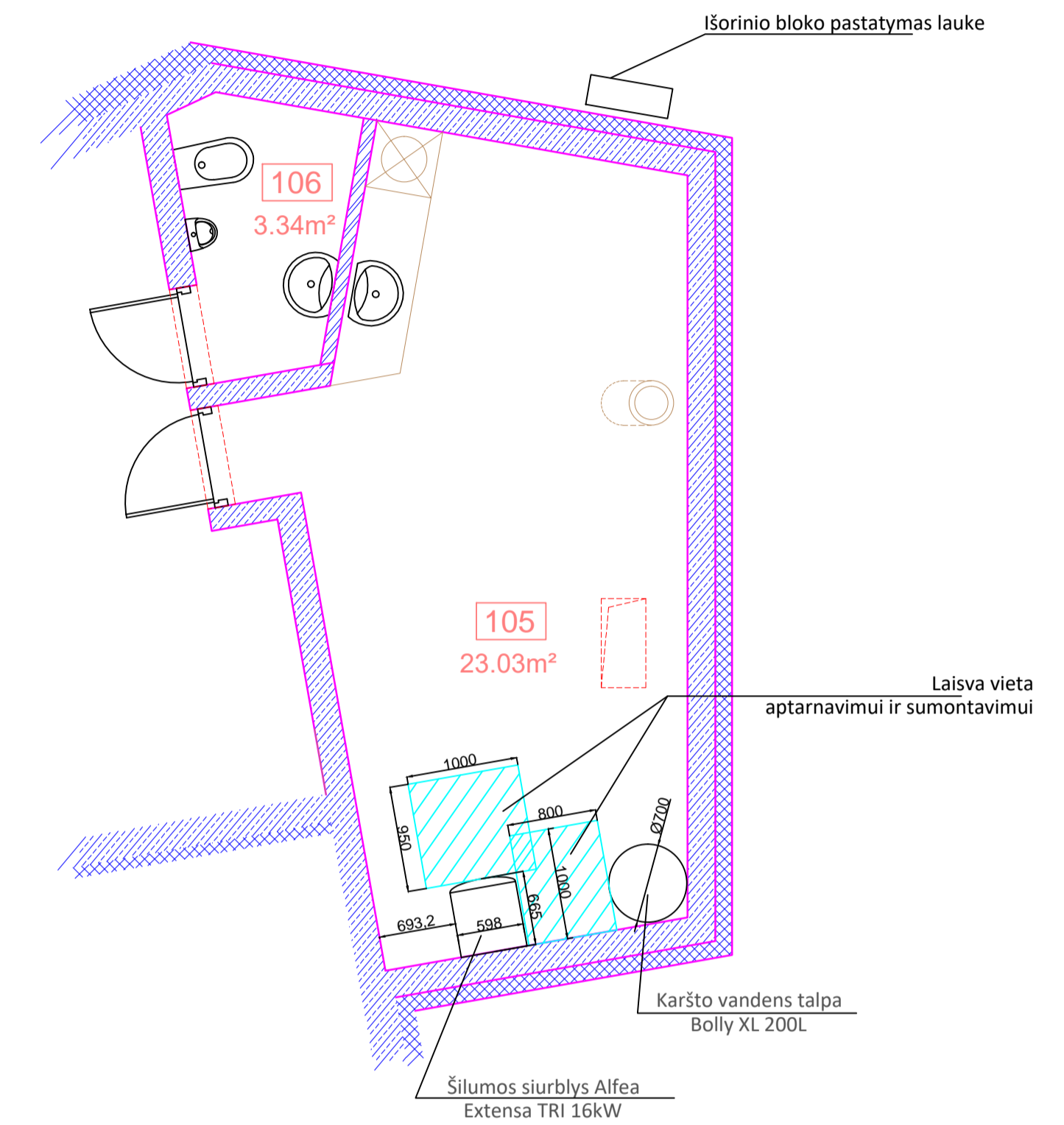
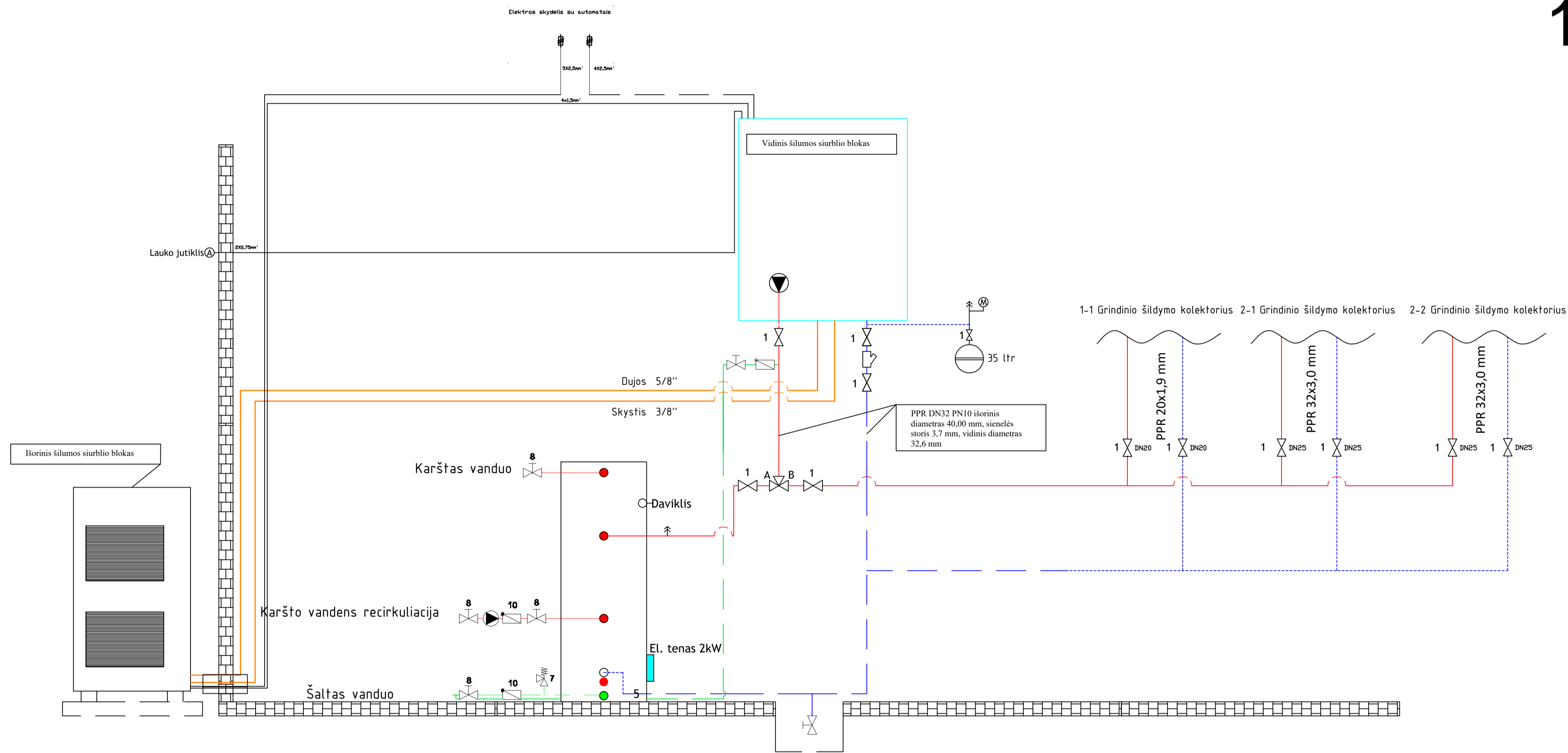
**SUTARTINIS ŽYMĖJIMAS:**

- Oro ištraukimo vamzdynas
- Oro tiekimo vamzdynas
- Oro ištraukimo difuzoriaus dėžutė
- Oro tiekimo difuzoriaus dėžutė

|            |                                                |             |            |                                                         |       |
|------------|------------------------------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------|-------|
| Grupė      | KTU Statybos ir Architektūros fakultetas       |             |            | Magistro baigiamasis darbas                             |       |
| SPM-5      | Studentas                                      | T.Morkvėnas | 2017-01-12 | Gyvenamojo namo vėdinimo- šildymo sistemų projektavimas |       |
|            | Vadovas                                        | R.Valančius | 2017-01-12 |                                                         |       |
|            | Konsult.                                       | V.Paukštys  | 2017-01-12 |                                                         |       |
|            | Pirmo ir antro aukšto vėdinimo sistemos planas |             |            |                                                         | Laida |
|            |                                                |             |            |                                                         | O     |
| Pr. etapas | Pastatų energinių sistemų katedra              |             |            | 2017-TP-PES-04                                          | Lapas |
| TP         | LT - 51367 Studentų 48, Kaunas                 |             |            |                                                         |       |
|            |                                                |             |            | 4                                                       | 5     |

# Šilumos siurblio oras - vanduo hidraulinis pajungimas

# Šilumos siurblio katilinėje pastatymas. Mastelis 1:75



|           |                                          |             |            |                                                         |      |
|-----------|------------------------------------------|-------------|------------|---------------------------------------------------------|------|
| Grupė     | KTU Statybos ir Architektūros fakultetas |             |            | Magistro baigiamasis darbas                             |      |
| SPM-5     | Studentas                                | T.Morkėnas  | 2017-01-12 | Gyvenamojo namo vėdinimo- šildymo sistemų projektavimas |      |
|           | Vadovas                                  | R.Valančius | 2017-01-12 |                                                         |      |
|           | Konsult.                                 | V.Paukštys  | 2017-01-12 |                                                         |      |
|           |                                          |             |            | Šilumos gamybos principinė schema                       |      |
|           |                                          |             |            | Laida                                                   | O    |
| Pr.etapas | Pastatų energinių sistemų katedra        |             |            | 2017-TP-PES-05                                          |      |
| TP        | LT - 51367 Studentų 48, Kaunas           |             |            | Lapas                                                   | Lapų |
|           |                                          |             |            | 5                                                       | 5    |