



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

Vidas Stanevičius

**VĖJO ENERGIJOS PANAUDOJIMAS PASTATO INŽINERINĖSE
SISTEMOSE**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Prof. Dr. Tadas Ždankus

KAUNAS, 2018

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

VĖJO ENERGIJOS PANAUDOJIMAS PASTATO INŽINERINĖSE
SISTEMOSE

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

Vadovas

(parašas) Prof. Dr. Tadas Ždankus

(data)

Recenzentas

(parašas) Dr. Juozas Vaičiūnas

(data)

Projektą atliko

(parašas) Vidas Stanevičius

(data)

KAUNAS, 2018

Darbą atliko SPM-6 gr.
Studentas:

V. Stanevičius

vardas, pavardė

parašas, data

Darbo vadovas:

T. Ždankus

vardas, pavardė

parašas, data

Katedros vedėjas:

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Projektinė dalis

Laura Stasiulienė

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

Ramūnas Gečys

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

Odeta Viliūnienė

vardas, pavardė

parašas, data

Stanevičius, Vidas. Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Tadas Ždankus; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir Architektūros fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Pastatų inžinerinės sistemos, vėjo energija.

Reikšminiai žodžiai: *vėjo jėgainė, šildymo sistema, hidraulinė sistema.*

Kaunas, 2018. 40 p.

SANTRAUKA

Magistrinis darbas susideda iš tiriamosios ir projektinės dalių. Tiriamojoje dalyje atlikta nedidelio galingumo vėjo jėgainės, tiesiogiai per reduktorių sujungtos su hidrauline sistema, tyrimas. Atliktas tyrimas rodo, kad hidraulinė sistema gali generuoti šilumą. Projektinėje dalyje atliktas vienuo aukšto, gyvenamojo namo šildymo vėdinimo sistemų projektas integruojant nedidelio galingumo vėjo jėgainę, sujungtą su hidrauline sistema. Projekte pateikta srauto schema su integruota vėjo jėgaine. Schemoje pasirinkta vėjo generuojamą šilumą kaupti bendroje akumuliacinėje talpykloje iš kurios šiluma būtų paskirstoma karšto vandens gamybai arba patalpų šildymui.

Stanevičius, Vidas. *Use Of Wind Energy In Building Engineering Systems.* Master's thesis in engineering systems of buildings / supervisor assoc. prof. dr. Tadas Ždankus. The Faculty of Civil engineering And Architecture, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Buildings engineering systems, wind energy.

Key words: Wind power plant, heating system, hydraulic system.

Kaunas, 2018. 40 p.

SUMMARY

Master's thesis consists of research and design parts. In the research part was made a study of small-scale wind turbines directly connected to the hydraulic system through the gearboxes. The study shows that the hydraulic system can generate heat. In the design part, a design of heating ventilation systems in single-storey residential buildings was carried out, integrating a small-scale wind power plant connected to the hydraulic system. In the project presented a flow diagram with an integrated wind power plant. In the scheme, wind energy converted in to heat is accumulated in a common storage tank, from which the heat is distributed for the production of hot water or heating of the premises.

TURINYS

1. ĮŽANGA	6
2. TIRIAMOJI DALIS	6
2.1.LITERATŪROS APŽVALGA.....	6
2.2.EKSPERIMENTINIŲ TYRIMŲ METODIKA	14
2.3.TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS	17
3. PROJEKTAVIMO DALIS	22
3.1.AIŠKINAMASIS RAŠTAS	22
3.1.1. TEISINIŲ DOKUMENTŲ APŽVALGA	22
3.1.2. PAGRINDINĖS PASTATO CHARAKTERISTIKOS	23
3.2.ŠILDYMO SISTEMA	23
3.2.1. PROJEKTINIAI ORO PARAMETRAI	24
3.2.2. PROJEKTINĖ PATALPŲ ORO TEMPERATŪRA	25
3.2.3. PASTATO ATITVARŲ ŠILUMINĖS SAVYBĖS.....	25
3.2.4. SAVITIEJI IR PROJEKTINIAI ŠILUMOS NUOSTOLIAI.....	25
3.2.5. PASTATO SKAIČIUOJAMŲJŲ SAVITŲJŲ ŠILUMOS NUOSTOLIŲ PER ILGINIUS ŠILUMINIUS TILTELIUS SKAIČIAVIMAS	29
3.2.6. PASTATO SKAIČIUOJAMŲJŲ SAVITŲJŲ ŠILUMOS NUOSTOLIŲ DĖL VĖDINIMO SKAIČIAVIMA.....	30
3.2.7. APSKAIČIUOJAMA PROJEKTINĖ ŠILDYMO SISTEMOS GALIA IR ŠILUMOS ŠALTINIO GALIA.....	31
3.2.8. ŠILDYMO SISTEMOS TIPAS	32
3.2.9. HIDRAULINIŲ NUOSTOLIŲ SKAIČIAVIMAS	33
3.2.10. IŠSIPLĖTIMO INDO PARINKIMAS	34
3.3. PATALPŲ VĖDINIMO SISTEMOS PROJEKTAVIMAS	35
3.4.VALDYMAS IR AUTOMATIZAVIMAS	38
4. EKONOMINĖ DALIS	39
5. IŠVADOS.....	39
6. LITERATŪROS SĄRAŠAS	41
PRIEDAI	
PRIEDAS NR. 1. ĮRANGOS IR MEDŽIAGŲ KIEKIŲ ŽINIARAŠTIS	
PRIEDAS NR. 2. BRĖŽINIAI	
PRIEDAS NR. 3 SAMATOS.....	

1. ĮŽANGA

Atsinaujinančios energijos panaudojimas pastatų šilumos poreikiams kompensuoti yra labai svarbus, siekiant nulinio energijos suvartojimo pastatuose. Šiandien Europos Sąjungoje yra sutarta, kad būtinos priemonės, siekiant sumažinti EU energetinę priklausomybę ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją. Pagal direktyvą 2010/31/ES, įsipareigojama padidinti energijos suvartojimo efektyvumą, sumažinti bendrą išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį bei skatinti naudoti atsinaujinančių šaltinių energiją.

Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo galimybės yra daugelio mokslininkų akiratyje, tačiau požiūriai gana skirtingi. Vieni apžvelgia bendras atsinaujinančių šaltinių panaudojimo galimybes, kiti analizuoja hibridinių vėjo, saulės ir šilumos siurblio sistemų efektyvumą ir jų panaudojimo galimybes pastatų šilumos poreikiams padengti, treči tiria vėjo energijos panaudojimą šilumos gamybai, taikant hidraulinės sistemas. Šis tiriamasis darbas yra labiau susijęs su pastaraisiais tyrimais. Darbe tiriamas vėjo energijos panaudojimas sujungiant ją su hidrauline sistema, skirta šilumos gamybai individualiuose gyvenamuose pastatuose. Bandoma išsiaiškinti tokios sistemos praktines pritaikymo galimybes, sistemos įrengimo kaštus ir jos teikiamą ekonomiškai pagrįstą naudą.

Tiriama nedidelio galingumo vėjo jėgainė, kuri tiesiogiai per reduktorių būtų sujungta su hidrauline sistema. Veikimo principas labai paprastas – vėjo jėgainė suka siurblių, dėl to sukuriama skysčio judėjimas, skysčio judėjimui apriboti sistemoje numatomas ventilis, kuriuo reguliuojamas sistemos pasipriešinimas arba kitaip – hidrauliniai nuostoliai. Generuojama šiluma, kuri perduodama sistemoje cirkuliuojančiam skysčiui. Atlikti tyrimai rodo, kad hidraulinė sistema gali generuoti šilumą [1].

2. TIRIAMOJI DALIS

2.1. LITERATŪROS APŽVALGA

V. Adomavičiaus straipsnyje „Atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo galimybės daugiabučiuose namuose“ [1], pateikiama informacija apie pagrindines atsinaujinančiųjų energijos išteklių technologijas, kurios plačiai naudojamos pasaulyje ir puikiai tiktų Lietuvoje renovuojamuose ir naujai statomuose daugiabučiuose namuose, ar kitos paskirties pastatuose. Technologijos, kurios gali būti pritaikytos, yra šios:

- mažos vėjo elektrinės bendroms namo elektros sąnaudoms padengti;
- saulės elektrinės bendroms namo elektros sąnaudoms padengti;
- saulės kolektoriai vandeniui šildyti;
- hibridinės saulės kolektorių ir mažųjų vėjo jėgainių sistemos vandeniui šildyti;
- aktyviosios dalinio patalpų šildymo saulės energija sistemos;
- šilumos siurbliai „oras-vanduo“ patalpoms ir vandeniui šildyti;
- kogeneracinės biodegalais varomos mikroelektrinės.

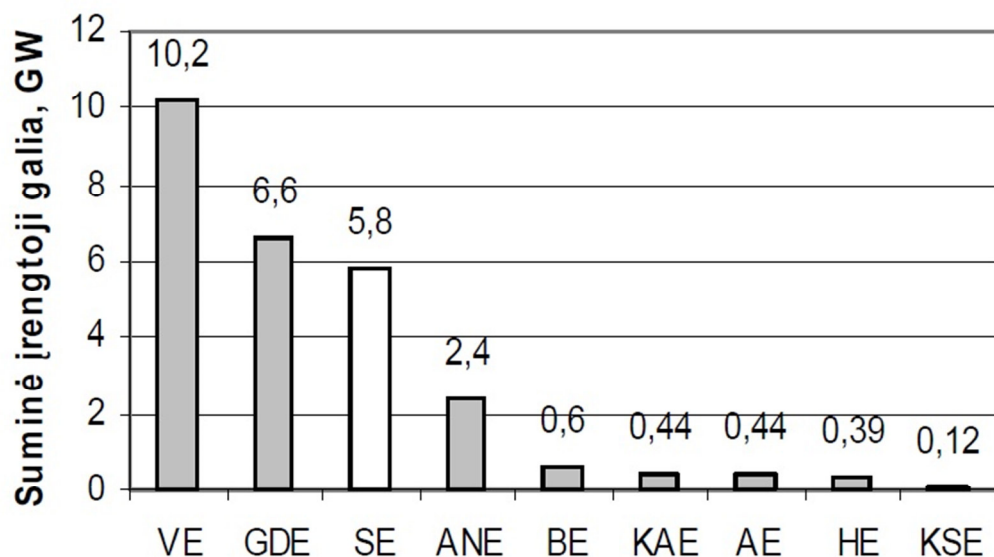
Straipsnyje išsamiai pateikta informacija apie kiekvieną daugiabučiuose namuose šiuo metu naudotiną atsinaujinančiųjų energijos išteklių technologiją.

Vėjo elektrinės, kurios yra iki 100 kW, paprastai yra klasifikuojamos kaip mažo galingumo elektrinės. Pasaulyje yra daugiau kaip 100 gamintojų, gaminančių mažo vėjo elektrines. Tokių elektrinių poreikis pasaulyje sparčiai auga dėl savo ekonominio efektyvumo pritaikant daugiabučiuose gyvenamuosiuose pastatuose [2]. Kadangi tikrai nepriimtina ant daugiabučio stogo arba šalia jo pastatyti didelio galingumo vėjo jėgainę, mažo vėjo elektrinės čia puikia gali būti pritaikytos. 1 paveikslėlyje pateiktas mažų vėjo elektrinių pritaikymo fragmentas. Mažo vėjo elektrinės, pagal integravimą į pastato energijos sistemą, gali būti skirstomos į autonomines ir integruotąsias į elektros tinklą. Autonominės vėjo elektrinės privalumas tas, kad tais atvejais, kuomet dėl skirstomųjų tinklų gedimo, pastatui netiekama elektros energija, vėjo jėgainė gali būti naudojama kaip papildomas elektros šaltinis. Tačiau ši sistema yra 1.5 karto brangesnė, nes savo sudėtyje turi būti numatyti įkrovikliai ir gilaus iškrovimo akumulatoriai [1]. Į elektros tinklą integruotosios mažosios vėjo jėgainės pagamintos energijos dalis sunaudojama pastato reikmėms, o nepanaudota dalis parduodama į skirstomuosius tinklus. Šiuo metu pagal Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nustatytus įkainius, perteklinės energijos supirkimo kaina svyruoja nuo 0,041 iki 0,052 Eur / kWh [5], priklausomai nuo instaliuotos galios. Tuo tarpu daugiabučių perkama elektros energijos kaina svyruoja nuo 0,077 iki 0,124 Eur / kWh [4], priklausomai nuo pasirinkto plano.



1 pav. Mažų vėjo jėgainių įrengimo ant pastato stogo fragmentas [12]

2 paveikslėlyje pateikiamos Europos Sąjungoje per 2009 metus įrengtų elektrinių suminės galios. Pirmąją vėjo jėgainės.



2 pav. Per 2009 m. ES įrengtų elektrinių suminės galios [1]

VE – vėjo elektrinės, GDE – gamtinių dujų elektrinės, SE – saulės elektrinės, ANE – anglies elektrinės, BE – biomasės elektrinės. KAE – komunalinių atliekų elektrinės, AE – atominės elektrinės, HE – hidroelektrinės, KSE – koncentruotos saulės energijos šiluminės elektrinės

Labai svarbi atsinaujinančiųjų energijos šaltinių sėkmingo naudojimo pastatuose sąlyga yra labai gera pastato šilumos izoliacija, taip pat pastatuose turi būti naudojama energiją taupanti įranga [1]. Be to, labai svarbi yra valstybės parama diegiant atsinaujinančios energijos šaltinius. Tokia parama naudinga valstybei, kadangi paramai išleistos lėšos grįžta į valstybės biudžetą, be to, skatinami moksliniai tyrimai, kurie ateityje leis atpiginti atsinaujinančius energijos šaltinius naudojančias technologijas, taip pat sumažins priklausomybę nuo importuojamo iškastinio kuro.

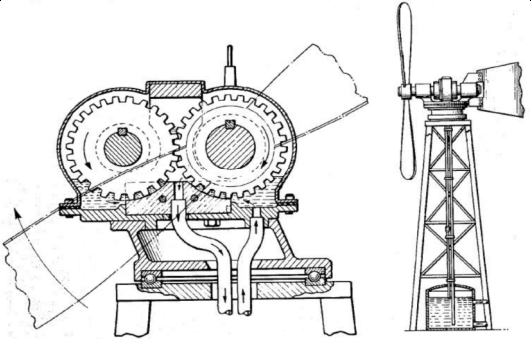
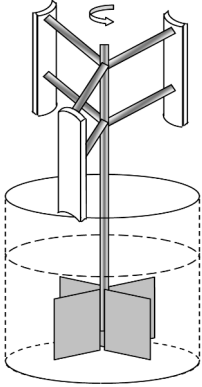
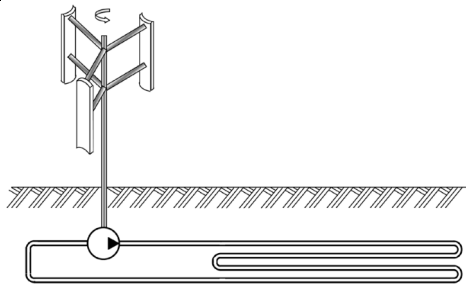
Straipsnyje „Vėjo energijos panaudojimo šilumos gamybai, taikant hidraulinę sistemą, tyrimas“ [3], pagrindinis dėmesys skiriamas vėjo energijos panaudojimui tiesiogiai šilumos gamybai, išvengiant energijos praradimo perdavimo tinkluose bei kaupimo įrenginiuose.

Straipsnyje pirmiausiai atliekama vėjo energijos panaudojimo šilumos gamybai technologijų privalumai ir trūkumai. Čia išskiriama keletas vėjo energijos transformavimo į šilumą sistemų struktūrinių schemų:

- vėjaratis – elektros generatorius – šiluminės energijos akumuliatorius – pastato šildymo sistema;
- vėjaratis – hidraulinė sistema (šilumos generatorius) – šiluminės energijos akumuliatorius – Pastato šildymo sistema;
- vėjaratis – hidraulinė sistema (akumuliacinėje talpoje) – pastato šildymo sistema.

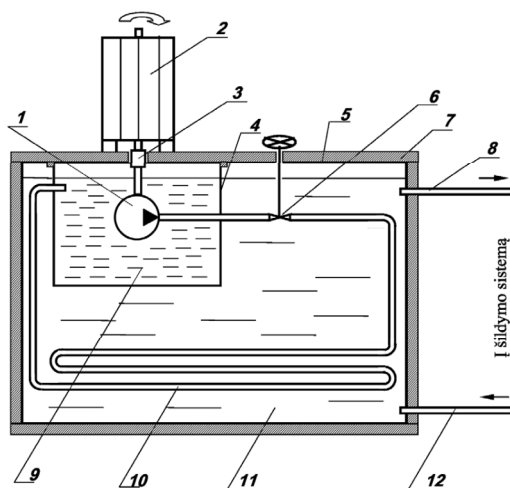
Hidraulinėse sistemose, dėl trinties tarp skysčio ir kietųjų paviršių, skysčio temperatūra padidėja, tai yra vadinama energijos nuostoliais ir yra kai kuriais atvejais nepageidaujamas reiškinys – reikalingas papildomas aušinimas, nes kyla sistemos išsisandaravimo pavojus [6].

Straipsnyje išskiriami keli hidraulinių sistemų tipai, kurie gali būti naudojami vėjo energijos transformavimo į šilumą sistemose. 3 paveikslėlyje pateikiami keli hidraulinių sistemų taikymo pavyzdžiai.

		
<p>Vėjo mechaninės energijos transformavimo į šilumą įrenginys, naudojant hidraulinę sistemą kaip šilumos generatorių [7]</p>	<p>Vėjo mechaninės energijos transformavimo į šilumą įrenginys, naudojant skysčio maišytuvą [5]</p>	<p>Vėjo energijos naudojimas grunto šiluminei įkrovai [5]</p>

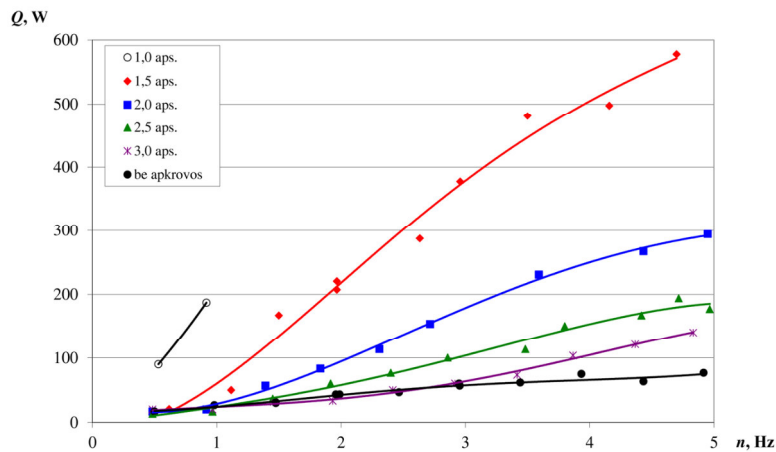
3 pav. Vėjo energijos transformavimo į šilumą sistemos

Straipsnyje atliktam tyrimui buvo pasirinkta hidraulinė sistema su panardinamu krumpliaratiniu siurbliu tiesiai į akumuliacinę talpą. Eksperimentinis įrenginys buvo skirtas vėjo jėgainės su hidrauline sistema darbui modeliuoti (4 pav.).



4 pav. Eksperimentinio stendo schema: 1 – krumpliaratinis siurblys; 2 – elektros variklis; 3 – mova; 4 – alyvos bakas; 5 – akumuliacinė talpa; 6 – reguliuojamasis ventilis (hidraulinė apkrova); 7 – termoiziacija; 8 – į šildymo sistemą tiekiamo šilumnešio atvamzdis; 9 – alyva; 10 – šilumokaitis; 11 – šilumnešis (vandeniu); 12 – iš šildymo sistemos grįžtančio šilumnešio atvamzdis

Eksperimentiniame modelyje vėjaračio sūčiai imituojami keičiant veleno sukimosi dažnį, naudojant dažnio keitiklį. Veleno sukimosi dažnis buvo keičiamas nuo 0,5 iki 5 aps/s, kuris atitinka nedidelį vėjo greitį. Rezultatuose pateikiama hidraulinėje sistemoje generuojamos šilumos kiekio priklausomybė nuo veleno sukimosi dažnio, esant skirtingoms apkrovoms. Šiuo atveju apkrova imituojama uždarančiomis ventiliu, tokiu būdu didinant sistemos pasipriešinimą (5 pav.).



5 pav. Hidraulinėje sistemoje generuojamos šilumos kiekio priklausomybė nuo veleno sukimosi dažnio, kai apkrova $\gamma = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0$ aps. ir be apkrovos

Išvadose teigiama, kad hidraulinė šilumos generavimo sistema net ir neapkrauta pasiekia naudingumo koeficientą iki 0,5, o su apkrova efektyvumas išauga iki $>0,85$. Galima teigti, kad vėju varomos hidraulinės sistemos generuojamą šilumą galima naudoti ir kaip alternatyvų energijos šaltinį pastatams šildyti [5].

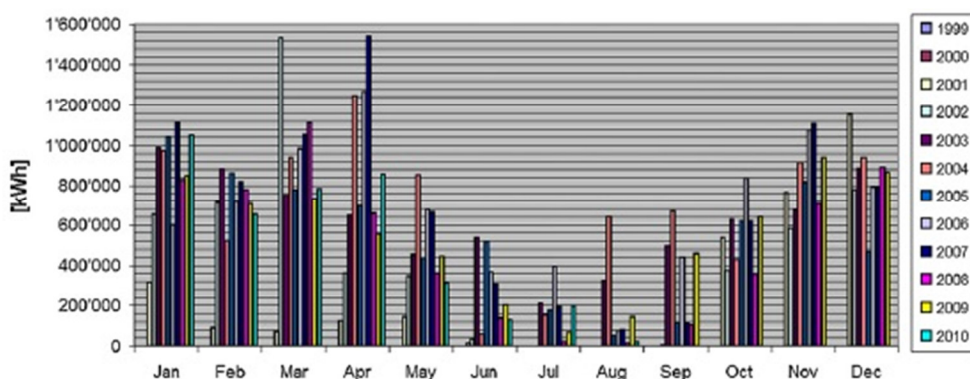
Straipsnyje „Wind energy to thermal and cold storage—A systems approach“ [8] nagrinėjamas perteklinės vėjo energijos transformavimas į šilumos arba šalčio energiją taupant dalį energijos, kuri yra sunaudojama nagrinėjamoje vietovėje, tuo pačiu mažinant galimybę pastatyti naują anglimi kūrenamą elektrinę. Nagrinėjama Kretos sala, kuri yra neprijungta prie Graikijos elektros tinklo ir kurioje yra įrengtos vėjo jėgainės.

Nagrinėjama tema iš tiesų yra aktuali tiek Lietuvoje, tiek ir kitose regionuose, kuriuose elektros gaminama naudojant vėjo energiją. Vėjo jėgainės gaminama elektra turėtų būti paskirstoma apylinkėse esantiems vartotojams. Kadangi vėjo elektrinėms yra būdingi dideli jų elektrinės galios svyravimai, yra sunku subalansuoti elektros tinklą, nes sukiamas pavojus tinklo stabiliam darbui.

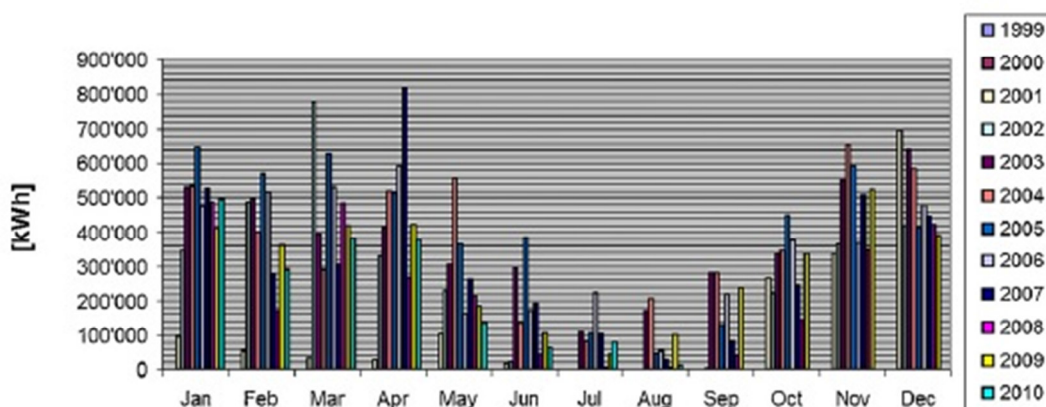
Taigi nagrinėjamo darbo tikslas yra peržiūrėti atsinaujinančios vėjo energijos integravimo į bendrą elektros tinklą galimybes ir pagrindinė mintis yra išanalizuoti perteklinės energijos panaudojimą akumuliuojant šilumą arba šaltį dviejose mažose savivaldybėse. Autoriaus G. Xydis teigimu, dauguma tradicinių elektros tinklų nėra pritaikyti nuolat besikeičiantiems techniniams reikalavimams arba didėjančiam elektros poreikiui. Dėl tos priežasties yra labai svarbu vystyti įvairius mokslinius tyrimus, susijusius su išmaniaisiais tinklais ir diegti juos praktikoje. Viena iš galimybių, kurią ir

nagrinėja autorius savo straipsnyje, yra elektros tinklų bendradarbiavimas su miestų šildymo bei šaldymo tinklais, siekiant didinti perdavimo ir sunaudojimo efektyvumą, mažinti jos sunaudojimą ir gerinti atsinaujinančios energijos integraciją į tinklą trumpuoju laikotarpiu. Autorius siūlo įrengti šilumą ir šaltį akumuliuojančias talpas. Tokiu būdu gamybos lankstumas būtų padidintas. Kuomet reikalingas didelis elektros poreikis – gaminama elektra, nakties metu, kuomet elektros poreikis sumažėja – galėtų būti gaminama ir akumuliuojama šiluma, kurią naudotų dienos metu. Kitas aptariamas energijos kaupimo būdas yra mažai naudojamas – šalčio akumuliacija. Kuomet elektros poreikis nedidelis, elektra galėtų būti naudojama šalčio pramonėje (šaldytuvuose). Produkcija galėtų būti labiau atšaldoma nei įprasta ir tuo metu kai elektros poreikis padidėja, šaldytuvams reikėtų mažiau energijos palaikyti reikiamą temperatūrą.

Tyrimams buvo pasirinkti du vėjo jėgainių parkai. Vieno instaliuotas galingumas yra 9,9 MW, kito – 4,95MW. Abu parkai buvo stebimi 10 metų (nuo 2000 iki 2010 m). 6 paveikslėlyje pateikti grafikai rodo perteklinės energijos susidarymą per 10 metų. Perteklinės energijos svyravimas per metus yra dėl to, kad vasarą privažiuoja turistų, padidėja energijos poreikis. 6 paveikslėlyje matyti kaip dešimties metų laikotarpiu kinta perteklinės energijos kiekis abejose vėjo jėgainių parkuose.



Perteklinės energijos susidarymas pirmame vėjo jėgainių parke 2000–2010 m

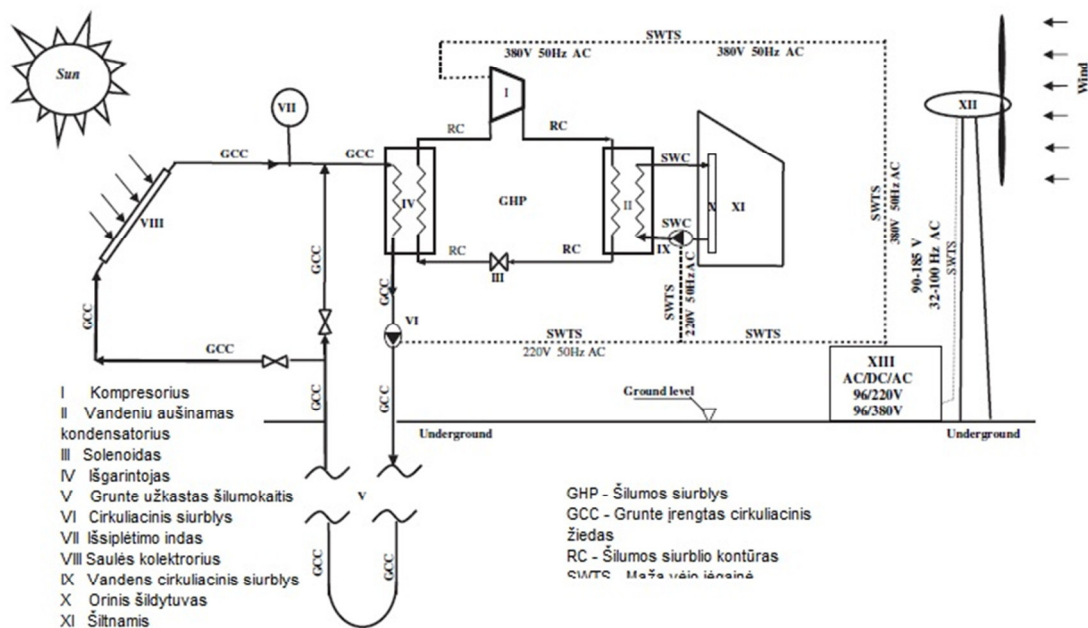


6 pav. Perteklinės energijos susidarymas antrame vėjo jėgainių parke 2000–2010 m [8]

O. Ozgener'io parašytame straipsnyje pavadinimu „Use of solar assisted geothermal heat pump and small wind turbine systems for heating agricultural and residential buildings“ [9] pateikiami du analizės tikslai:

- išanalizuoti šilumos poreikius šiltnamyje, naudojant geoterminį šildymą, suderintą su pasyviaja saulės šiluma;
- išanalizuoti vėjo energijos panaudojimą šiltnamiui šildyti.

Taigi straipsnyje pasirinkta hibridinė sistema, kurioje pagrindinis šilumos šaltinis yra geoterminis šildymas. Iš vienos pusės šilumos siurblys pajungtas prie saulės kolektoriaus sistemos, kuri lygiagrečiai sujungta su grunte išvedžiotu kontūru, iš kitos pusės oro tiekimo įrenginys, nuimantis šilumą nuo šilumos siurblio ir paskirstantis ją šiltnamyje. Vėjo jėgainė šiuo atveju gamina elektrą ir maitina analizuojamos hibridinės sistemos elementus tokius kaip šilumos siurblys, cirkuliaciniai siurbliai ir pan. Analizuojamas šiltnamis yra įrengtas Saulės Energijos Institute Ege universitete, Turkijoje. Teoriškai atlikti tyrimai rodo, kad instaliavus mažą vėjo jėgainę gali būti padengiami 3,13% sumodeliuotos sistemos metinio energijos poreikio. Remiantis šia išvada pasyvus saulės šildymas kombinuotas su šilumos siurbliu ir maža vėjo jėgainė gali būti ekonomiškai priimtinas šildymo būdas, naudotinas žemės ūkio ir gyvenamiesiems pastatams, jeigu jie yra pastatyti regionuose, kur geri vėjo ištekliai. 7 paveikslėlyje pateikiama hibridinės šildymo sistemos schema.

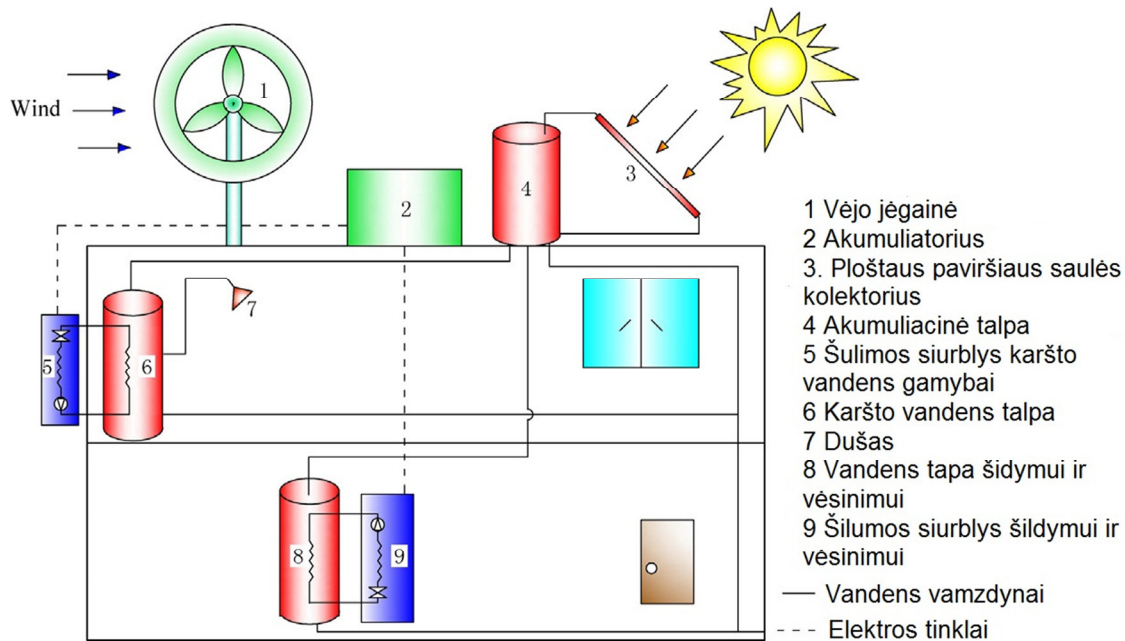


7 pav. Teoriškai sugeneruota tiriamoji šildymo sistemos schema [9]

Tyrimo išvadose teigiama, atlikti skaičiavimai rodo, kad teoriškai maža vėjo jėgainė padengs 3,13% metinių elektros sąnaudų;

Kitas pasirinktas straipsnis yra parašytas Kinijos Tsinghua Universiteto mokslininkų Qin-Yi Li, Qun Chen ir Xing Zhang pavadinimu „Performance analysis of a rooftop wind solar hybrid heat pump system for buildings“ [10]. Šiame straipsnyje aprašoma hibridinė mažos vėjo jėgainės, įrengtos ant pastato stogo, saulės kolektoriaus ir šilumos siurblių sistema, naudojama pastato karšto vandens gamybai, šildymui ir kondicionavimui. Taip pat pateikia aplinkos naudos vertinimas, naudojant atsinaujinančius

energijos šaltinius. Sistema (8 pav.) susideda iš mažos vėjo jėgainės ir saulės kolektoriaus, kurie įrengti ant pastato stogo, bei oras/vanduo šilumos siurblio.



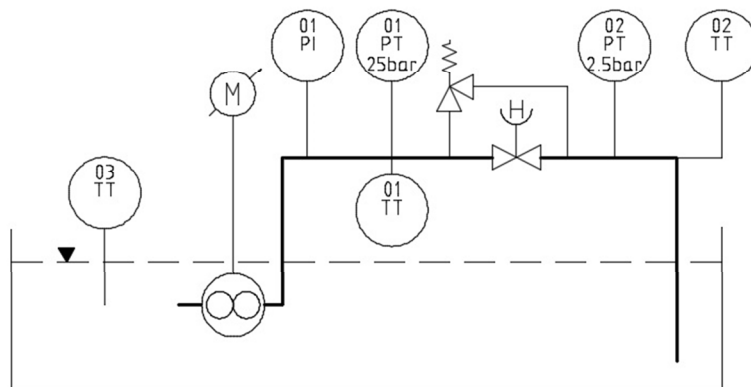
8 pav. Vėjo, saulės ir šilumos siurblio hibridinės sistemos schema [10]

Saulės kolektorius ruošia karštą vandenį ir didina šilumos siurblio garavimo temperatūrą, naudojamą patalpos šildymui. Šilumos siurbliai gali būti naudojami patalpos šildymui ir vėsinimui bei karšto vandens ruošimui. Vėjo jėgainė prisideda prie šilumos siurblio elektros poreikio padengimo. Sistemų sąveikoje saulės šilumos subsystema neefektyvi, todėl tinkamas saulės kolektoriaus parinkimas ir integravimas į bendrą sistemą, gali pagerinti sistemos efektyvumą. Vėjo jėgainė gali padengti 7,6% metinių šilumos siurblio sunaudotos energijos, kuri būtų sunaudota užtikrinant gyvenamo būsto, 198m² ploto, Bejing mieste šildymui ir karšto vandens ruošimui. Tokio tipo sistema gali sumažinti 31,3% metinių CO₂ emisiją į aplinką lyginant su tradicine sistema.

Tokia hibridinė vėjo ir saulės sistema galėtų būti nesunkiai pritaikoma energijos gamyboje, nes žiemą vėjas yra stipresnis, o vasarą saulės yra daugiau. Dėl šios priežasties tokios sistemos naudojimas gyvenamųjų pastatų šildymui ir karšto vandens ruošimui yra perspektyvi technologija darniam vystymui..

2.2. EKSPERIMENTINIŲ TYRIMŲ METODIKA

Eksperimentui pasirinktas vienas iš straipsnyje [5] aprašytų metodų, tai yra vėjo jėgainė su hidrauline sistema. Tyrimas atliekamas naudojantis eksperimentiniu modeliu, kuris susideda iš elektros variklio, krumpliaratinio siurblio, alyvos bako 32 litrų talpos, akumuliacinės talpos, reguliuojamojo ventilio, vamzdyno, slėgio ir temperatūros matavimo įrangos bei duomenų nuskaitymo įrangos. 9 paveikslėlyje pateikta eksperimentinio modelio principinė schema.



9 pav. Eksperimentinio modelio principinė schema

Tiriamuoju atveju vėjo sukamo vėjaračio perduodamą sistemai energiją imituoja trifazis asinchroninis keturių polių variklis, kurio galia yra 1,5kW $\cos\varphi=0.77$ $\eta_{\text{motor}}=0.828$. Naudojamas elektros variklis, prieš instaliuojant į eksperimentinį stendą, buvo kalibruojamas laboratorijoje, kad nustatyti tikslią faktiškai elektros variklio generuojamą galią prie skirtingo dažnio. Kadangi elektros variklis yra keturpolis, galioja sekanti sąlyga $n_{\text{set}}=f_{\text{set}}/2$, kur n_{set} yra variklio veleno sukimosi dažnis, o f_{set} – elektros variklio maitinimo dažnis. Lentelėje 1 pateikiami elektros variklio kalibravimo duomenys [11]. Tiriamojo darbo metu atlikti bandymai, kurių $n_{\text{set}}=15\text{Hz}$ ($f_{\text{set}}=30\text{Hz}$) ir $n_{\text{set}}=25\text{Hz}$ ($f_{\text{set}}=50\text{Hz}$).

$n_{\text{set}}, \text{Hz}$	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
P_{m_out}, W	4.7	16.3	28.4	44.5	59.4	74.2	84.6	100.7
$n_{\text{set}}, \text{Hz}$	5	6	7	8	10	15	20	25
P_{m_out}, W	122.5	159.9	193.8	233.0	305.9	518.1	728.7	959.8

Lentelė 1. Elektros variklio kalibravimo rezultatai. n_{set} – variklio veleno sukimosi dažnis Hz; P_{m-out} – siurblio išvystomas galingumas W;

Vėjo turbinos išvystomas galingumas P_v priklauso nuo vėjo greičio pakelto kubu (v^3), vėjaračio ploto, oro tankio ir galios koeficiento. Tai išreiškiama formule [11]:

$$P_v = c_p \frac{1}{2} \rho_{oro} A v^3$$

Naudojantis šia lentelėje 2 pateikiami išvestiniai vėjo greičiai atitinkantys variklio veleno sukimosi dažnį. Skaičiavimuose priimta, kad vėjaračio plotas yra 10m².

n_{set}, Hz	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$v^*, m/s$	1.18	1.79	2.16	2.50	2.76	2.97	3.10	3.29
Lithuania/average $v, m/s$	2.52 ÷ 4.55							
Latvia/average $v, m/s$	2.68 ÷ 4.22							
Estonia/average $v, m/s$	3.95 ÷ 6.86							
n_{set}, Hz	5	6	7	8	10	15	20	25
$v^*, m/s$	3.51	3.83	4.09	4.35	4.76	5.67	6.36	6.97
Lithuania/average $v, m/s$	2.52 ÷ 4.55							
Latvia/average $v, m/s$	2.68 ÷ 4.22							
Estonia/average $v, m/s$	3.95 ÷ 6.86							

Lentelė 2. Variklio veleno sukimosi dažnio ir teorinio vėjo greičio atitikmens palyginimas su vyraujančiais vėjais Baltijos šalyse.

Elektros variklio sukimosi dažnis kontroliuojamas su dažnio keitikliu. Variklis pritvirtintas vertikaloje pozicijoje prie akumuliacinės talpos dangčio iš išorės ir per movą sujungtas su krumpliaratiniu siurbliu, kuris panardinamas į baką pripildytą mineralinės alyvos, kurios klampumo laipsnis pagal ISO 3448 yra lygus 46, $\rho_{15}=879\text{kg/m}^3$, $v_{20}=104\text{cSt}$, $c=1,67\text{kJ/(kgK)}$. Veikiant elektros varikliui, krumpliaratinis siurblys sukuria alyvos srautą, kuris prateka vamzdžiu ir vėl grąžinamas atgal į alyvos baką. Vamzdyno vidinis skersmuo, kaip ir siurblio spaudiminės pusės pajungimo skersmuo lygus 20mm. Už siurblio, pagal tekėjimo kryptį, yra sumontuoti manometras PI01, slėgio daviklis PT01 ir temperatūros daviklis TT01. Slėgio matavimui naudotas slėgio daviklis PT01, kurio matavimo ribos 0÷25 bar, 4÷20mA ir tikslumas 0,3%. Toliau tekėjimo kryptimi sumontuotas apsauginis vožtuvas ir reguliuojamasis ventilis, kurio skersmuo d=20mm. Tyrimo metu reguliuojamuoju ventiliu buvo reguliuojamas srautas sukamuoju judesiu jį uždariant arba atidarant. Ventilio padėties nustatymui naudojamas γ dydis, nusakantis ventilio atidarymo arba uždarymo laipsnį. Vienas ventilio rankenėlės pasukimas 360° yra lygus $\gamma=1$. Viso gali būti 9 pilni rankenėlės pasukimai. Tyrimo eigoje matavimai atlikti atidarinėjant ventilių iki pilnai atidaryto arba uždarinėjant iki elektros variklis nustoja sukis, kas reiškia, kad nėra pratekančio srauto.

Iškart už reguliavimo ventilio sumontuotas slėgio daviklis PT02 ir temperatūros daviklis TT02. Slėgio matavimui naudotas slėgio daviklis PT02, kurio matavimo ribos 0÷2,5 bar, 4÷20mA ir tikslumas 0,3%. Bandymų metu buvo registruojami:

- sklendės atidarymo laipsnis γ ;
- slėgis prieš sklendę P_{in} (bar), kurį matuojama PT01;
- slėgus už sklendės P_{out} (bar) kurį matuojama PT02;
- apsisukimų dažnis n_{real} (aps/min).

Slėgio daviklių duomenims nuskaityti, pateikti juos vizualiai, registruoti ir įrašinėti, naudota programinė įranga, kuri buvo instaliuota į kompiuterį.

Alyvos temperatūros matavimui buvo naudojami varžiniai termodavikliai TJ4-Pt100, 9 paveikslėlyje pateiktoje schemoje jie žymimi TT01, TT02 ir TT03. Naudotų daviklių tikslumo klasė 1/3 B. Duomenų konvertavimui ir kaupimui naudotas konverteris PT104. Nuskaitymui, atvaizdavimui kompiuterio monitoriuje ir registravimui naudotas personalinis kompiuteris.

Veleno sukimosi dažniui n matuoti naudojamas tachometras Testo 465, tolerancija 0,01rpm. Lentelėje 3 pateikiama duomenų lentelės pavyzdys. Tokia lentelė buvo pildoma kiekvieno bandymo metu. Paryškinta eilutė žymi piką, kuomet generuojamos šilumos kiekis bandymo metu buvo didžiausias. Viso buvo atlikta 5 bandymai. Prieš pradėdant bandymą, alyvos temperatūra būdavo lygi patalpos temperatūrai. Atlikus pirmąjį bandymą, kuris trunka 13 min, alyvos temperatūra pakyla nuo 5 iki 10°C. Kylant alyvos temperatūrai keičiasi jos klampumas, mažėja pasipriešinimas, dėl šios priežasties keičiasi bandymo parodymai. Kiekvieno bandymo metu bandymas buvo kartojamas 3-4 kartus. Visi rezultatai surašomi į atskiras lenteles pažymint alyvos temperatūrą pradžioje bandymo ir pabaigoje.

γ, aps	Bandymas 1		T1- 21.5°C	T2-25°C	Nreal, aps/min
	Pin, Bar	ΔPin	Pout, Bar	Δpout	
9	0,804	0,131	0,4248	-0,0139	883
8	0,804	0,131	0,4125	-0,0139	883,3
7	0,845	0,131	0,4469	-0,0139	883,1
6	1,09	0,131	0,4494	-0,0139	881,7
5	1,845	0,131	0,4263	-0,0139	878,4
4,5	2,294	0,131	0,4197	-0,0139	876,2
4	2,886	0,131	0,4104	-0,0139	873,2
3,5	3,845	0,131	0,3971	-0,0139	867,6
3	5,906	0,131	0,3725	-0,0139	854,6
2,75	7,886	0,131	0,3612	-0,0139	840,5
2,6	9,294	0,131	0,3463	-0,0139	827,6
2,5	10,559	0,131	0,3309	-0,0139	815
2,4	12,008	0,131	0,3201	-0,0139	795,5
2,3	13,62	0,131	0,2893	-0,0139	761,9
2,2	14,579	0,131	0,236	-0,0139	711,4
2,1	14,171	0,131	0,2011	-0,0139	617,9
2	12,804	0,131	0,1539	-0,0139	513,1
1,5	9,967	0,131	0,0194	-0,0139	129,6
1	9,028	0,131	-0,0068	-0,0139	33,9

Lentelė 3. Bandymo rezultatų pildymo pavyzdys. Pažymėta eilutė žymi bandymo metu generuotos šilumos piką.

Atlikus bandymus ir suvedus bandymo duomenis buvo paskaičiuojama kliūtyje (reguliuojamame ventilyje) generuojama galia W. Galios skaičiavimui naudota formulė

$$Q = n \cdot V \cdot \Delta P \text{ (W)}$$

Kur:

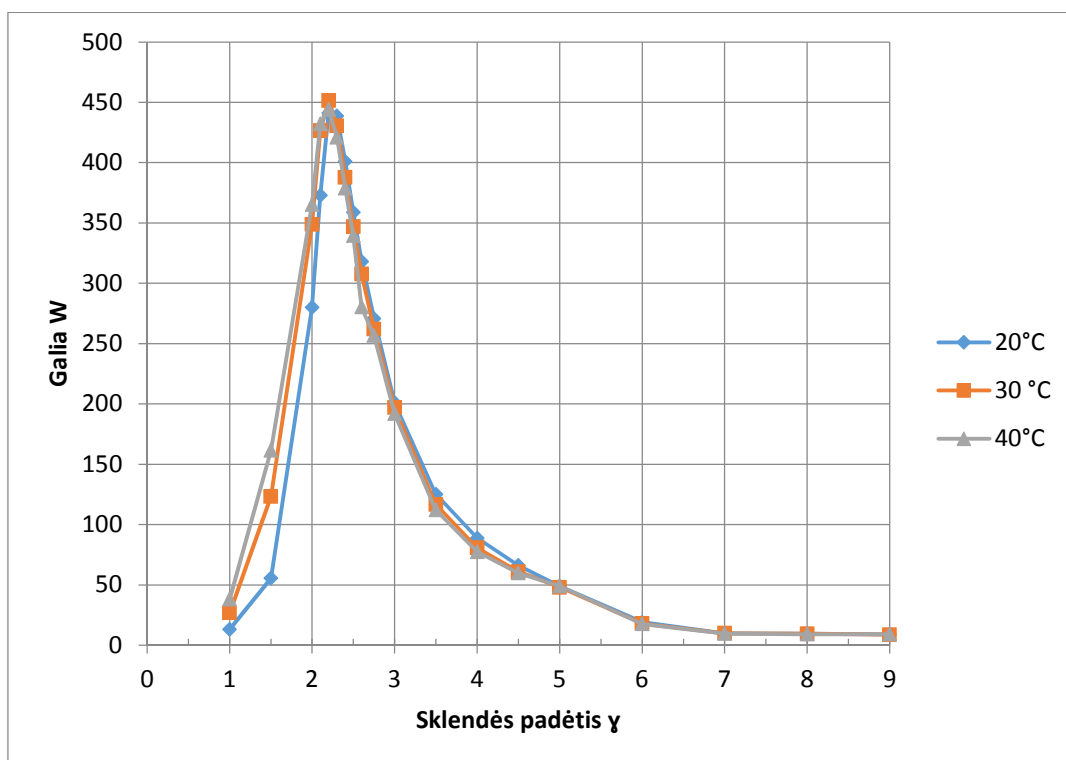
n – apsisukimų dažnis aps/s;

V – siurblio pernešamas alyvos tūris per apsisukimą 0,0262 l/aps;

ΔP – slėgio perkritis Pa;

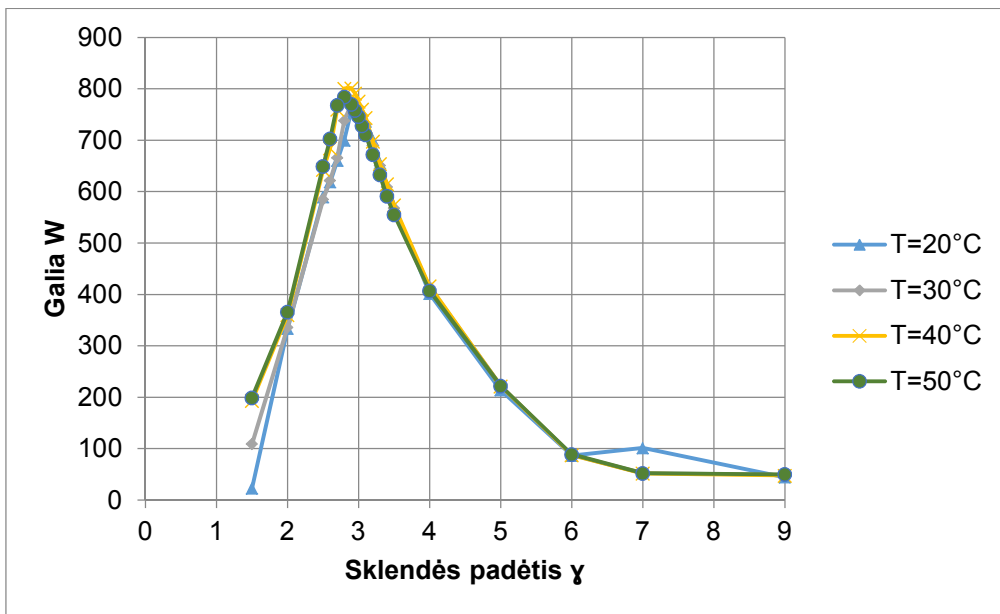
2.3. TYRIMO REZULTATAI IR JŲ APTARTIMAS

11 ir 12 paveikslėliuose pateikti grafikai, vaizduojantys generuojamos galios priklausomybę nuo sklendės padėties ir veleno sukimosi dažnio (vėjo greičio). Iš pateiktų grafikų matyti, kad sklendė didinant pasipriešinimą (prisukant ventili) generuojama galia po truputį auga kol pasiekia piką, po to pradeda kristi. Paveikslėlyje 10 pateikti bandymo rezultatai, kuriuose sklendė buvo uždarinėjama iki pilnai uždarytos padėties. Pastebėta, kad uždarant reguliavimo ventili, generuojamos šilumos kiekis didėja, pasiekia maksimalią vertę (piką) ir po to pradeda kristi. Bandymas buvo atliktas prie $n=15\text{Hz}$ (veleno sukimosi dažnis). Šiuo atveju n eksperimentiniame modelyje atitinka vėjo greitį m/s.



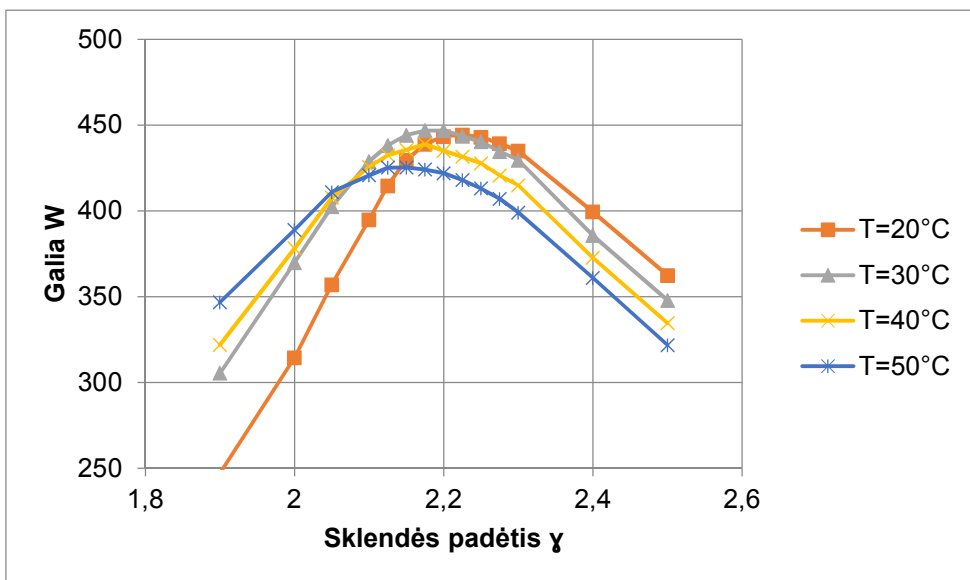
10 pav. Generuojamos galios priklausomybė nuo alyvos temperatūros ir sklendės padėties prie $n=15\text{Hz}$

11 paveikslėlyje pateikti rezultatai imituojant stipresnį vėją. Bandymai atlikti prie $n=25\text{Hz}$. Šiame grafike didesnis dėmesys skirtas pikui užfiksuoti, tai galima matyti iš sklendės padėties rodiklio. Ties pikū sklendė prisukama per 0,1 savo padėties.

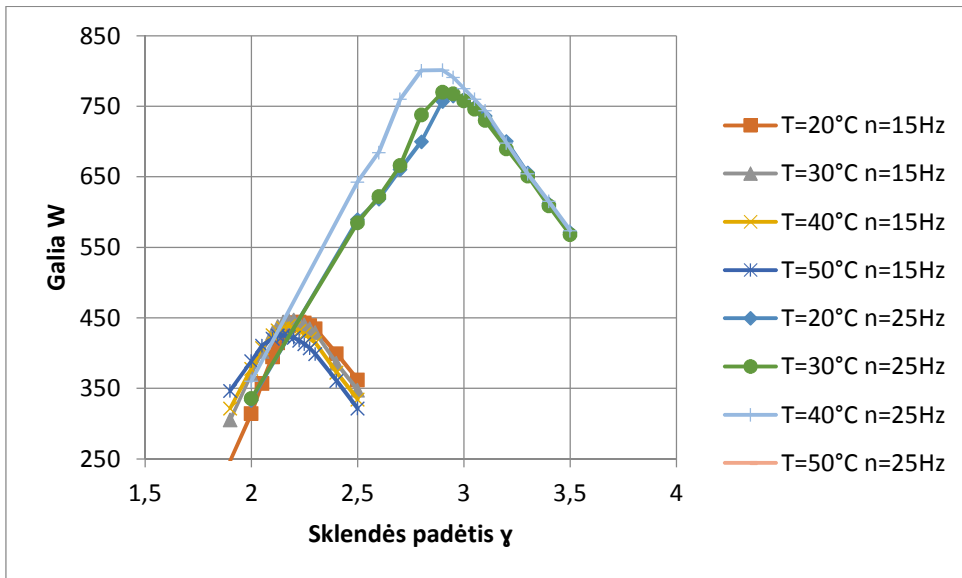


11 pav. Generuojamos galios priklausomybė nuo alyvos temperatūros ir sklandės padėties prie $n=25\text{Hz}$

Maksimalios generuojamos galios zonoje (piko ribose) sekančių bandymų metu, eksperimentai kartoti pridurant reguliavimo ventilių mažesniu pridarymo laipsniu (intervalu). 12 paveikslėlyje pateiktas grafikas, kuriame pateikti matavimo rezultatai piko ribose. Tyrimas atliktas prie $n=15\text{Hz}$. Šiuo atveju pikas prasideda nuo $\gamma=2,5$ ir baigiasi $\gamma=2,0$. Mažiausias ventilio pasukimo laipsnis bus 9° , kas atitinka $\gamma=0,025$. Pastebėta, kad maksimalios generuojamos galios zona keičiasi, keičiant veleno sukimosi dažnį.



12 pav. Generuojamos galios priklausomybė nuo alyvos temp. ir sklandės padėties prie $n=15\text{Hz}$ piko ribose

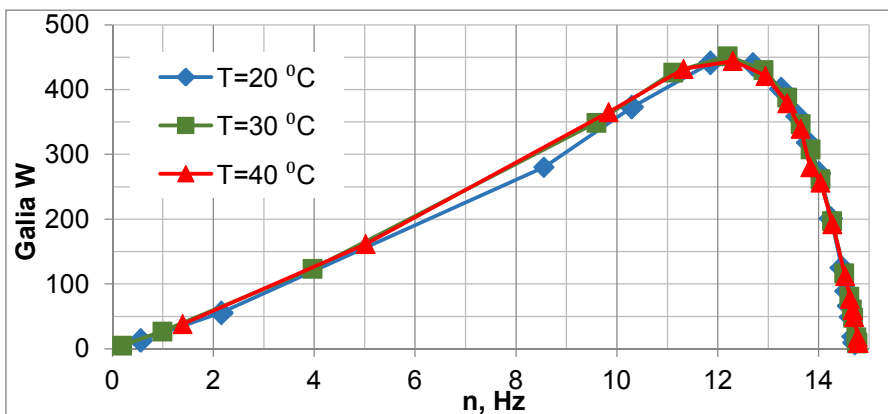


13 pav. Generuojamos galios maksimalių ribų (pikų) palyginimas prie veleno apsisukimų dažnių $n=15\text{Hz}$ ir $n=25\text{Hz}$.

Kaip matyti iš 13 paveikslėlyje pateikto grafiko, atliekant bandymą imituojant stipresnį vėją, kas atitinka $n=25\text{Hz}$ ir silpnesnį vėją, kas atitinka $n=15\text{Hz}$, maksimalios generuojamos šilumos vertės prasislenka. Prie $n=15\text{Hz}$ pikas prasideda, kai ventilio padėtis yra $\gamma=2,0$ ir baigiasi prie $\gamma=2,5$. Prie $n=25\text{Hz}$ pikas prasideda, kai ventilio padėtis yra $\gamma=2,5$ ir baigiasi prie $\gamma=3,5$.

Žemiau, paveikslėlyje 14 ir 15, pateikiami grafikai, kuriuose pateiktos galios priklausomybė nuo veleno sukimosi dažnio, eksperimentiniame modelyje atitinkančio vėjo greitį. Nustatyta, kad prie silpnesnio vėjo (kas atitinka $n=15\text{Hz}$), maksimali galia P_{\max} :

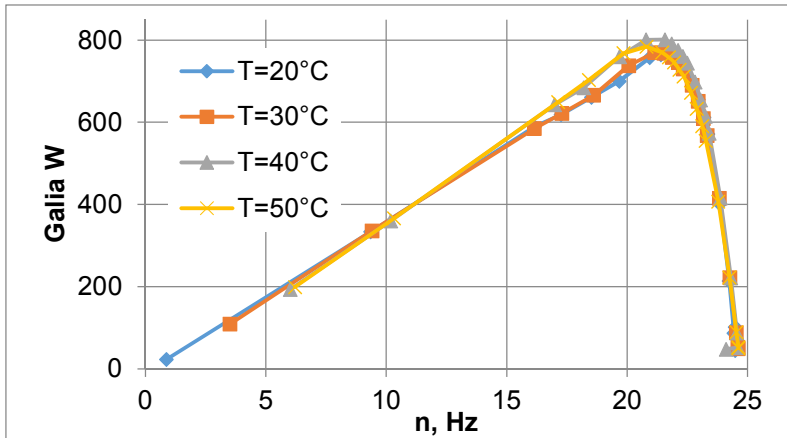
- $P_{\max}=441\text{W}$ kai alyvos temperatūra $T=20^\circ\text{C}$ pasiekiamas kai veleno sukimosi dažnis $n_{\text{opt}}=11.9$ aps/s;
- $P_{\max}=451\text{W}$ kai alyvos temperatūra $T=30^\circ\text{C}$ pasiekiamas kai veleno sukimosi dažnis $n_{\text{opt}}=12.2$ aps/s;
- $P_{\max}=444\text{W}$ kai alyvos temperatūra $T=40^\circ\text{C}$ pasiekiamas kai veleno sukimosi dažnis $n_{\text{opt}}=12.3$ aps/s;



14 pav. Generuojamos galios priklausomybė nuo alyvos temperatūros ir veleno sukimosi dažnio prie $n=15\text{Hz}$

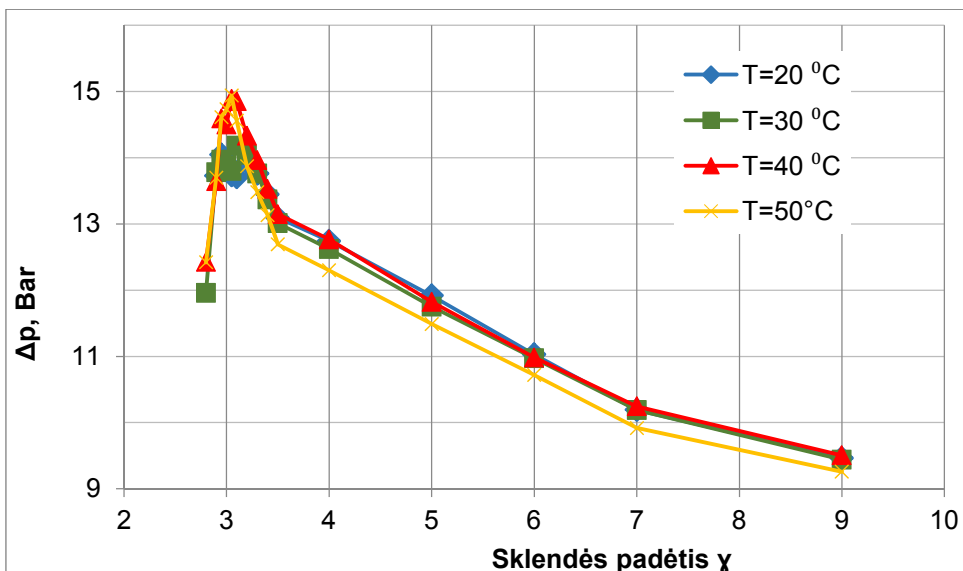
Imituojant stipresnį vėją (kas atitinka $n=25\text{Hz}$), maksimali galia P_{\max} :

- $P_{\max}=765\text{W}$ kai alyvos temperatūra $T=20^{\circ}\text{C}$ pasiekiamas kai veleno sukimosi dažnis $n_{\text{opt}}=21,4$ aps/s;
- $P_{\max}=770\text{W}$ kai alyvos temperatūra $T=30^{\circ}\text{C}$ pasiekiamas kai veleno sukimosi dažnis $n_{\text{opt}}=21,15$ aps/s;
- $P_{\max}=801\text{W}$ kai alyvos temperatūra $T=40^{\circ}\text{C}$ pasiekiamas kai veleno sukimosi dažnis $n_{\text{opt}}=21,57$ aps/s;
- $P_{\max}=784\text{W}$ kai alyvos temperatūra $T=50^{\circ}\text{C}$ pasiekiamas kai veleno sukimosi dažnis $n_{\text{opt}}=20,8$ aps/s;



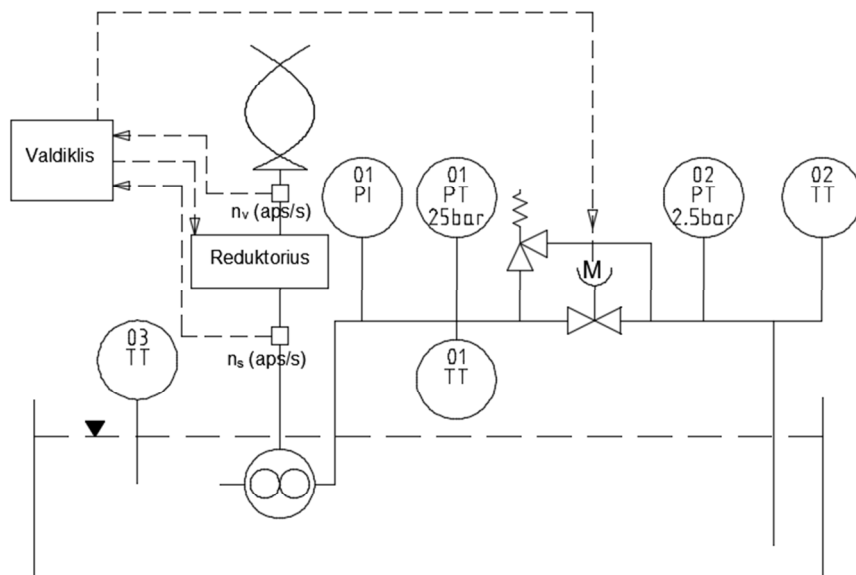
15 pav. Generuojamos galios priklausomybė nuo alyvos temperatūros ir veleno sukimosi dažnio prie $n=25\text{Hz}$

16 paveikslėlyje pateiktas grafikas, kuriame matyti, kad sklendę pamažu uždarant slėgis didėja, tačiau pasiekęs tam tikrą ribą jis pradeda kristi. Tai rodo, kad kaip ir generuojama šiluma turi piką, taip ir slėgis turi piką. Nustatyta, kad slėgio ir generuojamos šilumos pikai nesutampa. Pridarant ventilių slėgis vis dar kyla, kai tuo tarpu generuojamos šilumos kiekis jau pradeda kristi.



16 pav. Slėgio priklausomybė nuo sklendės padėties prie $n=25\text{Hz}$

17 paveikslėlyje pateikiama galima sistemos valdymo schema, kur n_v yra vėjaračio sukimosi dažnis, o n_s – siurblio veleno sukimosi dažnis.



17 pav. Vėjo jėgainės su hidrauline sistema valdymo schema

3. PROJEKTAVIMO DALIS

3.1. AIŠKINAMASIS RAŠTAS

Magistrinis darbas susideda iš tiriamosios ir projektinės dalių. Tiriamojoje dalyje atliktas nedidelio galingumo vėjo jėgainės, tiesiogiai per reduktorių sujungtos su hidrauline sistema, tyrimas. Atliktas tyrimas rodo, kad hidraulinė sistema gali generuoti šilumą. Projektinėje dalyje atliktas vienbučio, vieno aukšto, gyvenamojo namo šildymo vėdinimo sistemų projektas integruojant nedidelio galingumo vėjo jėgainę sujungtą su hidrauline sistema. Projekte pateikiama srauto schema su integruota vėjo jėgaine. Schemoje pasirinkta vėjo generuojamą šilumą kaupti bendroje akumuliacinėje talpoje iš kurios šiluma būtų paskirstoma karšto vandens gamybai arba patalpų šildymui.

Pastato statybos leidimas išimtas 2015 gruodžio 7d., pastatui nėra taikoma A energetinio naudingumo klasės reikalavimai. Be to pastatas, jau yra pastatytas, įrengta išorės apdaila. Nei vidaus apdaila, nei grindys, nei inžinerinės sistemos dar neįrengtos. Stogo bei sienų konstrukcija nuo projektinių nebus keičiama. Keičiama tik grindų detalė, gerinant atitvaros šilumos perdavimo vertę.

Projektuojamas pastatas numatomas statyti Kauno rajone. Pastato vieta neužstatyta, atvira teritorija, kuri vėliau gali būti užstatyta mažaaukščiais vienbučiais gyvenamaisiais namais. Iš vakarų pusės 50m atstumu yra miškas.

3.1.1 TEISINIŲ DOKUMENTŲ APŽVALGA

Magistro baigiamajam darbui pasirinktas vienbutis gyvenamasis namas, kuriam suprojektuotos šildymo, vėdinimo, šilumos gamybos ir tiekimo sistemos. Projektas atliktas vadovaujantis galiojančiais LR normatyviniais dokumentais:

- BGST	Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės
- STR 1.04.04:2017	Statinio projektavimas, projekto ekspertizė
- STR 2.01.01(2):1999	Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga
- STR 2.01.02:2016	Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas
- STR 2.09.02:2005	Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas
- RSN 156-94	Statybinė klimatologija
	Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės, 2011m.
HN 42:2009	Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas

3.1.2. PAGRINDINĖS PASTATO CHARAKTERISTIKOS

- Pasirinktas pastatas pagal šiluminio talpumo priskiriamas – Labai lengvas pastatas;
- Projektinė lauko oro temperatūra $\theta_{e,ds}$ -30°C;
- Pastato statybos vieta – Kaunas;
- Šilumos šaltinis - Kieto kuro krosnelė, šilumos siurblys oras/vanduo;
- Pastato šildomas plotas – 107,52m²;
- Pastato aukštis – 4,7m;
- Pastato bendras tūris – 331,62m³
- Pastatas priklauso P.1.1 statinio grupei;
- Projektiniai šilumos nuostoliai – 7,1kW;
- Pastate gyvens 4 asmenų šeima;
- Karšto vandens poreikis 43l/h (500l/d);

3.2. ŠILDYMO SISTEMA

Pastato šilumos poreikiams kompensuoti projektuojami trys šilumos šaltiniai:

- kieto kuro krosnelė su galimybe ruošti karštą vandenį šildymui (HS1);
- šilumos siurblys oras – vanduo (HS2);
- vėjo jėgainė sujungta su hidrauline sistema (W1).

Pagalbinėje patalpoje Nr. 05 projektuojamas šiluminis punktas, kuriame numatoma įrengti akumuliacinę talpą, paskirstymo kolektorius, cirkuliacinius siurblius ir kitą pagalbinę armatūrą. Pagal pasirinktą srauto schemą visi trys šilumos šaltiniai, plieniniais vamzdynais sujungiami su multifunkcine akumuliacine talpa T1, kurios tūris priimtas V-800l. Talpoje T1 pastoviai palaikoma 50°C temperatūra. Kaip pagrindinis šilumos šaltinis projektuojamas šilumos siurblys HS2. Kieto kuro krosnelė HS1 numatyta kaip antrinis šilumos šaltinis. Vėjo jėgainė, projektuojama atveju yra kaip pagalbinis šilumos šaltinis. Karšto vandens poreikiams užtikrinti talpa T1 projektuojama su viduje esančiu karšto vandens ruošimo kontūru. Šaltas vanduo tekėdamas šiuo kontūru palaipsniui sušyla iki nustatytos +50°C temperatūros. Jeigu talpoje yra aukštesnė negu nustatyta temperatūra, išėjime projektuojamas temperatūros palaikymo vožtuvas, kuris sumaišymo principu atskiedžia karštą vandenį su vandeniu iš šalto vandentiekio sistemos, tokiu būdu užtikrindamas, kad į karšto vandens sistemą būtų tiekiamas karštas vanduo ne didesnis negu +55°C.

Vėjo jėgainė per reduktorių sujungiami su krumpleratinio siurbliu, kuris montuojamas neslėgiminėje 50l apšiltintoje talpoje. Talpa montuojama tiesiai po jėgaine integruojant ją į jėgainės pamatą. Talpai naudojamas DN 300 plieninis vamzdis pramoniniu būdu izoliuotas 70mm poliuretano putomis ir apsaugotas PE apvalkalu su tokiu pat būdu apizoliuota akle iš apačios. Iš viršaus vamzdis uždengiamas akle flanšu su atvamzdžiu jėgainės velenui. Krumpleratinis siurblys talpoje panardinamas į hidraulinę alyvą, kurios klampumo laipsnis pagal ISO3448 būtų 46, ρ_{15} =879kg/m³. Siurblys alyvą siurbia iš talpos apatinės dalies ir paduoda į alyvos cirkuliacinį vamzdyną. Kadangi jėgainė projektuojama 10m atstumu nuo pastato, alyvos cirkuliacinė linija projektuojama po žeme 1,2m gylyje. Grunte naudojami

lanksti iš anksto izoliuotų vamzdinių sistema, kuri susideda iš dviejų DN20 PE-x modifikuoto polietileno vamzdžių. Vamzdžiai gamykliškai izoliuoti 50mm kelių sluoksnių senėjimui atsparia ir vandeniui nelaidžiomis PE-X putomis su apsauginiu gofruotu HDPE vamzdžiu. Vamzdynai turi laikyti 16bar slėgį prie 95°C temperatūros.

Patalpų šildymui karštas vanduo imamas iš tos pačios T1 talpos. Plieniniais vamzdynais talpa sujungiama su paskirstymo kolektoriumi, kuris montuojamas patalpoje (Nr. 05) ant sienos. Nuo kolektoriaus toliau numatomos dvi atšakos į grindinio šildymo kolektorius. Ant kiekvienos atšakos projektuojamas cirkuliacinis siurblys su automatiniu darbo kreivės parinkimu ir trieigis temperatūros palaikymo vožtuvai. Cirkuliaciniai siurbliai užtikrina šilumnešio cirkuliaciją šildymo sistemoje, o trieigis vožtuvai palaiko nustatytą tiekiamo vandens temperatūrą.

Visame pastate projektuojamas grindinis šildymas, san mazge, dėl įrangos išdėstymo susidaro nepakankamas grindų plotas šildymui, dėl to papildomai numatomas rankšluosčių džiovintuvas. Patalpų grindų danga yra plytelės ir parketas. Tuo tikslu šildymo sistema suskirstyta į dvi zonas. Pirmoji zona su plytelių danga, antroji zona su parketo grindų danga. Grindinio šildymo kolektorius GK01 šildo patalpas su plytelių danga, kolektorius GK02 šildo patalpas su parketo danga. Kolektoriuose palaikomos skirtingos temperatūros. GK01 užtikrina 45/35°C temperatūrinį režimą, bet to veikia ištisus metus. Šiltuoju metų periodu paliekami veikti san mazgų žiedai, visi kitu uždaromi. Kolektorius GK02 užtikrina 50/40°C temp. režimą. Šiltuoju metų laiku uždaromi visi GK02 kolektoriaus žiedai.

Skirstomieji vamzdynai, jungiantys akumuliacinę talpą T1 ir grindinio šildymo kolektorius, klojami po grindimis esančiame izoliaciniame sluoksnyje. Vamzdynams naudojami presuojamas plieninis vamzdynas.

Grindinio šildymo kontūrams projektuojamas PE vamzdis, kuris vientisas klojamas grindų konstrukcijoje ir vėliau užliejamas betono sluoksniu.

3.2.1. PROJEKTINIAI LAUKO ORO PARAMETRAI

Projektiniai lauko oro parametrai parinkti pagal STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“. Pastatas pagal šiluminę talpą priskiriamas labai lengviems pastatams. Projektiniai lauko oro parametrai pateikiami 1.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Projektiniai lauko oro parametrai

Metų laikas	Temperatūra, °C	Entalpija, kJ/kg(kcal/kg)
Vasara	24,2	52,8 (12,6)
Žiema	$\theta_{e,ds} -30$ (-22 pagal RSN156)	-20,8 (-5,0)

Šildymo sezono vidutinė lauko oro temperatūra 0,2 °C.

Šildymo sezono trukmė 197 paros.

3.2.2. PROJEKTINĖ PATALPŲ ORO TEMPERATŪRA

Patalpų vidaus temperatūra nustatoma pagal HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“.

3.2 lentelė. Projektinės patalpų temperatūros

Patalpos Nr.	Pavadinimas	Temperatūra °C
01	Tambūras	18
02	Koridorius	20
03	Sanmazgas	22
04	Sanmazgas	22
05	Pagalbinė patalpa	18
06	Virtuvė	21
07	Svetainė	21
08	Kambarys	21
09	Kambarys	20
10	Kambarys	20

3.2.3. PASTATO ATITVARŲ ŠILUMINĖS SAVYBĖS

Pastato konstrukcijos – medinis karkasas su atstumu tarp medinių tašų 600mm, medinių tašų storis iki 200mm. Pastatas neturi rūsio, grindys įrengiamos ant grunto. Pastatas vieno aukšto su šlaitiniu stogu. Patalpų erdvė bendra iki pat stogo.

3.3 lentelė. Atitvarų techninės charakteristikos

Atitvarinis elementas	Rodikliai ir jų ribinės vertės
Lauko sienos (medinio karkaso siena)	Konstrukcijos šilumos perdavimo koef. 0.19 W/(m²K)
Stogas	Konstrukcijos šilumos perdavimo koef. 0.13 W/(m²K)
Durys	Bendrasis šilumos perdavimo koef. 1,6 W/(m²K)
Langai	Bendrasis šilumos perdavimo koef. 1,6 W/(m²K)
Grindys ant grunto	Grindų ant grunto šilumos perdavimo koef. 0,12 W/(m²K)

Pastaba: Šilumos perdavimo koef. vertės parinktos pagal STR 2.01.02:2016 3 lent.

3.2.4. SAVITIEJI IR PROJEKTINIAI ŠILUMOS NUOSTOLIAI

Suminiai skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai (W/K) per atitvaras apskaičiuojami taip:

$$\sum H_{atitvaros} = H_{H.w} + H_{H.r} + H_{H.fg} + H_{H.wda} + H_{H.d}$$

Kur:

$H_{H.w}$ – skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai per pastato sienas, W/K;

$H_{H.r}$ – skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai per pastato stogą, W/K;

$H_{H.fg}$ – skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai per pastato atitvaras, kurios ribojasi su gruntu, W/K;

$H_{H.wda}$ – skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai per langus, stoglangius, švieslangius ir kitas skaidrias atitvaras, W/K;

$H_{H.d}$ – skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai per duris ir vartus, W/K.

Skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai (W/K) per pastato atitvaras apskaičiuojami taip:

$$H_{atitvaros} = A_x \cdot U_x \cdot k_x$$

Kur:

A_x – atitinkamos „x“ atitvaros plotas, m². Nustatomas pagal STR 2.01.02:2016 7 priedo reikalavimus;

U_x – atitinkamos „x“ atitvaros skaičiuojamasis šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K);

k_x – atitinkamos „x“ atitvaros pataisos koeficientas.

3.4 lentelė. Savitieji ir projektiniai šilumos nuostoliai

Patalpos Nr.	Patalpos temp., °C	Atitvaros			Pataisa k_x	SŠN per atitvaras H_{cl} , W/K	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{cl} = H_{en}$, W/K	SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H_{ψ} , W/K	SŠN dėl inf. H_{vent} , W/K	ΣH , W/K	$(\theta_i - \theta_c)$, °C	Šildymo galiai P_h , W
		Pav., orien	Plotas, m^2	U , W/m ² K								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	18,00	GR	4,48	0,12	0,80	0,44	2,88	0,56	1,12	4,56	48,00	240,63
		S/SV	7,20	0,19	1,00	1,40						
		D/SV	2,10	0,20	1,00	0,42						
		Stogas	4,80	0,13	1,00	0,62						
2	20,00	GR	7,41	0,12	0,80	0,72	1,76	0,00	1,76	3,53	50,00	193,97
		Stogas	8,00	0,13	1,00	1,04						
3	22,00	GR	1,44	0,12	0,80	0,14	0,34	0,00	0,35	0,70	52,00	39,85
		Stogas	1,55	0,13	1,00	0,20						
4	22,00	GR	7,43	0,12	0,80	0,73	4,61	0,53	1,78	6,92	52,00	395,65
		S/SR	5,09	0,19	1,00	0,99						
		L/SR	1,16	1,60	1,00	1,86						
		Sogas	8,02	0,13	1,00	1,04						
5	18,00	GR	10,31	0,12	0,80	1,01	13,17	1,51	2,66	17,34	48,00	915,42
		S/PV	6,38	0,19	1,00	1,24						
		S/SV	10,22	0,19	1,00	1,98						
		S/SR	5,96	0,19	1,00	1,16						
		L/SV	2,80	1,60	1,00	4,48						
		L/SR	1,16	1,60	1,00	1,86						
		Stogas	11,13	0,13	1,00	1,45						
6	21,00	GR	14,19	0,12	0,80	1,38	11,25	1,12	3,58	15,95	51,00	894,59
		S/PV	5,14	0,19	1,00	1,00						
		S/SV	12,36	0,19	1,00	2,40						
		L/SV	2,80	1,60	1,00	4,48						
		Stogas	15,30	0,13	1,00	1,99						

3.4 lentelės tęsinys.

Patalpos Nr.	Patalpos temp., °C	Atitvaros			Pataisa k_x	SŠN per atitvaras H_{el} , W/K	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{el} = H_{en}$, W/K	SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H_{ψ} , W/K	SŠN dėl inf. H_{vent} , W/K	ΣH , W/K	$(\theta_i - \theta_e)$, °C	Šildymo galiai P_h , W
		Pav., orien	Plotas, m^2	U , W/m^2K								
7	21,00	GR	18,32	0,12	0,80		21,53	1,74	5,22	28,49	51,00	1598,52
		S/PV	9,09	0,19	1,00	1,76						
		S/PR	4,05	0,19	1,00	0,79						
		L/PV	3,99	1,60	1,00	6,38						
		L/PV	1,16	1,60	1,00	1,86						
		L/PR	3,99	1,60	1,00	6,38						
		Stogas	19,78	0,13	1,00	2,57						
8	21,00	GR	10,40	0,12	0,80	1,02	9,49	0,70	2,68	12,87	51,00	722,04
		S/SR	3,26	0,19	1,00	0,63						
		L/SR	3,99	1,60	1,00	6,38						
		Stogas	11,23	0,13	1,00	1,46						
9	20,00	GR	15,53	0,12	0,80	1,52	14,33	1,28	4,01	19,62	50,00	1078,97
		S/SR	11,85	0,19	1,00	2,30						
		S/PR	10,05	0,19	1,00	1,95						
		L/PR	3,99	1,60	1,00	6,38						
		Stogas	16,77	0,13	1,00	2,18						
10	20,00	GR	12,29	0,12	0,80	1,20	14,22	1,20	3,18	18,59	50,00	1022,35
		S/PR	11,13	0,19	1,00	2,16						
		S/PV	14,17	0,19	1,00	2,75						
		L/PR	3,99	1,60	1,00	6,38						
		Stogas	13,27	0,13	1,00	1,73						
											7101,99	

3.2.5. PASTATO SKAIČIUOJAMŲJŲ SAVITŲJŲ ŠILUMOS NUOSTOLIŲ PER ILGINIUS ŠILUMINIUS TILTĖLIUS SKAIČIAVIMAS

Šilumos nuostolių skaičiavimas per pastato ilginius šiluminius tiltelius atliekamas šiems ilginiams šilumos tilteliams:

- tarp pastato pamatų ir išorinių sienų;
- durų angų perimetru;
- tarp pastato sienų ir stogo;
- fasadų išoriniuose ir vidiniuose kampuose;
- langų, stoglangių, švieslangių ir kitų skaidrių atitvarų angų perimetru.

Skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai (W/K) per pastato ilginius šiluminius tiltelius apskaičiuojami pagal:

$$H_{\text{tilteliai}} = l \times \Psi \times k_x;$$

Kur:

l – atitinkamo ilginio šiluminio tiltelio ilgis (m);

Ψ – atitinkamo ilginio šiluminio tiltelio skaičiuojamasis šilumos perdavimo koef. (W/(mK));

k_x – atitinkamo ilginio šiluminio tiltelio pataisos koef. (Nustatomas pagal STR 2.01.02:2016 Lentelę 2.11);

3.5 lentelė. Šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius

Patalpos Nr.	Patalpos temp., °C	Šiluminio tiltelio priežastis	ψ, W/mK	l, m	Pataisa k _x	SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H _ψ , W/K	ΣH _ψ , W/K
1	2	3	4	5	6	10	11
1	18,00	GR	0,1	2,3	1	0,23	0,56
		S/SV vid kampas	0	4,09	1	0,00	
		Sienos-stogas	0	2,36	1	0,00	
		D/SV	0,05	6,6	1	0,33	
2	20,00	GR	0,1	0	1	0,00	0,00
3	22,00	GR	0,1	0	1	0,00	0,00
4	22,00	GR	0,1	2,6	1	0,26	0,53
		Siena stogas	0	2,6	1	0,00	
		L/SR	0,05	5,3	1	0,27	
5	18,00	GR	0,1	9,04	1	0,90	1,51
		Isor kampas	0	6,59	1	0,00	
		Siena stogas	0	6,59	1	0,00	
		L/SR	0,05	6,8	1	0,34	
		L/SV	0,05	5,3	1	0,27	
6	21,00	GR	0,1	7,77	1	0,78	1,12
		Siena stogas	0	6,64	1	0,00	
		Isor kampas	0	2,5	1	0,00	
		L/SV	0,05	6,8	1	0,34	

3.5 lentelės tęsinys.

Patalpos Nr.	Patalpos temp., °C	Šiluminio tiltelio priežastis	ψ , W/mK	l, m	Pataisa k_x	SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H_{ψ} , W/K	ΣH_{ψ} , W/K
7	21,00	GR	0,1	6,798	1	0,68	1,74
		Isor kampas	0	2,5	1	0,00	
		Vid kampas	0	3,41	1	0,00	
		Siena stogas	0	6,9	1	0,00	
		L/PV	0,05	8	1	0,40	
		L/PV	0,05	5,3	1	0,27	
		L/PR	0,05	8	1	0,40	
8	21,00	GR	0,1	3,02	1	0,30	0,70
		Siena stogas	0	3,02	1	0,00	
		L/SR	0,05	8	1	0,40	
9	20,00	GR	0,1	8,76	1	0,88	1,28
		Siena stogas	0	9,31	1	0,00	
		Isor kampas	0	2,5	1	0,00	
		L/PR	0,05	8	1	0,40	
10	20,00	GR	0,1	7,955	1	0,80	1,20
		Siena stogas	0	7,92	1	0,00	
		Isor kampas	0	3,41	1	0,00	
		L/PR	0,05	8	1	0,40	

3.2.6. PASTATO SKAIČIUOJAMŲJŲ SAVITŲJŲ ŠILUMOS NUOSTOLIŲ DĖL VĒDINIMO SKAIČIAVIMAS

Pastate projektuojama natūrali ventiliacija. Vidutinis mėnesio į patalpas per valandą infiltruojamas išorės oro kiekis pastato šildomo ploto vienetai apskaičiuojamas vertinant, kad pastato sandarumas neišmatuotas. Skaičiavimo rezultatai pateikiami savitųjų ir projektinių šilumos nuostolių skaičiavimo lentelėje.

Skaičiavimams naudojama:

$$v_{inf,m} = 1,2 \cdot \left(0,75 \cdot \frac{\rho_{air}}{2 \cdot 100} \cdot (0,9 \cdot v_{wind,m})^2 \right)^{2/3} \cdot \frac{1}{A_p} \cdot \left[\sum_{x=1}^n (G_{wd,x} \cdot A_{wd,x}) + \sum_{x=1}^n (G_{d1,x} \cdot A_{d1,x}) \right];$$

Kur:

0,25 – koeficientas, įvertinantis, kad oro infiltracija į pastatą vyksta ne visame atitvarų plote;

n_{50} – bandymais pagal LST EN ISO 9972:2015 reikalavimus nustatyta oro apykaitos pastate vertė (h^{-1});

0,75 – pastato aerodinaminis koeficientas;

ρ_{air} – oro tankis (kg/m^3). $\rho = 1,21 kg/m^3$;

0,9 – koeficientas, įvertinantis vėjo greičio sumažėjimą dėl šalia pastatų esančių įvairių barjerų;

$v_{wind,m}$ – vidutinis mėnesio vėjo greitis (m/s);

50 – slėgis, kuriam esant matuojamas pastato sandarumas (Pa);

$V_{p,n50}$ – pagal LST EN ISO 9972:2015 reikalavimus nustatytas pastato šildomų patalpų tūris (m^3);

n – bandymais pagal LST EN ISO 9972:2015 reikalavimus nustatyta laipsnio rodiklio vertė;

$G_{wd,x}$, $G_{dl,x}$ – atitinkamo „x“ lango, išorinių įėjimo durų oro skverbties klasę atitinkančios skaičiuojamosios oro skverbties vertės ($m^3/(m^2 \cdot h)$) esant 100 Pa slėgių skirtumui. Šios vertės nustatomos pagal gamintojo deklaracijoje pateiktą gaminio orinio laidžio klasę ir 2.12 lentelėje pateiktus duomenis;

$G_{og,x}$ – atitinkamos „x“ kitos skaidrios atitvaros oro skverbties vertės ($m^3/(m^2 \cdot h)$) esant 100 Pa slėgių skirtumui;

1,2 – koeficientas, įvertinantis infiltraciją per atitvaras ir jų sandūras;

$A_{wd,x}$, $A_{dl,x}$ – atitinkamo „x“ lango, išorinių įėjimo durų plotas (m^2).

3.2.7. APSKAIČIUOJAMA PROJEKGINĖ ŠILDYMO SISTEMOS GALIA IR ŠILUMOS ŠALTINIO GALIA

Pastatui (jo daliai) šildyti reikalinga šilumos šaltinio projektinė galia P_H , W, skaičiuojama nevertinant šilumos pritekėjimų į patalpas. Skaičiavimams naudojame sekančią formulę:

$$P_H = k_p \cdot \Sigma H_H \cdot (\theta_{iH} - \theta_{e.ds}) + P_{hw}$$

Kur:

H_H – pastato skaičiuojamieji savitieji šilumos nuostoliai, W/K;

θ_{iH} – pastato patalpų temperatūra šildymo sezono metu, °C;

$\theta_{e.ds}$ – projektinė išorės temperatūra šilumos šaltinio galiai skaičiuoti, °C;

k_p – šilumos galios pataisos koef. Pastato projekte numatoma, kad šildymo sezono metu nustatytoji vidaus temperatūra negali būti keičiama, $k_p=1,1$;

P_{hw} - šiluminės galios priedas karštam buitiniam vandeniui ruošti (W);

Pagal savitųjų ir projektinių šilumos nuostolių lentelę šilumos nuostoliai šildymui $P_H=7,1$ kW;

Pagal RSN 26-90 karšto vandens suvartojimo norma vienam gyventojui yra $q_{k-max}=125$ l/d, $q_{k-h-max}=10,9$ l/h. Pastate gyvens 4 asmenų šeima, karštas vanduo ruošiamas tūrinio šildytuvo pagalba. Šilumos kiekis karštam vandeniui ruošti skaičiuojamas pagal:

$$P_{hw} = 1,16 \cdot q_{h.vid}^k \cdot (55 - t^s) \cdot (1 + k_{sn}), \text{ kW};$$

Kur:

$q_{h.vid}^k$ – vidutinis karšto vandens suvartojimas, m^3/h ;

t^s – šalto vandens temperatūra, priimama $+5^\circ\text{C}$;

k_{sn} – šilumos nuostolių koef., naudojamas rankšluosčių džiovintuvas – 0,2;

q_{max} - 125 l/d;

U – 4 gyventojai;

T – 24h;

$$q_{h.vid}^k = \frac{q_{max} \cdot U}{1000 \cdot T} = \frac{125 \cdot 4}{1000 \cdot 24} = 0,021 m^3/h;$$

$$P_{hw}=1.46 \text{ kW};$$

Tūrinio šildytuvo tūrio skaičiavimas

$$W = \frac{\varphi \cdot t \cdot P_{hw}}{1,16 \cdot 50} = 0,3m^3;$$

Kur:

φ – kai šiluma tiekama tolygiai – 0,2 – 0,5;

t – karšto vandens vartojimo trukmė – 24val;

Šilumos šaltinio galia įvertinus energijos poreikį, reikalingą karštam vandeniui paruošti yra 8,56kW. Įvertinus 10% atsargą įrenginio našumui priimama šilumos šaltinio galia 9kW. Remiantis šilumos siurblio gamintojo rekomendacijomis, šilumos siurblio žemutinė veikimo riba yra -20°C, žemiau šios ribos ženkliai krinta įrenginio efektyvumas. Todėl parenkant šilumos siurblio galingumą atsižvelgiama, kad turētu būti mažesnis. Pastato šilumos nuostoliai skaičiuojami prie -30°C temperatūros. Priimama, kad esant lauko oro temperatūrai žemesnei negu -20°C, šilumos siurblys palaikys tik avarinį +5°C temperatūrą, visas kitas šilumos poreikis bus padengiamas iš kieto kuro krosnelės.

3.2.8. ŠILDYMO SISTEMOS TIPAS

Parenkama vandeninė priverstinės cirkuliacijos dvivamzdė grindinio šildymo sistema. Pastato šildymui projektuojami trys šilumos šaltiniai :

- kieto kuro krosnelė su karšto vandens šildymui ruošimu HS1- 9kW ;
- šilumos siurblys Oras/Vanduo HS2– 8kW;
- vėjo jėgainė kombinuota su hidrauline sistema W1

3.2.9. HIDRAULINIŲ NUOSTOLIŲ SKAIČIAVIMAS

Cirkuliacinių siurblių P-01, P-03 ir P-04 parinkimui atliekami šildymo sistemos hidraulinių nuostolių skaičiavimai. Skaičiavimams pasirinkti šildymo sistemos ruožai su ilgiausiais šildymo žiedais.

3.6 lentelė. Hidrauliniai nuostoliai šildymo sistemoje

Ruožo, Nr.	Apkrova ΣP , W	Srauto masė G, kg/h	Ruožo ilgis l, m	Vamzdžio vidinis skersmuo d, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai R, Pa/m'	Tėkmės greitis v, m/s	Dinaminis slėgis $P_{din.}$, Pa	Vietinių kliučių koef. suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties Rx_l , kPa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliučių Z, kPa	$\Delta p_{nuost.} = Rx_l + Z$, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Skaičiuojamas žiedas 1.1-1.2-06 pat-1.2'-1.1'												
1.1	7101	610,11	2,81	19	380	0,60	174,18	14	1,0678	2,4385	3,51	1 skl.7 alk.2 trš
1.2	2680	230,3	6,17	19	84	0,23	24,82	35	0,51828	0,8686	1,39	3skl.6alk.1 filtr
06 pat.	895	76,89	80,50	14	25	0,14	9,38	20	2,0125	0,1877	2,20	kolekt.vent
1.2'	2680	230,3	6,83	19	84	0,23	24,82	35	0,57372	0,8686	1,44	3skl.6alk.1 filtr
1.1'	7101	610,11	2,80	19	380	0,60	174,18	15	1,064	2,6126	3,68	1 skl.7 alk.2 trš
											12,21	
Skaičiuojamas žiedas 2.1-2.2-09 pat-2.2'-2.1'												
2.1	7101	610,11	2,81	19	380	0,60	174,18	14	1,0678	2,4385	3,51	1 skl.7 alk.2 trš
2.2	4421	379,85	7,85	19	157	0,37	67,51	34	1,23245	2,2954	3,53	3skl.7alk.1 filtr
09 pat.	1080	92,79	100,00	14	57	0,17	13,67	20	5,7	0,2734	5,97	kolekt.vent
2.2'	4421	379,85	8,61	19	157	0,37	67,51	20	1,35177	1,3503	2,70	3skl.7alk.1 filtr
2.1'	7101	610,11	2,80	19	380	0,60	174,18	15	1,064	2,6126	3,68	1 skl.7 alk.2 trš
											19,39	
Skaičiuojamas žiedas 3.1-3.2-3.2'-3.1'												
3.1	17126	1110,00	1,10	25	198	0,63	192,34	14	0,2178	2,6928	2,91	T01, 1skl.1alk
3.2	8563	367,86	10,80	19	140	0,36	63,32	53	1,512	3,3559	4,87	HS01,9alk.2skl
3.2'	8563	367,86	10,80	19	140	0,36	63,32	53	1,512	3,3559	4,87	HS01,9alk.2skl
3.1'	17126	1110,00	0,30	25	198	0,63	192,34	14	0,0594	2,6928	2,75	T01, 1skl.1alk
											15,40	

Prenkant cirkuliacinį siurblių papildomai turi būti įvertinta triegis pamaišymo vožtuvas, kurio slėgio nuostoliai yra tokie pat, kaip skaičiuojamo ruožo.

P-01 siurblio parinkimas. Skaičiuojamo žiedo 3.1-3.2-3.2'-3.1' slėgio nuostoliai $\Delta p_{\text{nuost.}} = 15,40\text{kPa}$, Pratekantis srautas $G=368\text{kg/h}$. Pagal gamintojų (Danfoss) pateiktas diagramas parenkamas triegis vožtuvas $k_{\text{vs}}=0,63\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=20\text{kPa}$. Cirkuliacinio siurblio P-01 išvystomas slėgis $P=36\text{kPa}$, $Q=0,37\text{m}^3/\text{h}$.

P-02 siurblio parinkimas. Cirkuliacinis siurblys komplektuojamas su šilumos siurblio vidiniu bloku. Slėgio nuostoliai iki šilumos siurblio vidinio bloko $\Delta p_{\text{nuost.}} = 11\text{kPa}$. Cirkuliacinio siurblio P-02 išvystomas slėgis $P=35\text{kPa}$, $Q=0,74\text{m}^3/\text{h}$.

P-03 siurblio parinkimas. Skaičiuojamo žiedo 1.1-1.2-1.3-1.3'-1.2'-1.1' slėgio nuostoliai $\Delta p_{\text{nuost.}} = 12,21\text{kPa}$, Pratekantis srautas $G=230,3\text{kg/h}$. Pagal gamintojų (Danfoss) pateiktas diagramas parenkamas triegis vožtuvas $k_{\text{vs}}=0,63\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=17\text{kPa}$. Cirkuliacinio siurblio P-03 išvystomas slėgis $P=29\text{kPa}$, $Q=0,23\text{m}^3/\text{h}$.

P-04 siurblio parinkimas. Skaičiuojamo žiedo 2.1-2.2-2.3-2.3'-2.2'-2.1' slėgio nuostoliai $\Delta p_{\text{nuost.}} = 19,39\text{kPa}$, Pratekantis srautas $G=379,85\text{kg/h}$. Pagal gamintojų (Danfoss) pateiktas diagramas parenkamas triegis vožtuvas $k_{\text{vs}}=0,63\text{m}^3/\text{h}$, $\Delta p=25\text{kPa}$. Cirkuliacinio siurblio P-04 išvystomas slėgis $P=44,39\text{kPa}$, $Q=0,38\text{m}^3/\text{h}$.

3.2.10. IŠSIPLĖTIMO INDO PARINKIMAS

Išsiplėtimo indas parenkamas apskaičiuavus šildymo sistemos vandens plėtimosi tūrį ir įvertinant pradinį, minimalų ir maksimalų slėgį inde.

$V_{\text{sist}} = 1000 \text{ ,l}$ (Vandens tūris sistemoje);

Sistemos tūrio padidėjimas $V_e = V_{\text{sist}} \times e = 1000 \times 0,04 = 40\text{l}$;

Kur:

e – vandens tūrio padidėjimo koef. 0,04 prie maksimalios sistemos temperatūros 95°C;

Apskaičiuojamas slėgio faktorius

$$D_f = \frac{p_e + 1}{p_e - p_0} = \frac{2 + 1}{2 - 0,8} = 2,5;$$

p_e – maksimalus šildymo sistemos slėgis, bar;

p_0 – minimalus šildymo sistemos slėgis, bar;

$$p_e = p_{\text{sv}} - 0,5\text{bar} = 2,5 - 0,5 = 2,0\text{bar};$$

p_{sv} – apsauginio vožtuvo suveikimo slėgis 2,5 bar;

$$p_0 = p_{\text{st}} + 0,5\text{bar} = 0,3 + 0,5 = 0,8\text{bar};$$

p_{st} – statinis šildymo sistemos slėgis, 0,3 bar

Išsiplėtimo indo tūris $V_N = V_e \times D_f = 40 \times 2,5 = 100\text{l}$.

3.3. PATALPŲ VĒDINIMO SISTEMOS PROJEKTAVIMAS

Pastate projektuojamas natūralus vėdinimas. Oras priteka per languose numatytas orlaides, o šalinamas virtuvėje ir sanmazguose. Sanmazguose projektuojamas mechaninis ištraukimas. Tiekiamo ir šalinamo oro kiekiai parenkami iš STR 2.09.02:2005 11 priedo „gyvenamojo pastato buto patalpų oro kiekio projektinės reikšmės“. Patalpoje 03 šalinamas oro kiekis parenkamas pagal B kategoriją, patalpoje 04 – pagal A kategoriją, kadangi patalpoje be unitazo dar yra vonia su dušu. Virtuvėje oro kiekis skaičiuojamas pagal A kategoriją. Patalpose 07, 08, 09 ir 10 tiekiamo oro kiekis parenkamas pagal A kategoriją.

3.7 lentelė. Patalpų oro kiekio projektinės reikšmės

Kategorija	Šalinamo oro kiekis, l/s patalpai		Tiekiamo lauko oro kiekis, l/s 1 m ² grindų ploto
	Virtuvė	Vonia, tualetas	Gyvenamosios patalpos
A	15	12	0,38
B	10	8	0,28
C	7	6	0,22

3.8 lentelė. Oro kiekių patalpų vėdinimui lentelė

Patalpos Nr., paskirtis	Patalpos plotas, m ²	Patalpos tūris, m ³	Norminės oro kiekio vertės		Norminis tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Norminis šalinamo oro kiekis, m ³ /h	Projektinis tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Projektinis šalinamo oro kiekis, m ³ /h
			Norminis tiekiamo oro kiekis	Norminis šalinamo oro kiekis				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
01. Tambūras	4,48	17,63	-	-	-	-	-	-
02. Koridorius	7,41	29,34	-	-	-	-	-	-
03. Sanmazgas	1,43	5,02	-	8 l/s pat	-	28,8	-	30
04. Sanmazgas	7,43	22,21	-	12 l/s pat	-	43,2	-	45
05. Pagalbinė patalpa	10,31	31,60	0,5h ⁻¹		-	15,8	-	16
06. Virtuvė	14,19	44,67	-	15 l/s pat	-	54	-	55
07. Svetainė	18,32	59,57	0,38 l/s m ²	-	25,06	-	35	-
08. Kambarys	10,40	31,80	0,38 l/s m ²	-	14,22	-	25	-
09. Kambarys	15,53	47,65	0,38 l/s m ²	-	21,24	-	50	-
10. Kambarys	12,29	46,58	0,38 l/s m ²	-	16,81	-	30	-

3.9 lentelė. Natūralaus vėdinimo aerodinaminių skaičiavimų lentelė

Kanalo (ortakio) Nr.	Debitas, m ³ /h	Ilgis, m	Kanalo matmenys AxB (d), mm	Oro greitis, m/s	k _{medž}	n	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	R*I*n, Pa	Dinaminis slėgis p _{din} , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma Σζ	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	Rxln+Z, Pa	Gravitacinis slėgis, Pa
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N1	55	2.5	160	0.8	1	1.13	0.01	0.0283	0.38528	3.9	1.502592	1.530842	1.59

3.10 lentelė. Mechaninio ištraukimo aerodinaminių skaičiavimų lentelė

Ruožo Nr.	Debitas, m ³ /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis p _{din} , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma $\Sigma\zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių z, Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R _{xl} , Pa	R _t +Z, Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I1											Gartaukis
I2	30	2.15	100	1.06	0.3	0.68	3.9	2.637	0.645	3.282	
I3	45	2.15	100	1.59	0.5	1.52	3.9	5.933	1.075	7.008	

Apskaičiuojame oro pritekėjimo grotelių laisvąjį pratekėjimo skerspjūvį. Laisvasis grotelių pratekėjimo skerspjūvis (plotas):

$$A_{ef} = \frac{L}{3600 \cdot v}$$

Kur:

L – pratekantis oro kiekis, m^3/h ;

v – oro greitis, m/s (priimamas $1.5m/s$);

Grotelių plotas

$$F_{ef} = \frac{L}{3600 \cdot v \cdot \eta}$$

Kur:

η - naudingo skerspjūvio ploto koef., $0,5$;

Apskaičiuojamas lauko oro tankis:

$$q_{iš} = \frac{353}{273 + 5} = 1,27kg/m^3$$

Apskaičiuojami oro tankiai kanaluose:

$$q_{N1} = \frac{353}{273 + 21} = 1,20kg/m^3$$

$$q_{N2/3} = \frac{353}{273 + 22} = 1,19kg/m^3$$

Apskaičiuojami gravitaciniai slėgiai kanaluose:

$$P_{grv} = \Delta h \times (\rho_{iš} - \rho_{vid}) \times g;$$

Kur:

Δh – kanalo aukštis nuo kanalo pradžios, m ;

$(\rho_{iš} - \rho_{vid})$ atitinkamai lauko ir vidaus patalpų oro iš kurių šalinamas oras tankis, kg/m^3 ;

g - laisvojo kritimo pagreitis, m/s^2 ;

3.4. VALDYMAS IR AUTOMATIZAVIMAS

Kadangi šilumos siurblys yra kaip pagrindinis šilumos šaltinis, jis veikia nuo temperatūros daviklio T2, kuris įrengtas multifunkcinės talpos T2 apatinėje dalyje, virš siurbimo atvamzdžio į šilumos siurblių. Suveikus davikliui, tai yra jeigu toje vietoje temperatūra pakyla iki $50^{\circ}C$, išjungiamas cirkuliacinis siurblys P-02, kuris yra šilumos siurblio komplektacijoje. Sustojus siurbliui, šilumos siurblys pereina į laukimo režimą.

Kieto kuro krosnelė turi savo atskirą cirkuliacinį siurblių P-01, kuris veikia nuo daviklio T1. Pakilus temperatūrai iki $+55^{\circ}C$ daviklis T1 įjungia cirkuliacinį siurblių. Krosnelės apsaugai nuo kondensavimosi numatomas temperatūros palaikymo vožtuvas, kuris su išankstinio nustatymo pagalba, reguliuoja, kad grįžtamo į krosnelę šilumnešio temperatūra būtų aukštesnė arba lygi $60^{\circ}C$.

Tiekiamo vandens į grindinio šildymo kolektorius temperatūros reguliavimui numatomi triegiai pamaišymo vožtuvai. Vožtuvai kontūruose palaiko nustatytą tiekiamo vandens temperatūrą. Siurblio P-03 įjungimas ir išjungimas reguliuojamas ranka, kadangi jis veikia ištikus metus. Siurblio P-04 įjungimas ir išjungimas reguliuojamas valdiklio pagal lauko oro temperatūrą.

Grindinio šildymo kolektoriai projektuojami su patalpos termostatais. Kadangi nevisose patalpose palaikoma vienoda temperatūra, kolektoriaus žiedai grupuojami pagal patalpų temperatūras. Keli vienodų temperatūrų žiedai jungiami prie vieno patalpos termostato, kuris turi būti įrengiamas patalpoje, kurioje žmonės praleidžia daugiausiai laiko.

4. EKONOMINĖ DALIS

Remiantis tyrimo rezultatais vėjo jėgainė, sujungta su hidrauline sistema, gali generuoti iki 800 W šilumos esant 6,36 m/s vėjo greičiui. Lietuvoje vidutinis metinis vėjo greitis svyruoja tarp 2,7 - 5,7 m/s [18]. Vietovėje, kurioje projektuojamas pastatas t. y. Kaune, vidutinis metinis vėjo greitis yra 4,0 m/s.

Vėjo jėgainės išvystomas vidutinis metinis galingumas $P_v=181$ W, esant vidutiniam vėjo greičiui 4,0 m/s, koeficientui $c_p=0,45$ ir vėjaračio plotui 10 m².

Įvertinus dabartinę elektros energijos kainą [21] 0,11 Eur/kWh ir priėmus, kad tokio tipo jėgainės kaina yra apie 3000 Eurų [22], generuojant vidutiniškai 0,185kW energijos, per metus sutaupysime 174 Eurus. Instaliuotos jėgainės atsipirkimo laikotarpis 17 metų. Jėgainės atsipirkimo laikas labai stipriai priklauso nuo vėjo greičio. Lietuvoje pajūrio zona pasižymi didesniu vidutiniu greičiu. Palyginimui, analogišką sistemą instaliavus pajūrio zonoje, kur vidutinis metinis vėjo greitis siekia 5,7m/s, sistemos atsipirkimo laikas sutrumpėtų iki 6 metų.

Reikia pažymėti, kad realiomis sąlygomis vėjo greitis didesnis dėl aplinkinės teritorijos reljefo ypatumų (sklypas yra neužstatytoje teritorijoje, ant kalvos ir pan.). Neperiodiškai atlikus keletą vėjo greičio matavimų, buvo nustatyta, kad vėjo greitis apie 1,25 ir daugiau karto didesnis. Tačiau skaičiavimuose remtasi RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“ duomenimis.

5. IŠVADOS

1. Vienas iš svarbių energetikos sektoriaus klausimų yra šilumos gamyba. Lietuvos sąlygomis tikslinga rasti būdus išnaudoti vėjo energiją, ją konvertuojant į šilumą be elektros gamybos. Tai galima padaryti panaudojant hidraulines sistemas. Jose šiluma būtų generuojama didinant hidraulinį pasipriešinimą, o tai yra hidrauliniai nuostoliai. Todėl tokių sistemų panaudojimas pasižymėtų labai dideliu naudingumo koeficientu.

2. Tyrimo metu nustatyta, kad esant užduotam dažniui $f_{set}=30$ Hz ir alyvos temperatūrai $T_{al}=20$ °C, maksimali terminė galia $P_{max}=445$ W pasiekama, kai hidraulinio siurblio veleno sukimosi dažnis $n=12,2$ Hz, o ventilio padėtis $\gamma=2,22$. Analogiškai prie užduotos $f_{set}=50$ Hz ir $T_{al}=20$ °C: $P_{max}=765$ W, o $n=21,4$ Hz, $\gamma=2,95$.

3. Nustatyta, kad prie $f_{\text{set}}=30$ Hz, kintant alyvos temperatūrai nuo $T_{\text{al}}=20$ °C iki $T_{\text{al}}=50$ °C, generuojama galia pasikeitė nuo $P_{\text{max}}=445$ W iki $P_{\text{max}}=450$ W, hidraulinio siurblio veleno sukimosi dažnis pasikeitė nuo $n=12,3$ Hz iki $n=12$ Hz, o ventilio atidarymo laipsnis pasikeitė nuo $\gamma=2,15$ iki $\gamma=2,2$.

4. Nustatyta, kad prie $f_{\text{set}}=50$ Hz, kintant alyvos temperatūrai nuo $T_{\text{al}}=20$ °C iki $T_{\text{al}}=50$ °C, generuojama galia pasikeitė nuo $P_{\text{max}}=765$ W iki $P_{\text{max}}=801$ W, hidraulinio siurblio veleno sukimosi dažnis pasikeitė nuo $n=21,4$ Hz iki $n=20,78$ Hz, o ventilio atidarymo laipsnis pasikeitė nuo $\gamma=2,95$ iki $\gamma=2,8$.

5. Tyrimo metu gauti rezultatai gali būti panaudojami šilumos generavimo sistemose, panaudojant vėjo energiją, valdymui automatizuoti.

6. LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1] Vytautas Adomavičius „Atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo galimybės daugiabučiuose namuose“.
- [2] V. Adomavičius, T. Watkowski, E. Žilinskas „COMPARISON OF SMALL SCALE WIND TURBINES' PROPERTIES“
- [3] Jurgita Černeckienė, Tadas Ždankus „Vėjo energijos panaudojimo šilumos gamybai, taikant hidraulinę sistemą, tyrimas“;
- [4] www.eso.lt Visuomeninės elektros energijos kainos ir tarifų planai;
- [5] www.Regula.lt Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija;
- [6] Žiedelis S. „Hidraulinės ir pneumatinės sistemos“ Kaunas, 2009;
- [7] Knecht J. E. Wind driven heating system. United States Patent No. 4366779, 1983. P. 1–8;
- [8] G. Xydis „Wind energy to thermal and cold storage—A systems approach“ 2012;
- [9] Onder Ozgener „Use of solar assisted geothermal heat pump and small wind turbine systems for heating agricultural and residential buildings“ 2009.
- [10] Qin-Yi Li, Qun Chen, Xing Zhang „Performance analysis of a rooftop wind solar hybrid heat pump system for buildings“ 2013
- [11] T. Ždankus, J. Černeckienė, A. Jurelionis, J. Vaičiūnas „Experimental Study of a Small Scale Hydraulic System for Mechanical Wind Energy Conversion into Heat“ 2016
- [12] www.researchgate.net
- [13] BGST Bendrosios gaisrinės saugos taisyklės
- [14] STR 1.04.04:2017 Statinio projektavimas, projekto ekspertizė
- [15] STR 2.01.01(2):1999 Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga
- [16] STR 2.01.02:2016 Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas
- [17] STR 2.09.02:2005 Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas
- [18] RSN 156-94 Statybinė klimatologija
- [19] Šilumos tiekimo tinklų ir šilumos punktų įrengimo taisyklės, 2011 m.
- [20] HN 42:2009 Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas
- [21] www.eso.lt
- [22] https://www.alibaba.com/product-detail/3kw-ac-horizontal-wind-turbine_60253297251.html?spm=a2700.7735675.2017115.36.Mo7wpx&s=p

1. ĮRANGOS SPECIFIKACIJA

Poz. Nr.		Pavadinimas	Kiekis	Pastaba
Tipas	Nr.			
EV	1	Išsiplėtimo indas. V-100l, sistemos tūris 1000l, T _{min} /T _{max} - 5/+95°C, Pav-2.5bar, Pd.min/Pd.max – 0,8/2,0bar, skystis - Vanduo, pajungimas movinis, su atjungimo ventiliu ir apsauginiu vožtuvu	1	S12
GK	02	Paskirstomasis tiekiamojo ir grįžtamojo šilumnešio kolektorius 5 žiedų, reguliuojamas su debitomačiu, komplekte su patalpos termostatais, tvirtinimo laikiklių komplektais, uždarymo rutuline sklende ir balansavimo vožtuvu, automatinis nuorintoju ir nudrenavimo ventiliu	1	
GK	01	Paskirstomasis tiekiamojo ir grįžtamojo šilumnešio kolektorius 6 žiedų, reguliuojamas su debitomačiu, komplekte su patalpos termostatais, tvirtinimo laikiklių komplektais, uždarymo rutuline sklende ir balansavimo vožtuvu, automatinis nuorintoju ir nudrenavimo ventiliu	1	
GKS		Kolektorinė spintelė 4-6 žiedų kolektoriui tvirtinti, pagaminta iš galvanizuoto plieno, ant universalių atramų	2	
HS	1	Kieto kuro krosnelė su galimybe ruošti karštą vandenį šildymui, Q=9kW 80/60°C	1	
HS	2.1	Šilumos siurblio išorinis blokas Q _š =8,43kW, N-230V 2,1kW, COP-4,05, freonas R-410A, Svoris 56kg, matmenys 735x825x300	1	
HS	2.2	Šilumos siurblio vidinis blokas, išeinančio vandens temp. 15-50°C, komplekte plokštelinis šilumokaitis, cirkuliacinis siurblys, išsiplėtimo indas, valdymo automatika	1	
P		Cirkuliacinis siurblys su elektroniniu valdymu (ALPHA2 15-50 130), N-230V 50W, Q=0,23m ³ /h iki 0,38m ³ /h P= 45kPa,	3	
R	1	Vandeninis kombinuotas rankšluoščių džiovintuvas 200W 45/35°C, N-230V 300W, matmenys 500x1000	1	
T	1	Multifunkcinė akumuliacinė talpa V-800l, komplekte su viduje įmontuotu karšto vandens ruošimo nerūdijančio plieno gyvatuku, šilumos izoliacija 100mm ir poliuretaniiniu kietu apsauginiu kevalu	1	
W	1	Vėjo jėgainė, Ad-10m ² darbinis ratas, H-10m, komplekte su talpa ir krumpliaratinius siurbliu	1	

2. ARMATŪROS ŽINIARAŠTIS

Poz. Nr.		Pavadinimas	Diametras	Kiekis	Pastaba
Tipas	Nr.				
		Apsauginis vožtuvas kampinis. Pajungimas movinis PN16 Pnust-4bar Td - 50-60°C	Standard	1	
		Atbulinis vožtuvas. Pajungimas movinis PN16 T- 120°C	3/4"	3	
		Mechaninis filtras. Pajungimas movinis PN16 T- 120°C, su nerūdijančio plieno tinkleliu	3/4"	3	
		Rutulinis ventilis. Pajungimas movinis komplekte su išardoma jungtimi PN16 T- 120°C, ilga rankena	3/4"	12	
		Termometras. Bimetalinis, matavimo ribos 0-120°C, pajungimas movinis komplekte su gilze DN20 vamzdžiui	1/4"	11	
		Triegis pamaišymo vožtuvas temperatūros palaikymui išėjime PN16, pajungimas movinis	1/2"	1	
		Triegis srautus jungiantis vožtuvas su motorizuota pavara kvs 0,63 PN16, pajungimas movinis	1/2"	2	

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
SPM-6	Stud.	V. Stanevičius	08/01/18	Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose	
	Vadovas	T. Ždankus	08/01/18		
	Konsult.		08/01/18		
				Įrangos ir medžiagų kiekių žiniaraštis	
				Laida	
				0	
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			2017-TP-PESK-SVOK	
TP				Lapas	Lapų
				1	3

3. VAMZDYNŲ ŽINIARAŠTIS

Poz. Nr.	Techninės charakteristikos		Išorinis skersmuo	Sienutės storis	Ilgis	Pastaba
	Pavadinimas	ND				
	Prestabo	DN15	18.00	1.20	0.36	
	Prestabo	DN20	22.00	1.50	82.32	
	Prestabo	DN25	28.00	1.50	1.62	
Poz. Nr.	Techninės charakteristikos		Išorinis skersmuo Ø	Sienutės storis	Ilgis	Pastaba
	Pavadinimas	Montavimo zona				
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x		18.00	2.00	10.73	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 01	18.00	2.00	11.68	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 03	18.00	2.00	12.25	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 04	18.00	2.00	40.79	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 05	18.00	2.00	55.59	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 06	18.00	2.00	80.46	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 08	18.00	2.00	96.00	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 09	18.00	2.00	100.32	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 10	18.00	2.00	91.08	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 071	18.00	2.00	69.21	
	Daugiasluoksnis vamzdis PE-x	Pat. 072	18.00	2.00	82.95	

4. VAMZDYNŲ FITINGŲ ŽINIARAŠTIS

Poz. Nr.	Pavadinimas	Diametras	Kiekis	Pastaba
	Aklė plieninė presuojama	DN20	2	
	Alkūnė plieninė presuojama	DN15-DN15	1	
	Alkūnė plieninė presuojama	DN20-DN20	82	
	Alkūnė plieninė presuojama	DN25-DN25	2	
	Mova plieninė	DN15-DN15	11	
	Redukcija	DN20-DN18	2	
	Redukcija plieninė presuojama	DN20-DN13	6	
	Redukcija plieninė presuojama	DN20-DN15	4	
	Redukcija plieninė presuojama	DN25-DN20	9	
	Trišakis plieninis presuojamas	DN20-DN20-DN15	1	
	Trišakis plieninis presuojamas	DN20-DN20-DN20	8	
	Trišakis plieninis presuojamas	DN25-DN25-DN25	2	

5. ŠILUMOS IZOLIACIJOS KIEKIŲ ŽINIARAŠČIAI

Poz. Nr.	Pavadinimas	Vamzdžio skersmuo	Izoliacijos storis	Ilgis	Pastaba
	Vamzdžių šilumos izoliaciniai kevalai su Al folija	DN20	20 mm	33.66	
	Vamzdžių šilumos izoliaciniai kevalai su Al folija	DN25	20 mm	1.36	

2017-MBD-PESK

Lapas	Lapų	Laida
2	3	0

6. PAPILDOMŲ MEDŽIAGŲ IR DARBŲ ŽINIARAŠTIS

Poz. Nr.	Aprašymas	Žymuo	Mato vnt	Kiekis	Pastaba
	Lankstūs iš anksto izoliuoti 2xDN20 PE-x vamzdžiai su apsauginiu gofruotu vamzdžiu, skirti naudoti po žeme, PN10,...		m	11	
	Tranšėjos iškasimas iki 1,8m gylio		m	11	
	Vamzdyno bandymas atsparumui ir sandarumui		m	750	
	Vamzdyno tvirtinimo elementai, sandarinimo medžiagos		kg	45	
N1	Oro šalinimo grotelės 100x150, Aef-0,015m ²		vnt	1	
I2	Sieninis oro šalinimo ventiliatorius su atbuliniu vožtuvu Q-30m ³ /h P-3.5Pa		kompl.	1	
I3	Sieninis oro šalinimo ventiliatorius su atbuliniu vožtuvu Q-30m ³ /h P-7Pa		kompl.	1	
	Cinkuotos skardos ortakis Ø100		m	7	
	Cinkuotos skardos ortakis Ø160		m	3	
	Dvisienis nerūdijančio plieno dūmtraukis Ø160 su 50mm šilumos izoliacija ir apskardintas cinkuotos 0.5mm storio skardos lakštais, komplekte su prava		m	3	

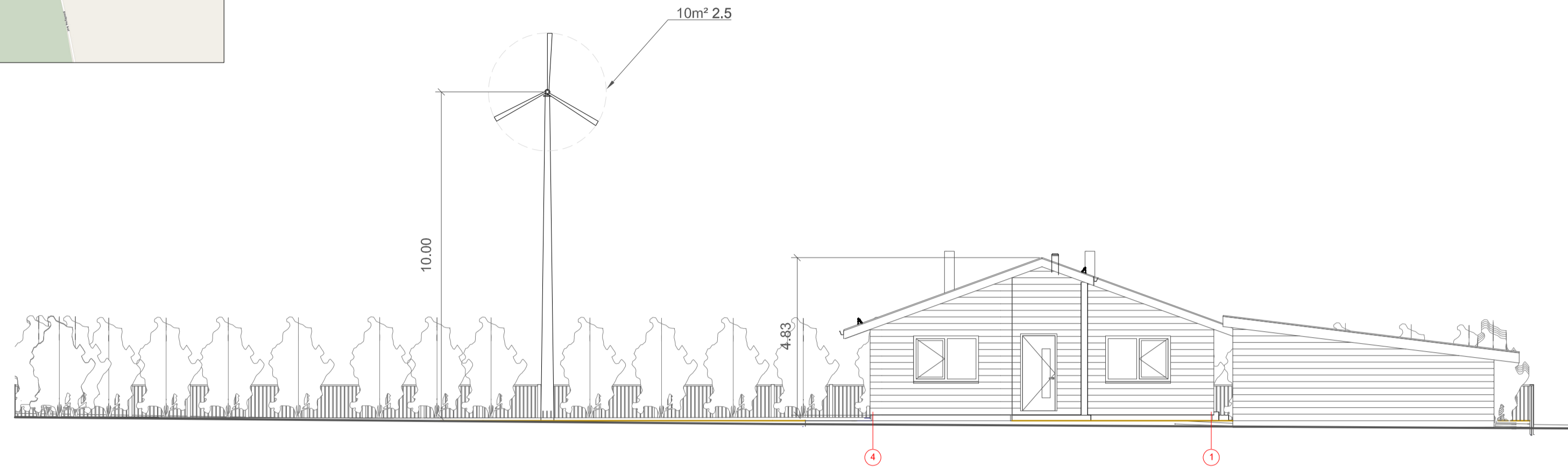
2017-MBD-PESK

Lapas	Lapų	Laida
3	3	0

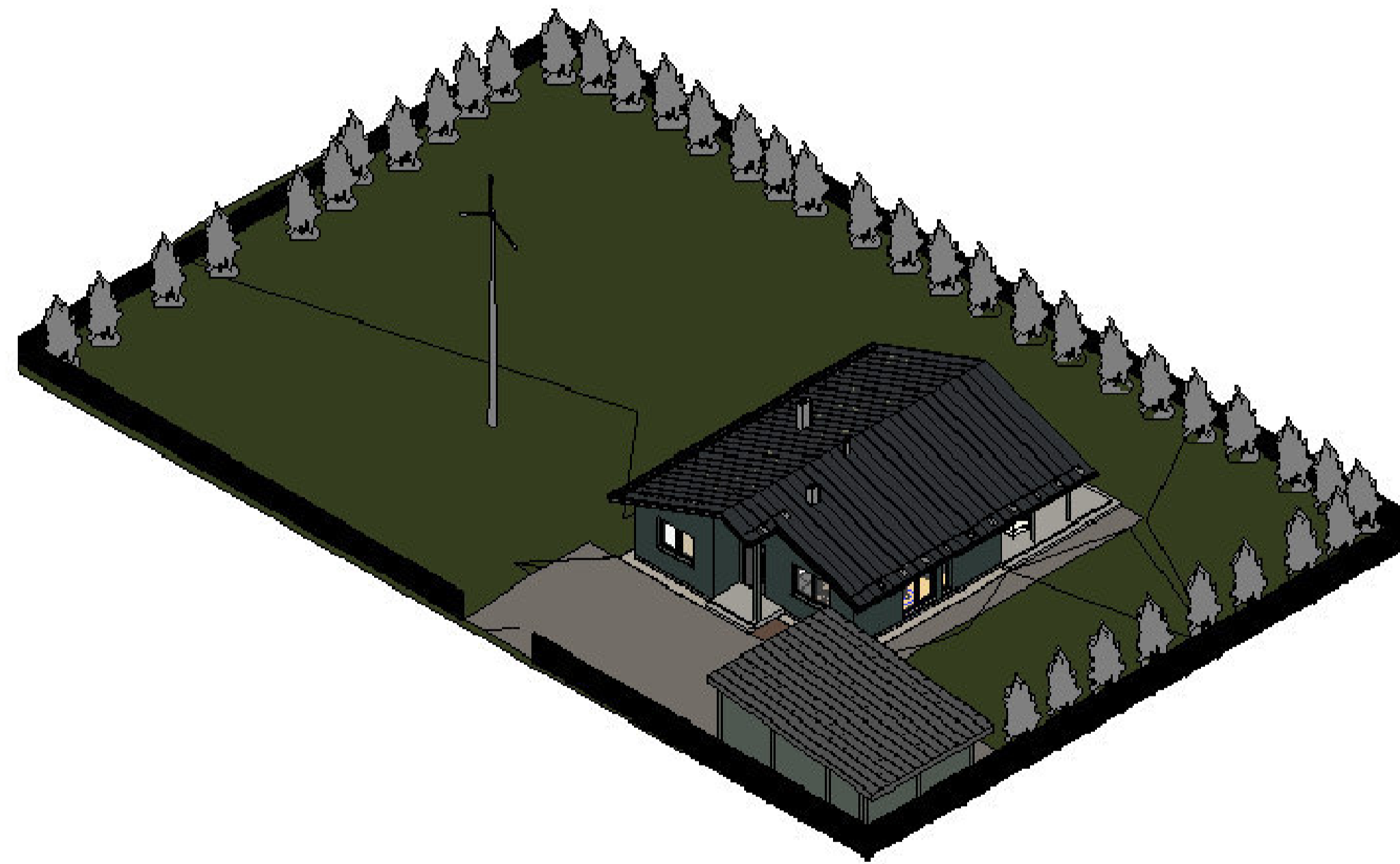
SITUACIJOS SCHEMA



FASADAS 4-1 MASTELIS 1:100



SKLYPO VIZUALIZACIJA



Bendrieji statinio rodikliai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Mato vienetas	Kiekis	Pastabos
1.	1. SKLYPAS (Kad. Nr. 5283/0006:345)			
1.1.	Sklypo plotas	ha	0.0693	
1.2.	Sklypo užstatymas	m²	137.37	
1.3.	Sklypo užstatymo intensyvumas	%	14.67	
1.4.	Sklypo užstatymo tankis	%	19.82	
1.5.	Apželdintas žemės plotas (žalasis plotas)	m²	354	
1.6.	Sanitarinės (apsaugos zonos) plotis	m	nenustatoma	
2.	2. PASTATAI			
2.1.	Gyvenamieji pastatai			
2.1.1.	Butų skaičius	vnt.	1	
2.1.1.1.	4 kambarių	vnt.	1	
2.2.2.	bendras plotas:	m²	101.66	
2.2.2.1.	gyvenamas	m²	70.70	
2.2.2.2.	naudingas	m²	101.66	
2.2.2.3.	pagalbinis	m²	38.26	
2.2.2.4.	garažų	m²	---	
2.2.3.	pastato tūris	m³	563.00	
2.2.4.	aukštų skaičius	vnt.	1	
2.2.5.	pastato aukštis	m	4.70	
2.2.6.	pastato atsparumas ugniai (I, II ar III)		II	
2.2.7.	atitvarų šilumos perdavimo koeficientas			
2.2.7.1.	sienų	W/m²K	0.2	
2.2.7.2.	langų	W/m²K	1.6	
2.2.7.3.	denginio	W/m²K	0.16	
2.2.8.	pastato patalpų akustinio komforto sąlygų klasė [5.50]		nenustatoma	

Sutartiniai žymėjimai

1	Esama žemės sklypo riba
2	Žemės sklypo dalies naudojimo teisių riba
3	Sklypo užstatymo zona
4	Požeminių antžeminių komunikacijų servitutas
5	Išvažiavimas/išvažiavimas iš sklypo
6	Pateikimas į pastatą
7	Betoninės trinkelės
8	Projektuojamas pastatas
9	Veja
10	Skalda
11	Tvora
12	Projektuojamos horizontalės
13	Esamos horizontalės
14	Gyvatvorės
15	Gelynai
16	Medis (lapuotis)
17	Medis (spygliuotis)

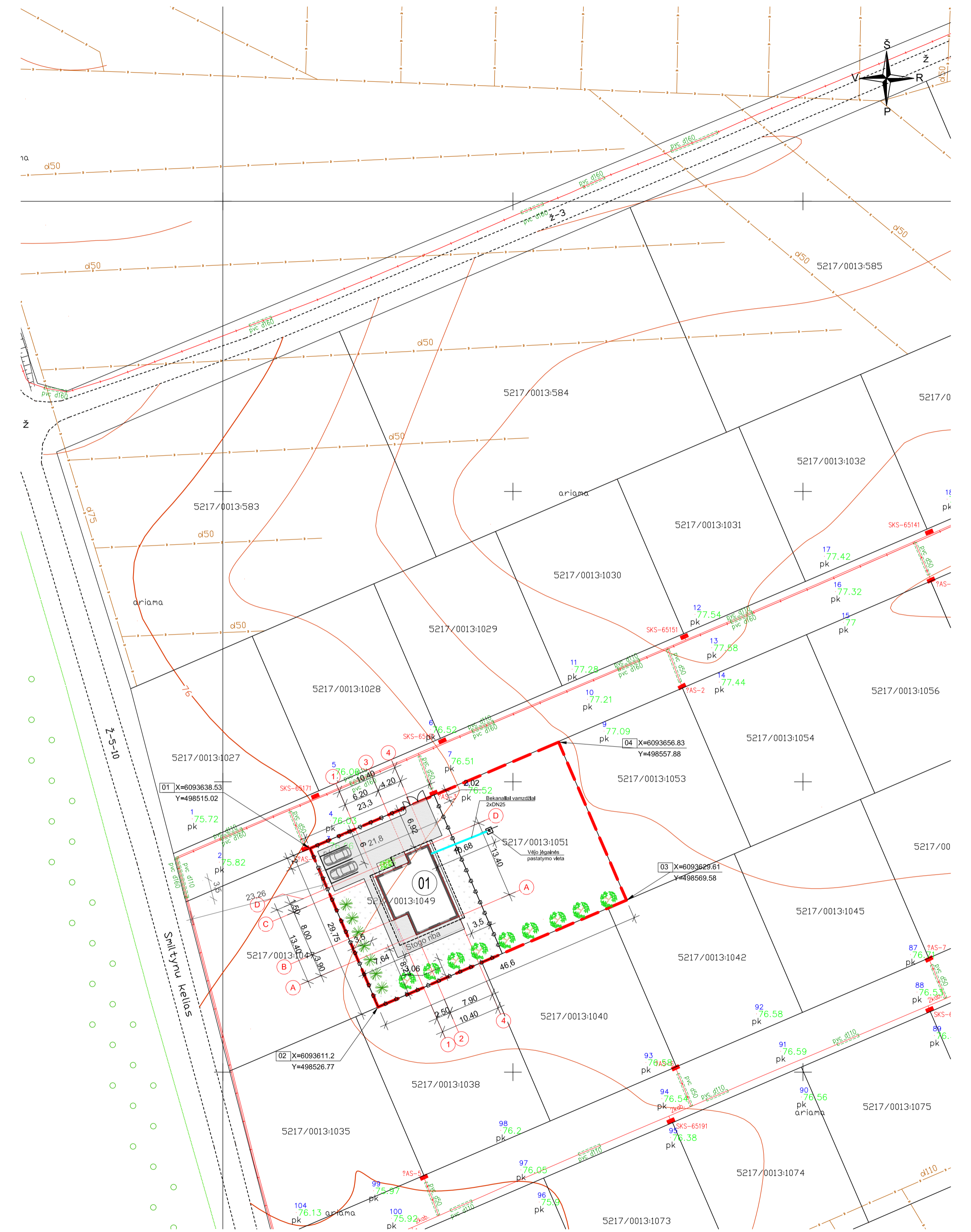
Objektai sklype

NR.	PAVADINIMAS
01	Projektuojamas vienbutis gyvenamasis namas

Sklypo koordinatės

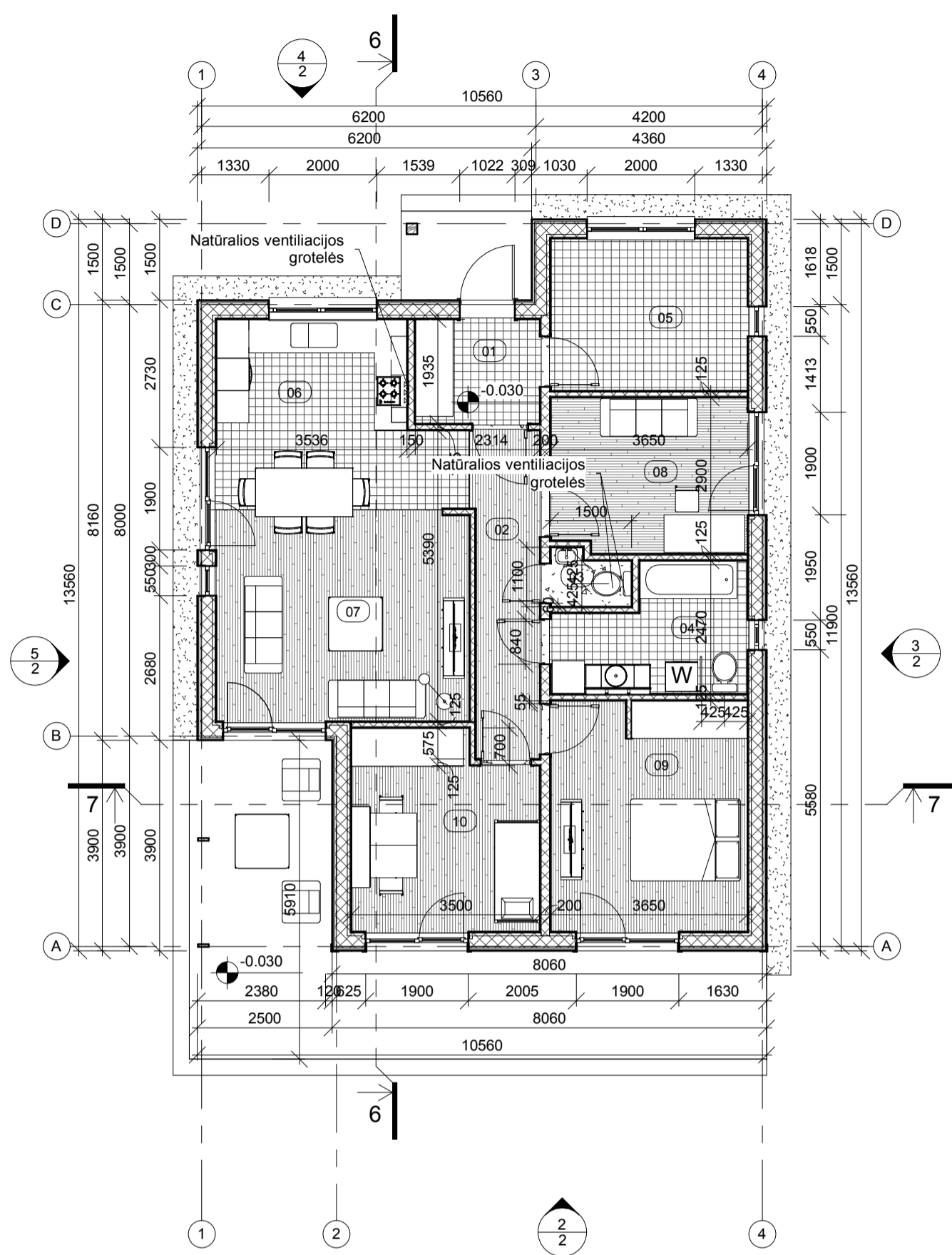
Nr.	X	Y
01	6093638.5300	498515.0200
02	6093611.2000	498526.7700
03	6093620.4100	498548.1699
04	6093647.7400	498536.4200

SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:500

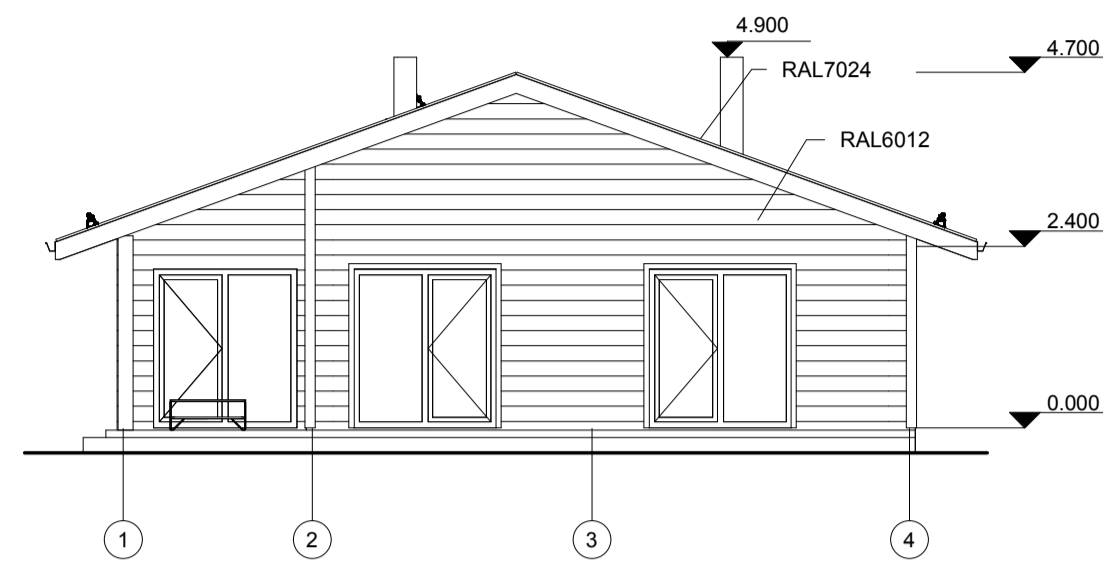


GRUPĖ	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPM-6	Stud. V. Stanevičius Vadovas T. Ždančius Konsult. R. Gečys	Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	2017-TP-PESK-SP
TP		LAIDA 0 LAPAS LAPŲ 1 5

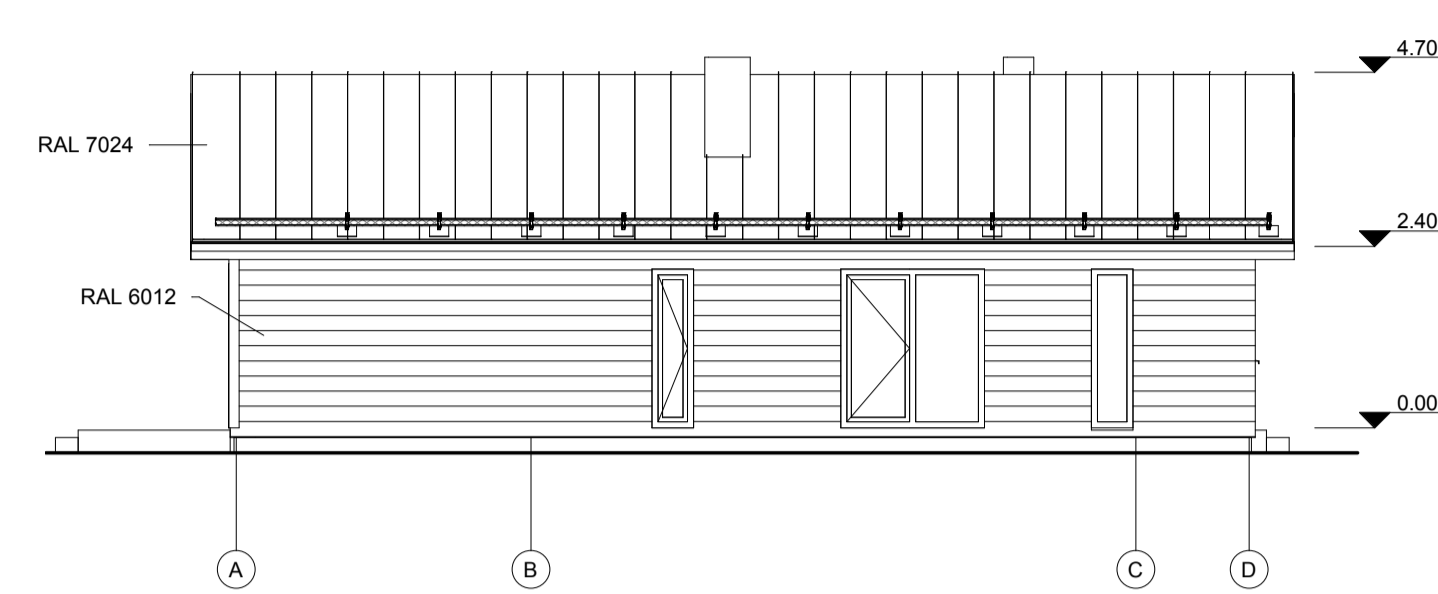
PLANAS MASTELIS 1 : 100



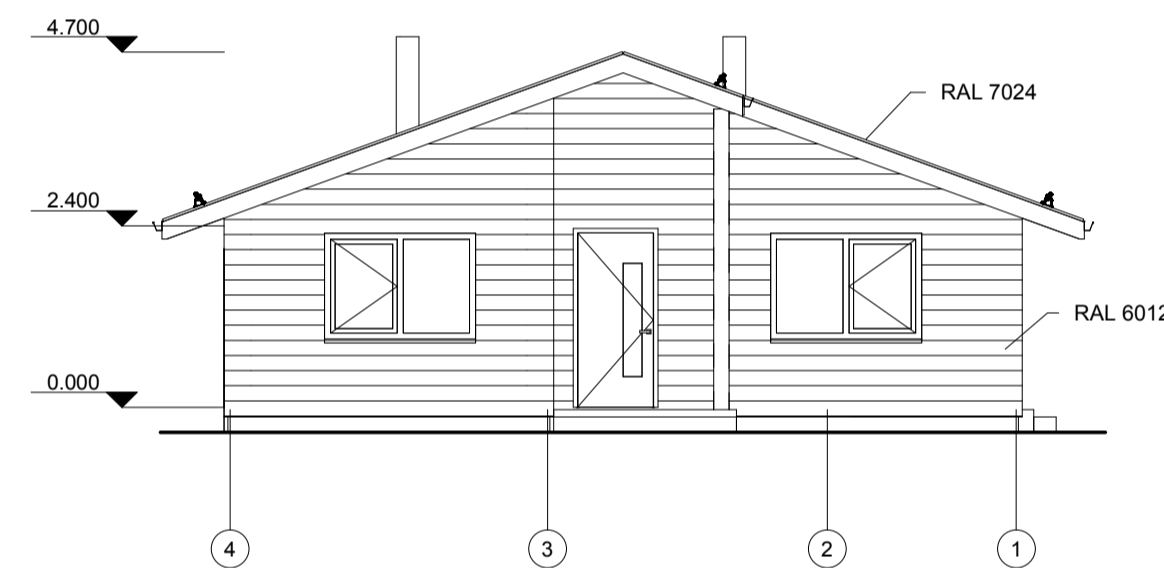
FASADAS 1-4 MASTELIS 1 : 100



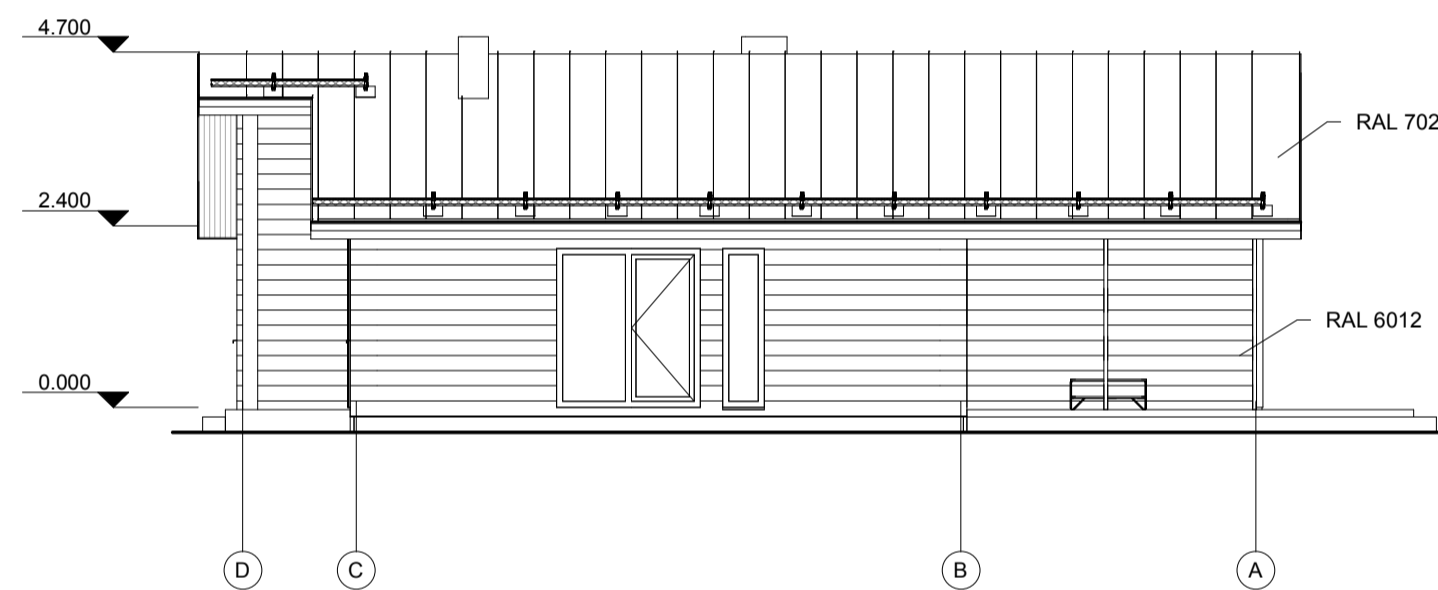
FASADAS A-D MASTELIS 1 : 100



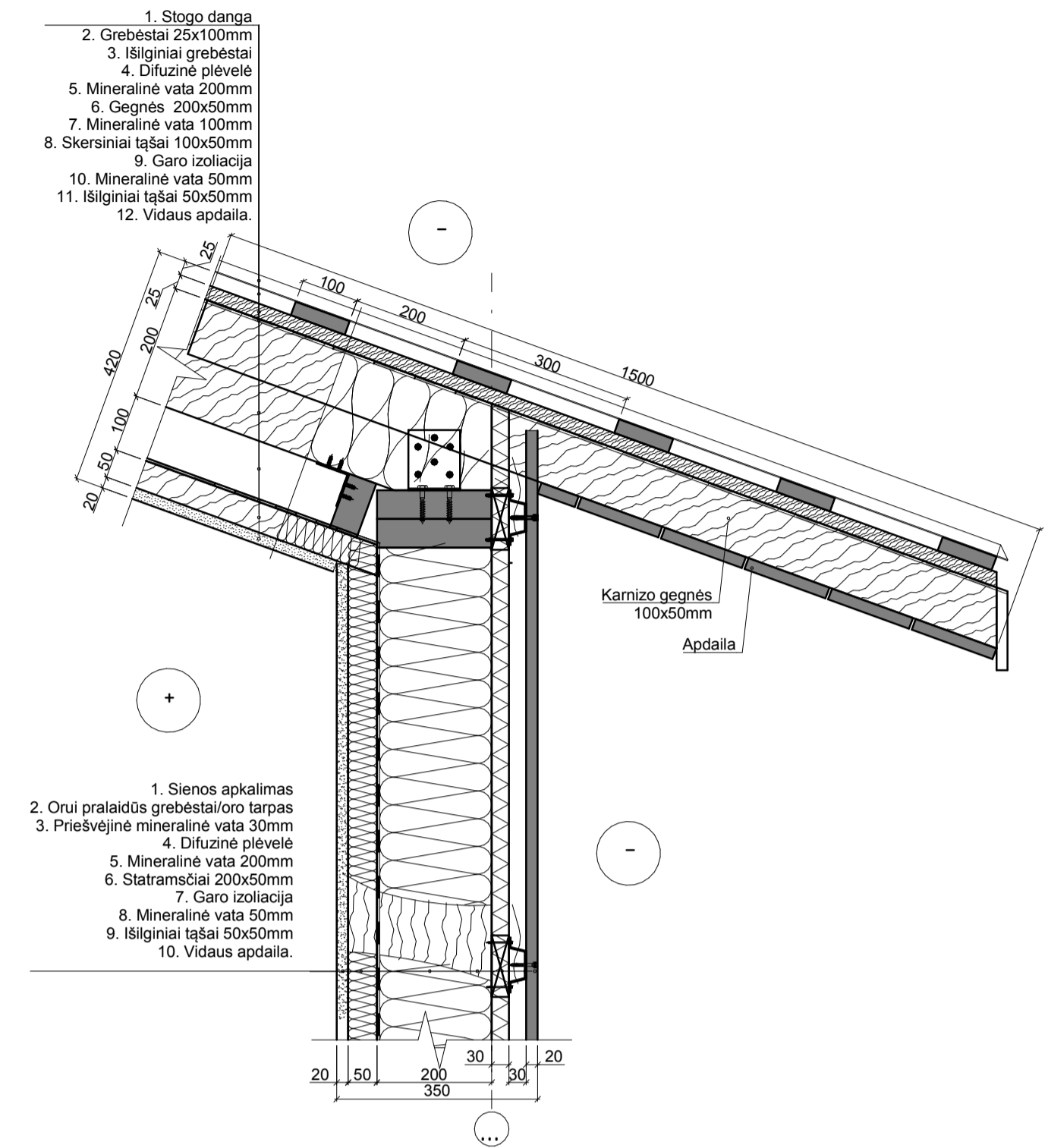
FASADAS 4-1 MASTELIS 1 : 100



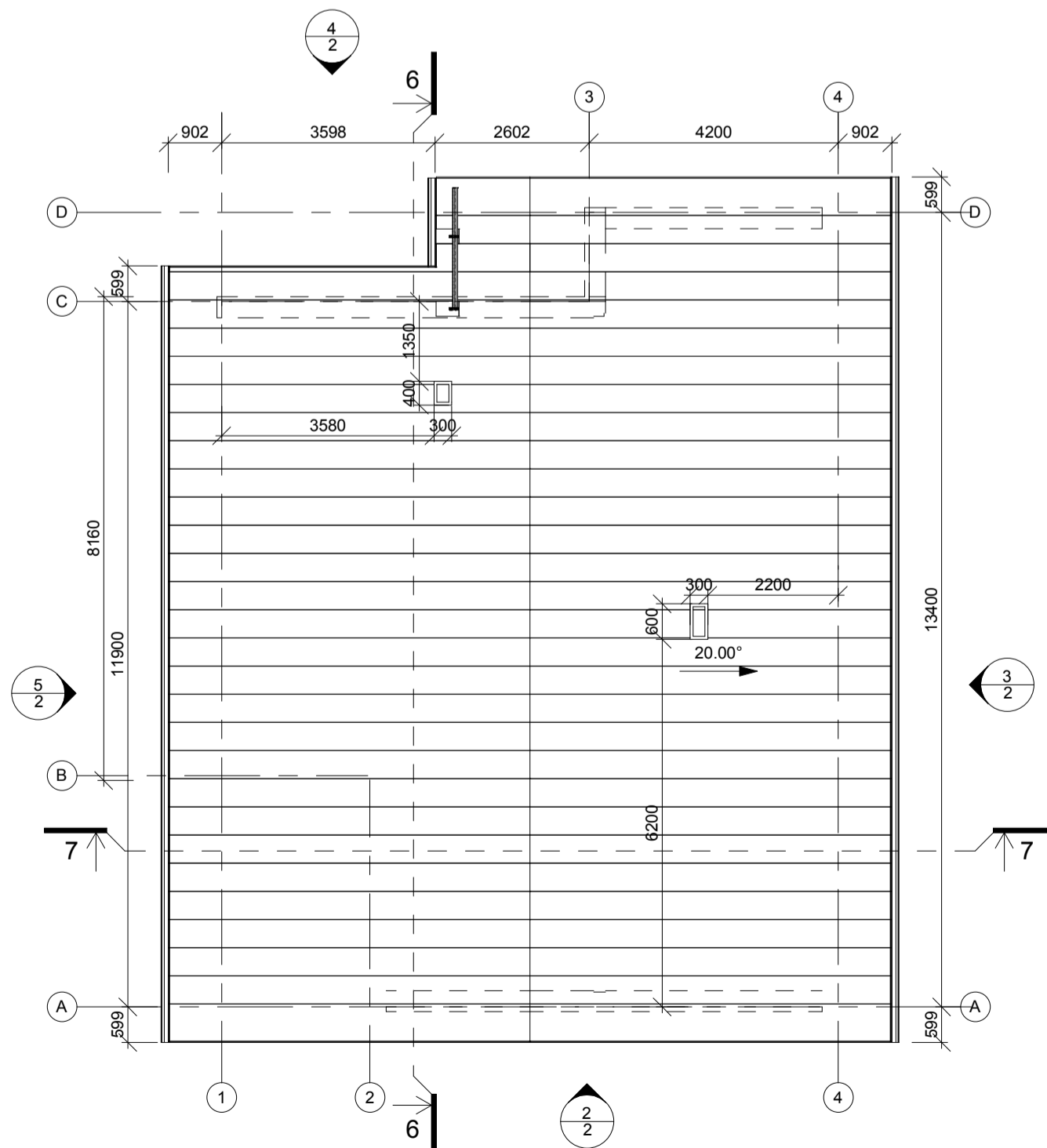
FASADAS D-A MASTELIS 1 : 100



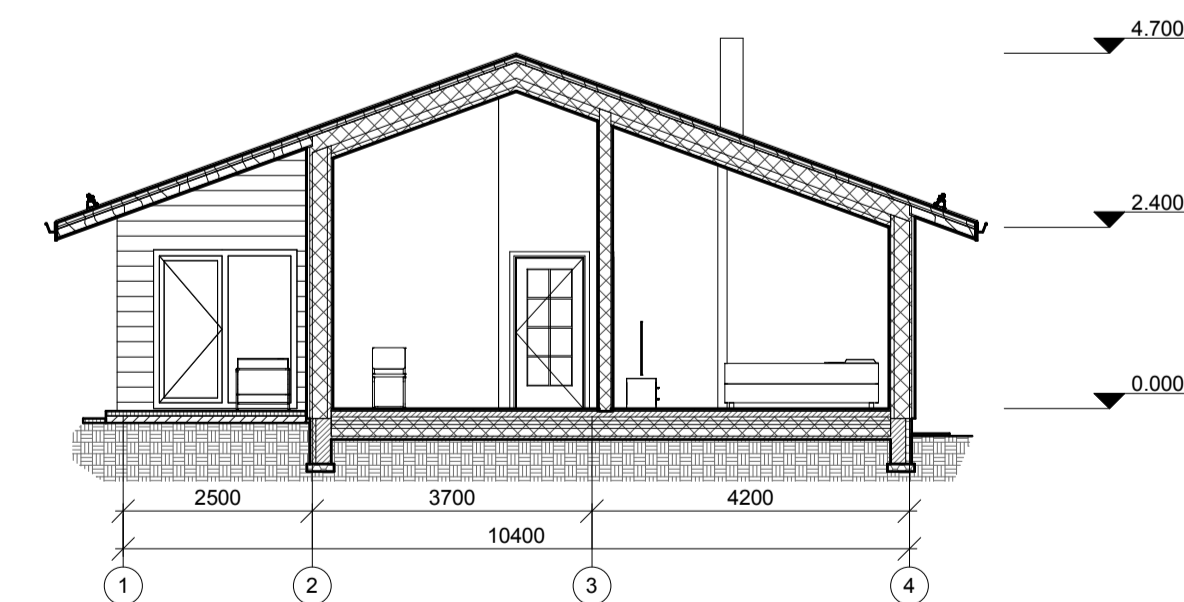
DETALĖ 1 MASTELIS 1 : 10



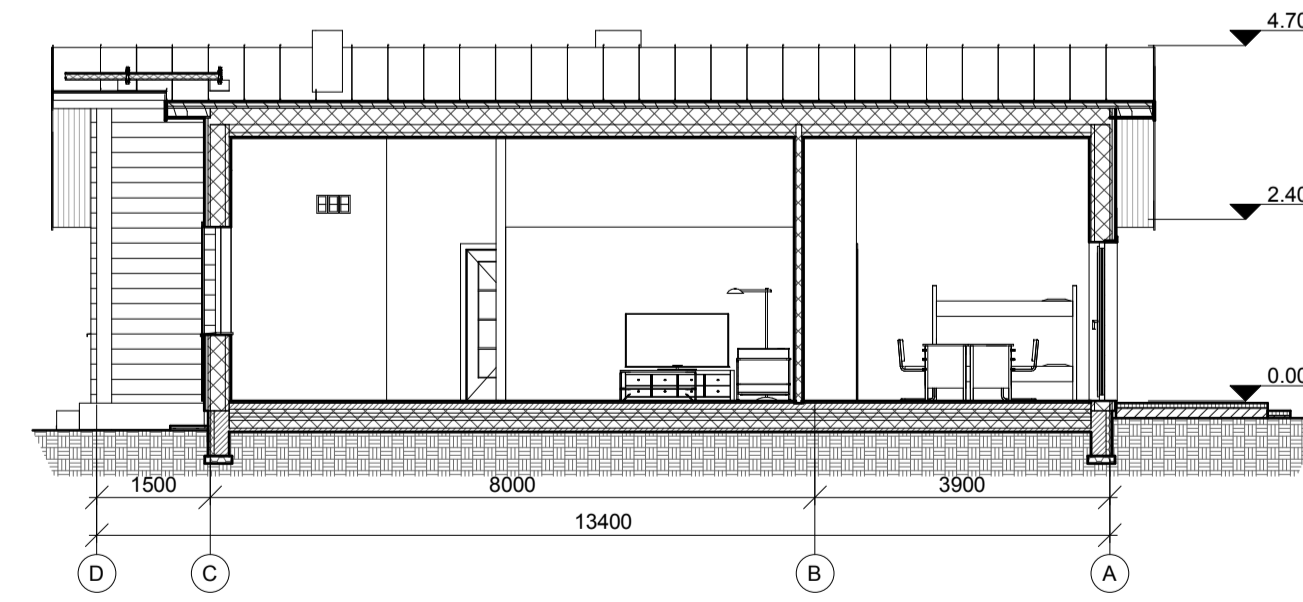
STOGO PLANAS MASTELIS 1 : 100



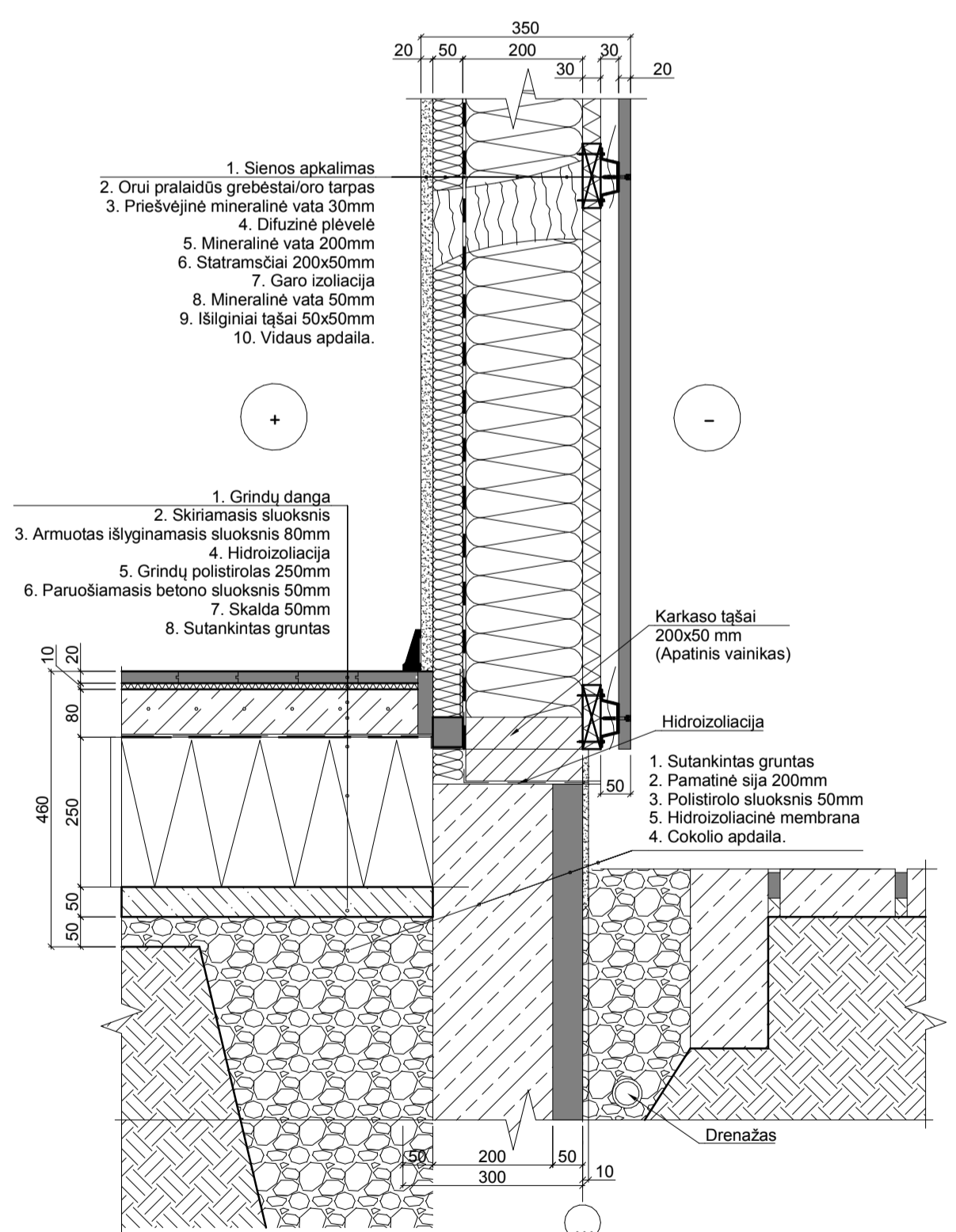
PJŪVIS 7-7 MASTELIS 1 : 100



PJŪVIS 6-6 MASTELIS 1 : 100



DETALĖ 2 MASTELIS 1 : 10



1-o aukšto eksplikacija

Pat. Nr.	Patalpos pavadinimas	Plotas (m ²)	Papildomi duomenys
01	Tambūras	4.48	
02	Koridorius	7.41	
03	Sanmazgas	1.43	
04	Sanmazgas	7.41	
05	Pagalbinė patalpa	10.31	
06	Virtuve	14.19	
07	Svetainė	18.32	
08	Kambarys	10.40	
09	Kambarys	15.53	
10	Kambarys	12.29	
		101.76	

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPM-6	Stud. V. Stanėvičius 08/01/18 Vadovas T. Ždankus 08/01/18 Konsult. R. Gečys 08/01/18	Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose
		Planas, Fasada, Pjūviai, Detalės
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra	Laida
TP	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	0
		Lapas Lapų
		2 5

ŠILUMOS MAZGO SRAUTO SCHEMA

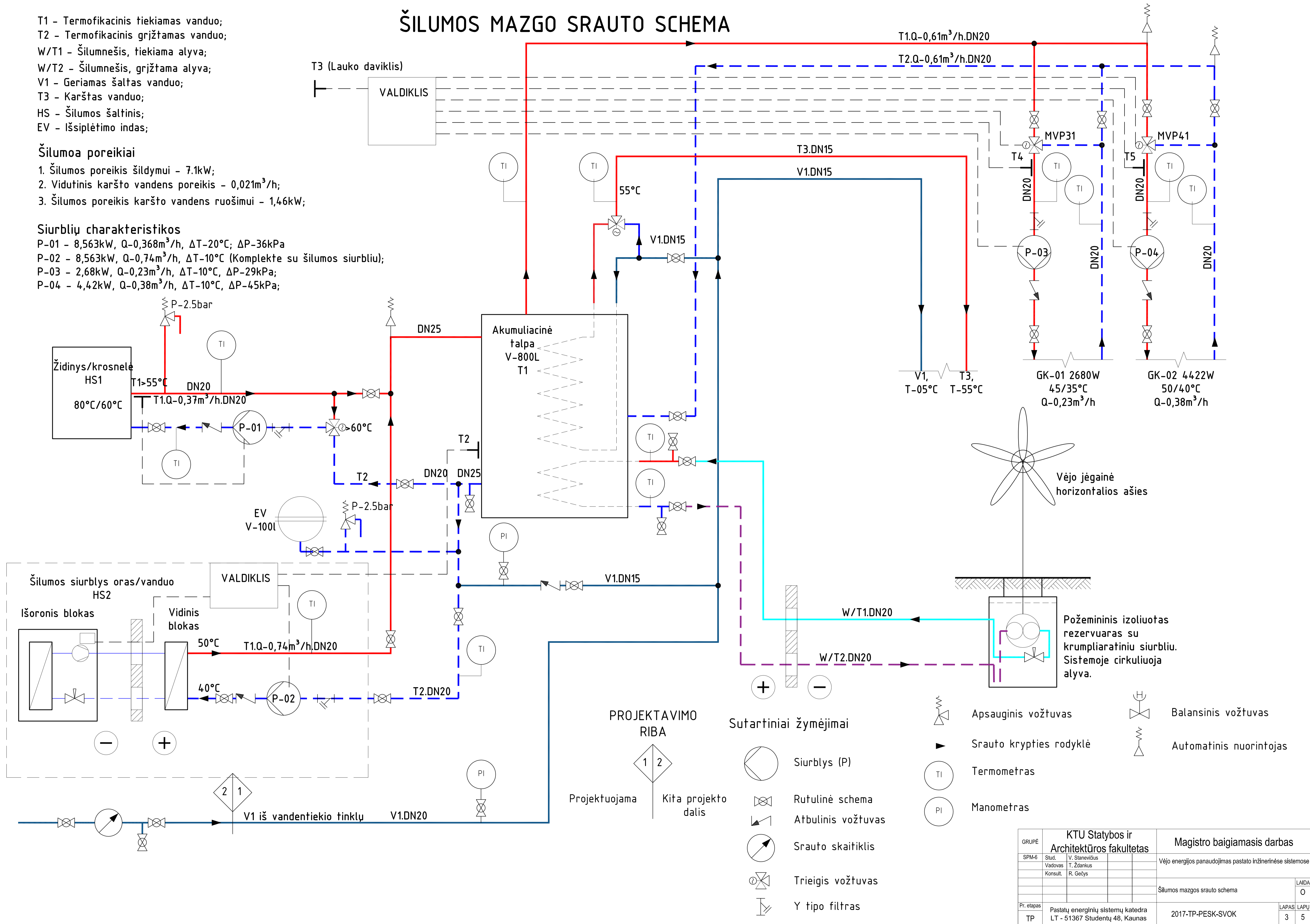
- T1 - Termofikacinis tiekiamas vanduo;
- T2 - Termofikacinis grįžtamas vanduo;
- W/T1 - Šilumnešis, tiekiamas alyva;
- W/T2 - Šilumnešis, grįžtama alyva;
- V1 - Geriamas šaltas vanduo;
- T3 - Karštas vanduo;
- HS - Šilumos šaltinis;
- EV - Išsiplėtimo indas;

Šilumoa poreikiai

1. Šilumos poreikis šildymui - 7.1kW;
2. Vidutinis karšto vandens poreikis - 0,021m³/h;
3. Šilumos poreikis karšto vandens ruošimui - 1,46kW;

Siurblių charakteristikos

- P-01 - 8,563kW, Q-0,368m³/h, ΔT-20°C; ΔP-36kPa
- P-02 - 8,563kW, Q-0,74m³/h, ΔT-10°C (Komplekte su šilumos siurbliu);
- P-03 - 2,68kW, Q-0,23m³/h, ΔT-10°C, ΔP-29kPa;
- P-04 - 4,42kW, Q-0,38m³/h, ΔT-10°C, ΔP-45kPa;



PROJEKTAVIMO RIBA

1 2

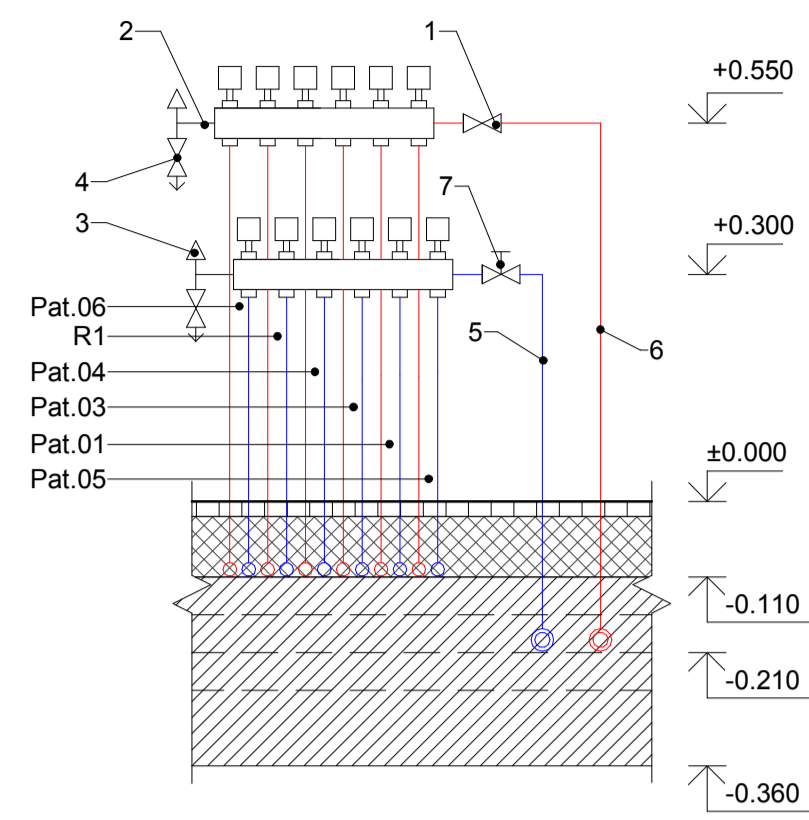
Projektuojama Kita projekto dalis

- Sutartiniai žymėjimai
- Siurblys (P)
 - Rutulinė schema
 - Atbulinis vožtuvas
 - Srauto skaitiklis
 - Trieigis vožtuvas
 - Y tipo filtras
 - Apsauginis vožtuvas
 - Srauto krypties rodyklė
 - Termometras
 - Manometras
 - Balansinis vožtuvas
 - Automatinis nuorintojas

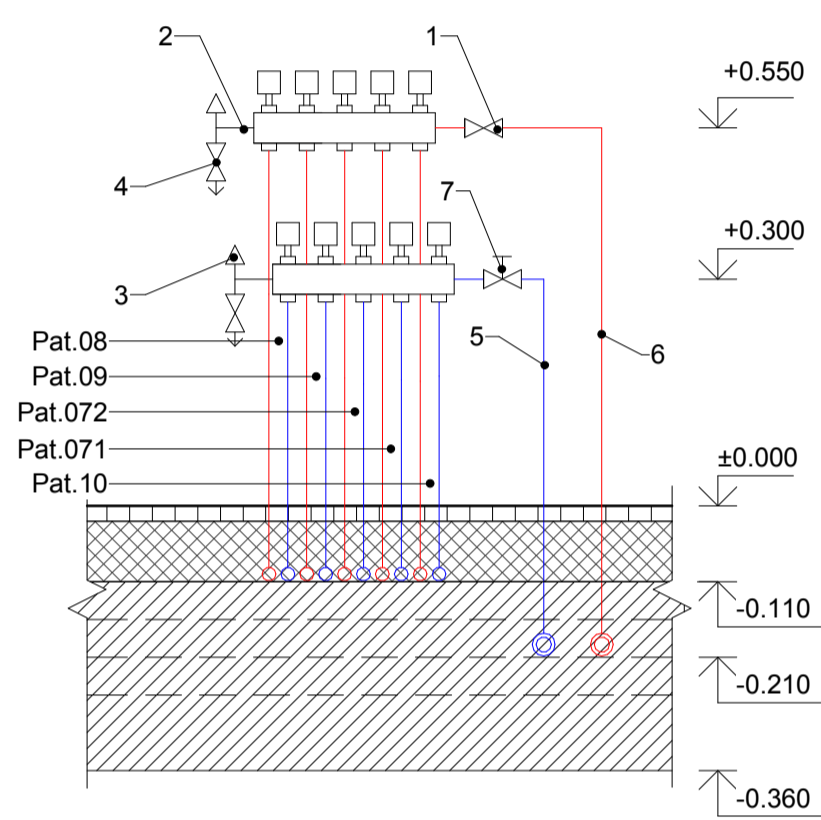
GRUPĖ	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas
SPM-6	Stud. V. Stanevičius		Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose
	Vadovas T. Ždančius		
	Konsult. R. Gečys		
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2017-TP-PESK-SVOK
TP			LAPAS LAPŲ 3 5

GRINDINIO ŠILDYMO PLANAS MASTELIS 1 : 50

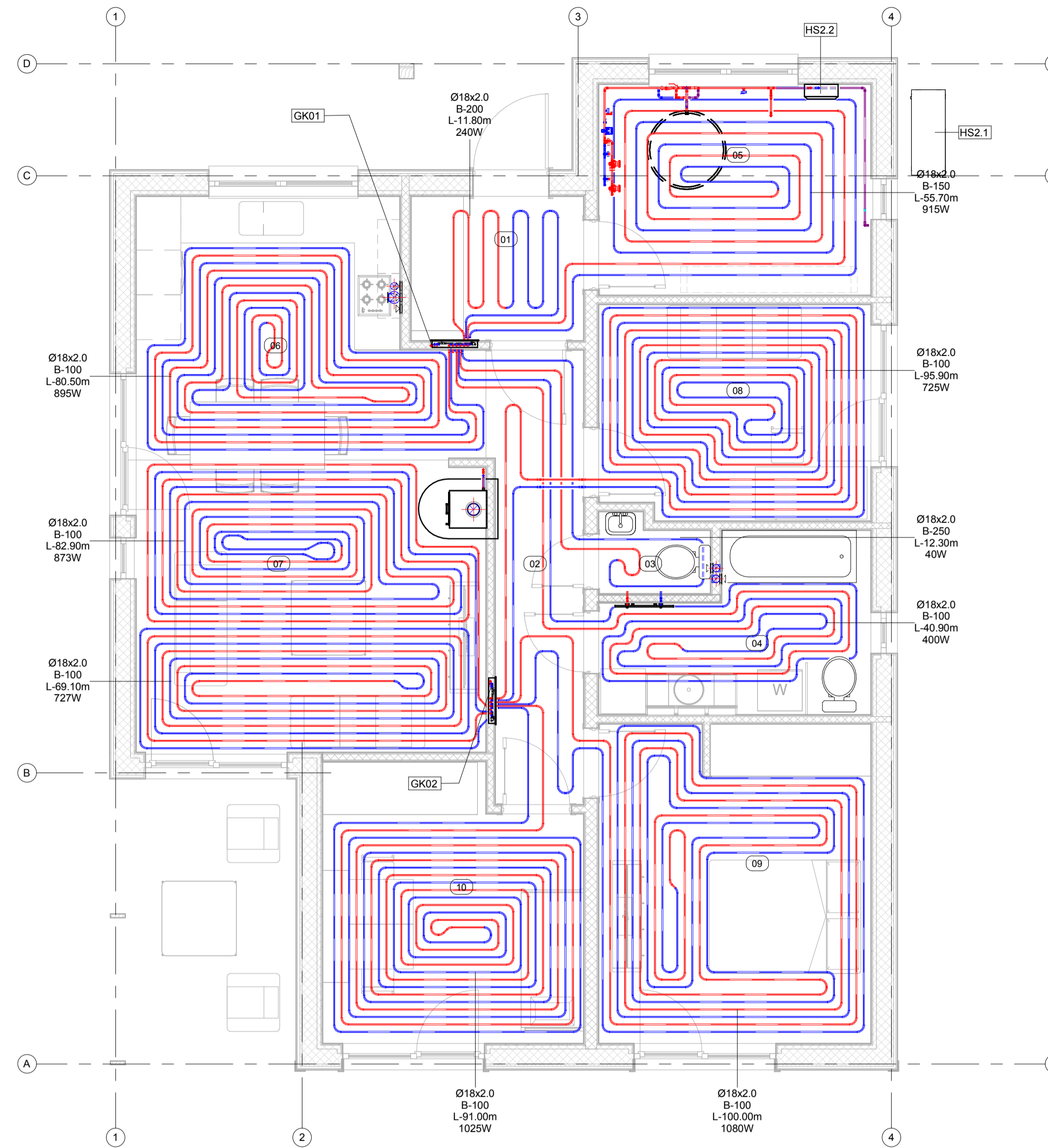
GK1 KOLEKTORIAUS SCHEMA



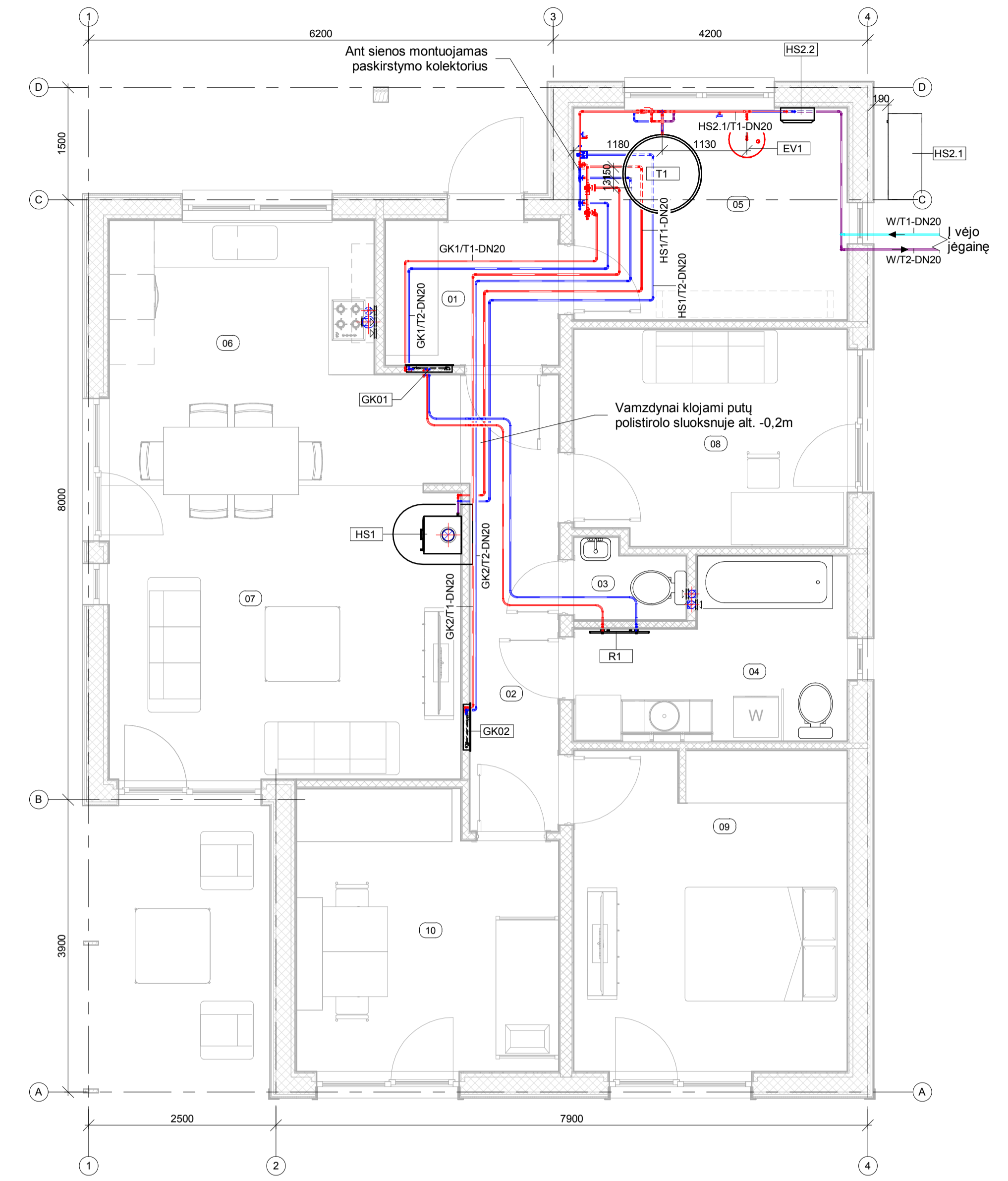
GK2 KOLEKTORIAUS SCHEMA



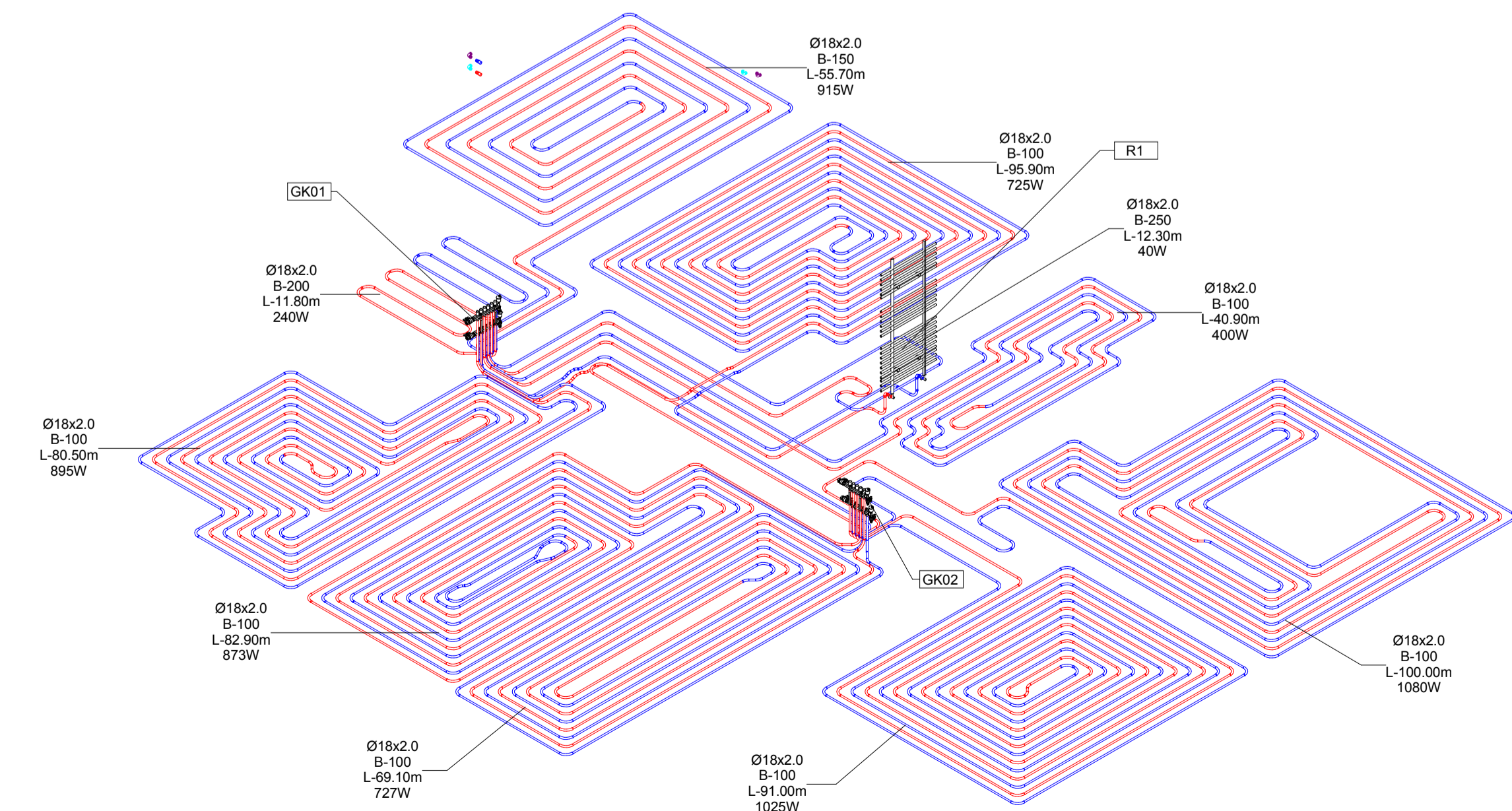
1. Uždarymo ventilis
2. Kolektorius
3. Oro išleidimo ventilis
4. Drenavimo ventilis
5. Grįžiamasis šildymo vamzdis
6. Tiekiamasis šildymo vamzdis
7. Balansinis ventilis



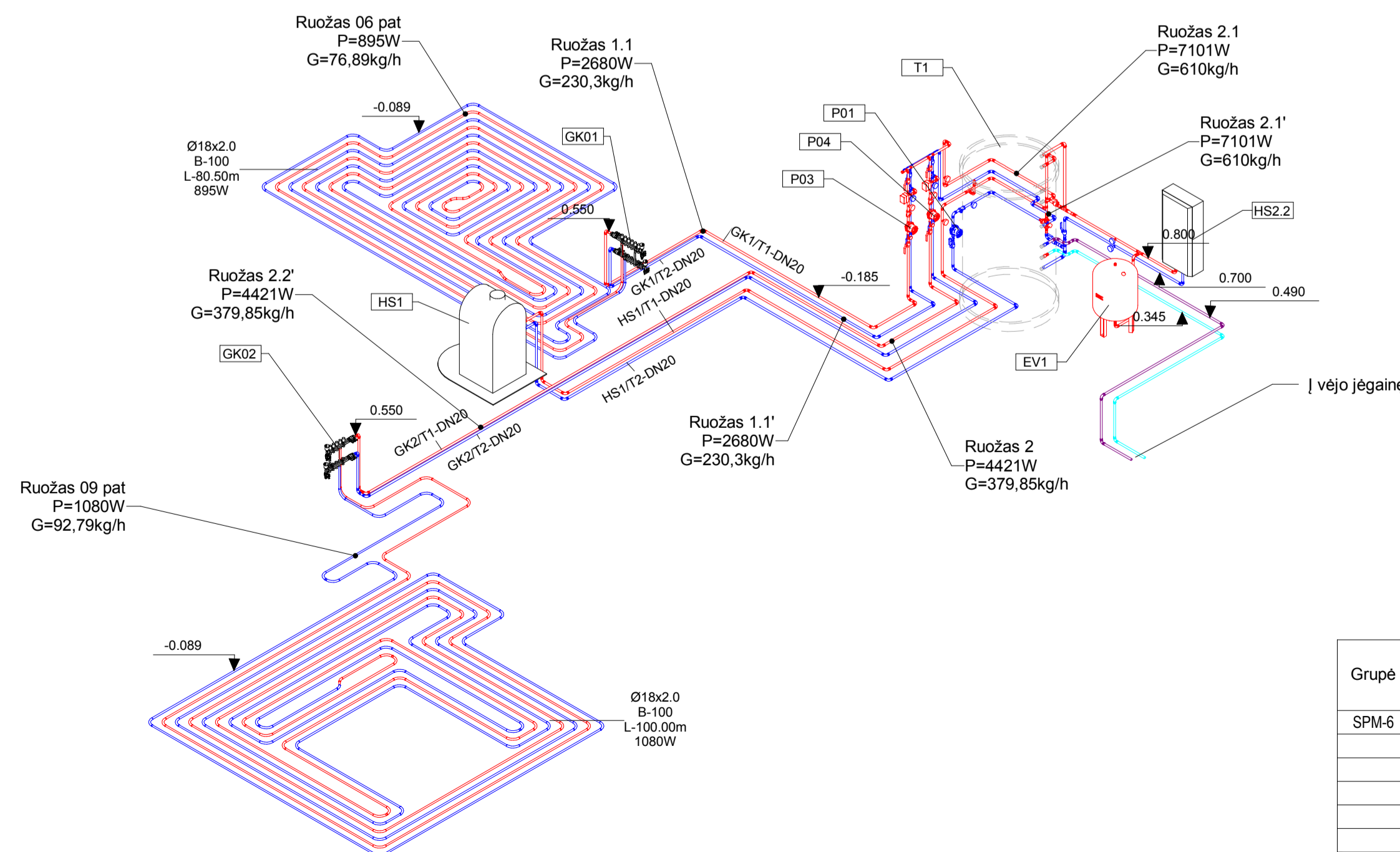
ŠILUMOS PASKIRSTYMO PLANAS MASTELIS 1 : 50



GRINDINIO ŠILDYMO AKSONOMETRINĖ SCHEMA



ŠILUMOS PASKIRSTYMO AKSONOMETRINĖ SCHEMA

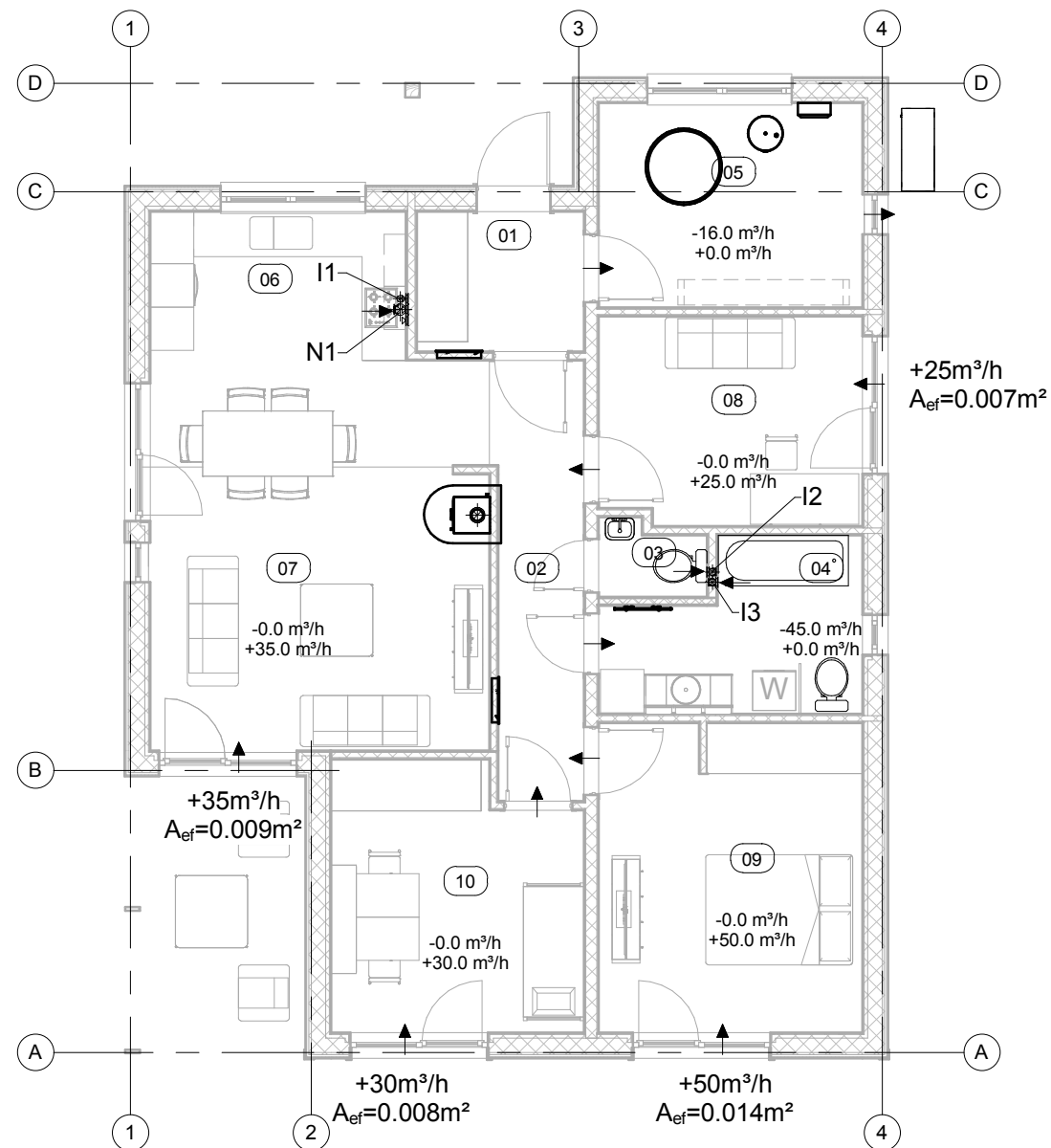


Patalpų eksplikacija

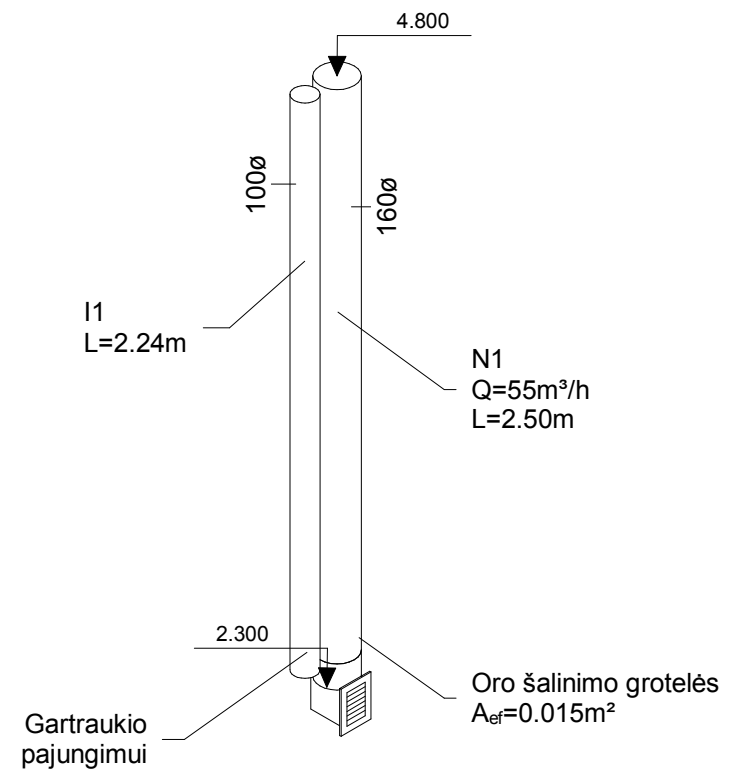
Numeris	Pavadinimas	Plotas	Proj. šilumos nuostoliai, W
01	Tambūras	4.48 m ²	240
02	Koridoras	7.41 m ²	200
03	Sanmazgas	1.43 m ²	40
04	Sanmazgas	7.41 m ²	400
05	Pagalbinė patalpa	10.31 m ²	915
06	Virtuvė	14.19 m ²	895
07	Svetainė	18.32 m ²	1600
08	Kambarys	10.40 m ²	725
09	Kambarys	15.53 m ²	1080
10	Kambarys	12.29 m ²	1025

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
SPM-6	Stud.	V. Stanevičius	08/01/18	Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose	
	Vadovas	T. Zdanekus	08/01/18		
	Konsult.	R. Gečys	08/01/18		
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			2017-TP-PESK-SVOK	
TP				Lapas	Lapų
				4	5

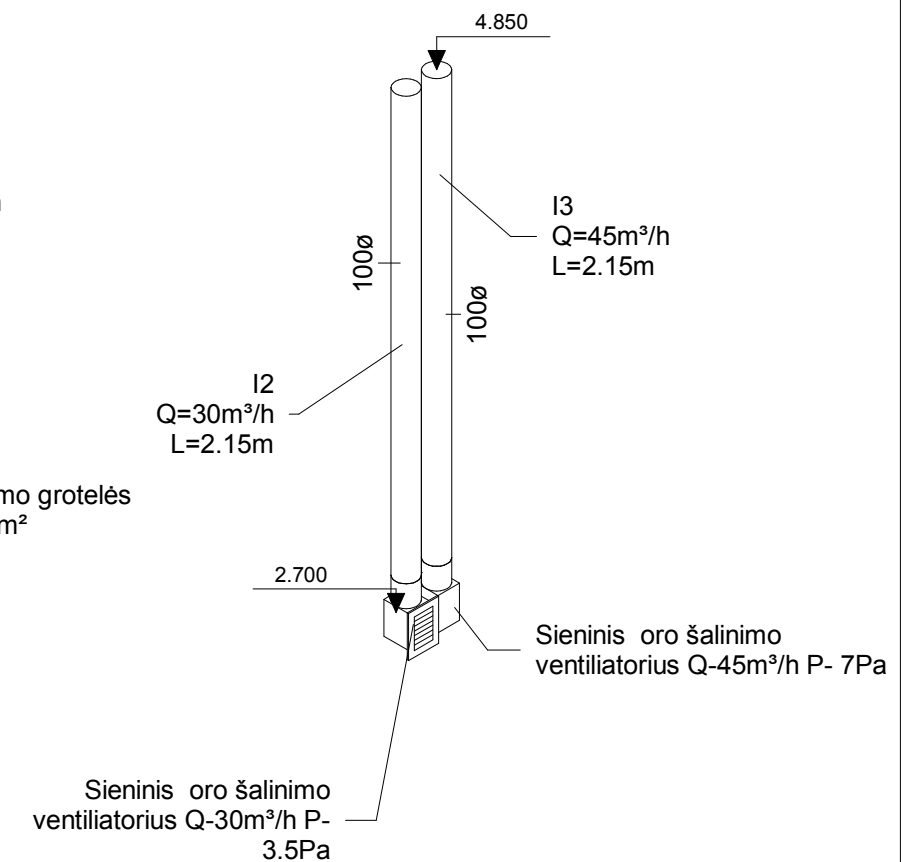
VĒDINIMO PLANAS MASTELIS 1 : 100



N1/I1



I2/I3



Pastabos:

1. Veikiant gartraukiui turi būti atidaromas langas.
2. Tarp vidaus durų ir grindų paliekamas 10mm oro tarpas oro cirkuliacijai.

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas			Magistro baigiamasis darbas	
SPM-6	Stud.	V. Stanevičius	08/01/18	Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose	
	Vadovas	T. Ždankus	08/01/18		
	Konsult.	R. Gečys	08/01/18		
				Vėdinimo planas, Aksonometrija	
				0	
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra			Lapas	Lapų
TP	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			2017-TP-PESK-SVOK	5 5

ŠAMATA

PATVIRTINTA: _____ TŪKST.EU.

UŽSAKOVO ATSAK. ATSTOVAS _____
PAREIGOS, V. PAVARDĖ

2018 M. _____ MEN. __ D.

SUVESTINIS STATYBOS KAINOS APSKAIČIAVIMAS

Sudaryta pagal 2017.10 kainas

Statinių grupė **2018-01-03 Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose**

2018.01.04

Lapas 1

Išlaidų aprašymas	Kaina, (EUR)			Iš viso (su PVM)
	Statybos ir montavimo darbai	Įrenginiai	Kitos išlaidos	

III. Statinių ir jo dalių statyba bei įrengimas

1 Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose	31728.52			31728.52
Viso III:	31728.52			31728.52
Viso II-III:	31728.52			31728.52

Stud. V. Stanevičius

OBJEKTINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2017.10 kainas

Statinių grupė

2018-01-03 Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose

Statiny

1 Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose

2018.01.04

Lapas: 1

Lokalinės sąmatos Nr.	Lokalinės sąmatos pavadinimas	Skaičiuojamoji kaina (EUR)			
		Statybos montavimo darbai	Įrenginiai	Viso su PVM	Viso be PVM
1	Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose	31728.52		31728.52	26221.92
Iš viso:		31728.52		31728.52	26221.92

Stud. V.Stanevičius

SUDERINTA: _____ TŪKST.EU.

TVIRTINU: _____ TŪKST.EU.

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

ATSAKINGAS ATSTOVAS _____

2018 M. MĖN. D.

2018 M. MĖN. D.

LOKALINĖ SĄMATA

Sudaryta pagal 2017.10 kainas

SĄMATA**Statinių grupė** **2018-01-03 Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose****Statiny** **1 Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose****Žiniaraštis** **1 Vėjo energijos panaudojimas pastato inžinerinėse sistemose**

2018.01.04

Suma žiniaraščiui 31728.52 EUR

Lapas 1

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm	Iš viso
1 Įranga								
1	N18-175	Iki 100 l talpos išsiplėtimo indo montavimas	vnt.	1.0	7.01	0.95		7.96
2	1090-89	Išsiplėtimo indai 100 l talpos	vnt	1.0		121.45		121.45
3	N16P-1405	Dviejų kolektorių mazgo montavimas (kai atšakų skaičius 5.00)	vnt.	1.0	14.21	16.02		30.23
4	7700101	Reguliuojamas kolektorius su debitomačiu 5 žiedų		1.0		204.89		204.89
5	N16P-1405	Dviejų kolektorių mazgo montavimas (kai atšakų skaičius 6.00)	vnt.	1.0	14.68	17.52		32.2
6	7700102	Reguliuojamas kolektorius su debitomačiu 6 žiedų		1.0		245.58		245.58
7	N16P-1404	Spintų kolektoriniams mazgams montavimas	vnt.	2.0	11.68	0.8	0.2	12.68
8	7700103	Kolektorinė spintelė 4 ž.,	vnt.	1.0		43.34		43.34
9	7700104	Kolektorinė spintelė 6 ž. potinkinė	vnt.	1.0		47.85		47.85
10	N18-146	Iki 25 kW galios kieto kuro katilo montavimas	vnt.	1.0	45.55	1.84	0.15	47.54
11	88001001	Kieto kuro krosnelė su galimybe ruošti karštą vandenį šildymui, Q=9kW 80/60°C	kompl.	1.0		1995.0		1995.0
12	N20P-0806	Išorinių blokų montavimas	vnt.	1.0	16.94	1.1	12.0	30.04
13	88001002	Šilumos siurblio išorinis blokas Qš=8,43kW, N-230V 2,1kW, COP-4,05, freonas R-410A, Svoris 56kg, matmenys 735x825x300	vnt	1.0		2654.0		2654.0
14	N20P-0801	Vidinių blokų montavimas	vnt.	1.0	8.76	0.4	0.09	9.25
15	88001003	Šilumos siurblio vidinis blokas, išeinančio vandens temp. 15-50°C, komplekte plokštelinis šilumokaitis, cirkuliacinis siurblys, išsiplėtimo indas, valdymo automatika	vnt	1.0		2654.0		2654.0
16	N18-121	Cirkuliacinio siurblio montavimas	vnt	3.0	23.98	13.2		37.18
17	88001004	Cirkuliacinis siurblys su elektroniniu valdymu (ALPHA2 15-50 130), N-230V 50W, Q=0,23m³/h iki 0,38m³/h P= 45kPa	vnt	3.0		738.0		738.0
18	N17-15	Rankšluosčių džiovintuvų montavimas	vnt.	1.0	5.31	0.12		5.43
19	88001005	Vandeninis kombinuotas rankšluosčių džiovintuvas 200W 45/35°C, N-230V 300W, matmenys 500x1000	vnt	1.0		122.0		122.0
20	N16P-1207	Akumuliacinių talpų montavimas	vnt.	1.0	47.3	9.91	9.51	66.72
21	88001006	Multifunkcinė akumuliacinė talpa	vnt	1.0		1250.0		1250.0

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm	Iš viso
		V-800I, komplekte su viduje įmontuotu karšto vandens ruošimo nerūdijančio plieno gyvatuku, šilumos izoliacija 100mm ir poliuretaniiniu kietu apsauginiu kevalu						
22	88001007	Vėjo jėgainė, Ad-10m ² darbinis ratas, H-10m, komplekte su talpa ir krumpliaratinius siurbliu	vnt	1.0		3000.0		3000.0
Skyriuje 1					195.42	13137.97	21.95	13355.34
2 Armatūra								
1	N16-61	Movinių ventilių, čiaupų, vožtuvų, kurių D iki 50mm, prijung.	vnt	19.0	49.16	1.68		50.84
2	88001008	Apsauginis vožtuvas kampinis. Pajungimas movinis PN16 Pnust-4bar Td - 50-60°C	vnt	1.0		8.91		8.91
3	88001009	Atbulinis vožtuvas. Pajungimas movinis PN16 T- 120°C	vnt	3.0				
4	88001010	Mechaninis filtras. Pajungimas movinis PN16 T- 120°C, su nerūdijančio plieno tinkleliu	vnt	3.0		248.49		248.49
5	88001011	Rutulinis ventilis. Pajungimas movinis komplekte su išardoma jungtimi PN16 T- 120°C, ilga rankena	vnt	12.0		92.16		92.16
6	N16P-0803	Matavimo prietaisų montavimas (termometrai, manometrai, termomanometrai) k8=1.02	vnt.	11.0	32.12	14.66	0.28	47.06
7	88001012	Termometras. Bimetalinis, matavimo ribos 0-120°C, pajungimas movinis komplekte su gilze DN20 vamzdžiui	vnt	11.0		56.87		56.87
8	N16P-0502	Trieigių movinių ventilių arba vožtuvų montavimas (nominalusis vidinis skersmuo iki 25 mm)	vnt.	3.0	10.69	12.82	0.21	23.72
9	88001013	Trieigis pamaišymo vožtuvas temperatūros palaikymui išėjime PN16, pajungimas movinis	vnt	1.0		36.5		36.5
10	88001014	Trieigis srautus jungiantis vožtuvas su motorizuota pavara kvs 0,63 PN16, pajungimas movinis	vnt	2.0		210.0		210.0
Skyriuje 2					91.97	682.09	0.49	774.55
3 Vamzdynai								
1	N16P-0101	Vamzdynų iš plieninių vamzdžių tiesimas, tvirtinant prie konstrukcijų (vamzdžio išorinis skersmuo iki 22 mm)	m	82.68	183.48	30.59	1.65	215.72
2	N16P-0101	Vamzdynų iš plieninių vamzdžių tiesimas, tvirtinant prie konstrukcijų (vamzdžio išorinis skersmuo daugiau 22 mm iki 40 mm)	m	1.62	4.54	0.62	0.06	5.22
3	88001015	Vamzdis Prestabo DN15	m	0.36		0.92		0.92
4	88001016	Vamzdis Prestabo DN20	m	82.32		278.24		278.24
5	88001017	Vamzdis Prestabo DN25	m	1.62		7.71		7.71
6	N16P-0201	Daugiasluoksnių vamzdžių tiesimas, tvirtinant prie konstrukcijų (vamzdžio išorinis skersmuo iki 32 mm)	m	651.06	1825.05	722.68	19.53	2567.26
7	88001018	Daugiasluoksniai vamzdžiai PE-x d18	m	651.06		781.27		781.27
Skyriuje 3					2013.07	1822.03	21.24	3856.34

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm	Iš viso
4 Vamzdynų fittingai								
1	N16P-0204	Plastikinių vamzdžių jungimas presuojamomis movomis, alkūnėmis, perėjimais (vamzdžio išorinis skersmuo iki 32 mm)	vnt.	130.0	113.88			113.88
2	88001019	Aklė plieninė presuojama DN20	vnt	2.0		4.54		4.54
3	88001020	Alkūnė plieninė presuojama DN15-DN15	vnt	1.0		1.93		1.93
4	88001021	Alkūnė plieninė presuojama DN20-DN20	vnt	82.0		175.48		175.48
5	88001022	Alkūnė plieninė presuojama DN25-DN25	vnt	2.0		5.88		5.88
6	88001023	Mova plieninė DN15-DN15	vnt	11.0		48.95		48.95
7	88001024	Redukcija DN20-DN18	vnt	2.0		3.06		3.06
8	88001025	Redukcija plieninė presuojama DN20-DN13	vnt	6.0		9.0		9.0
9	88001026	Redukcija plieninė presuojama DN20-DN15	vnt	4.0		6.0		6.0
10	88001027	Redukcija plieninė presuojama DN25-DN20	vnt	9.0		15.57		15.57
11	88001028	Trišakis plieninis presuojamas DN20-DN20-DN15	vnt	1.0		7.0		7.0
12	88001029	Trišakis plieninis presuojamas DN20-DN20-DN20	vnt	8.0		56.8		56.8
13	88001030	Trišakis plieninis presuojamas DN25-DN25-DN25	vnt	2.0		19.56		19.56
Skyriuje 4					113.88	353.77		467.65
5 Šilumos izoliacija								
1	N26P-0101	Vamzdyno vamzdžių izoliavimas folija padengtais kevalais, kai vamzdžio išorinis skersmuo iki 35 mm	100m	0.3502	28.63	1.39		30.02
2	897-174	Vamzdžių šilumos izoliaciniai kevalai su Al folija DN20, storis 20mm	m	33.66		69.68		69.68
3	897-178	Vamzdžių šilumos izoliaciniai kevalai su Al folija DN25, storis 20mm	m	1.36		3.07		3.07
Skyriuje 5					28.63	74.14		102.77
6 Papildomos medžiagos								
1	N16P-0201	Daugiasluoksnių vamzdžių tiesimas, tvirtinant prie konstrukcijų (vamzdžio išorinis skersmuo iki 32 mm)	m	11.0	30.84	12.21	0.33	43.38
2	88001031	Lankstūs iš anksto izoliuoti 2xDN20 PE-x vamzdžiai su apsauginiu gofruotu vamzdžiu, skirti naudoti po žeme, PN10,...	m	11.0		285.89		285.89
3	N1P-0402	II grupės grunto kasimas rankiniu būdu nesutvirtintose tranšėjose (iškasose), kai kasimo gylis daugiau 1,0m iki 2,0m k9=1.15	100m3	0.13	110.84			110.84
4	N1P-0707	Tranšėjų, iškasų ir duobių užpylimas gruntu rankiniu būdu, kai gruntas II grupės k9=1.15	100m3	0.13	56.55			56.55
5	N16P-1406	Vamzdynų hidraulinis bandymas	100m	7.5	479.7	4.04	39.15	522.89
6	940	Tvirtinimo detalės	t	0.045		86.81		86.81
7	N20P-0206	Grotelių montavimas, kai grotelių plotas iki 0,25 m2	vnt.	1.0	4.52	0.4	0.09	5.01
8	88001032	Oro šalinimo grotelės 100x150, Aef-0,015m²	vnt	1.0		18.0		18.0

Sam. eil.	Darbo kodas	Darbų ir išlaidų aprašymai	Mato vienetas	Kiekis	Kaina EUR			
					D.užm.	Medžiagos	Mechanizm	Iš viso
9	N20P-0503	Ašinių ventiliatorių montavimas sienose (languose) , kai ventiliatoriaus našumas iki 500 m3/val.	vnt.	2.0	14.83	0.8	0.25	15.88
10	88001033	Sieninis oro šalinimo ventiliatorius su atbuliniu vožtuvu Q-30m³/h P-3.5Pa	vnt	1.0		19.2		19.2
11	88001034	Sieninis oro šalinimo ventiliatorius su atbuliniu vožtuvu Q-30m³/h P-7Pa	vnt	1.0		19.2		19.2
12	N20P-0101	Plieninių apvalių užlankinių ortakių tiesių dalių montavimas , kai ortakio skersmuo iki 160 mm	m	10.0	19.27	26.48	0.1	45.85
13	88001035	Cinkuotos skardos ortakis Ø100	m	7.0		15.61		15.61
14	88001036	Cinkuotos skardos ortakis Ø160	m	3.0		9.75		9.75
15	R10-59	Dūmtraukių su termoizoliacija montavimas, kai skersmuo 160 mm	m	3.0	28.85	5.1	37.38	71.33
16	88001037	Dvisienis nerūdijančio plieno dūmtraukis Ø160 su 50mm šilumos izoliacija ir apskardintas cinkuotos 0.5mm storio skardos lakštais, komplekte su pravala	m	3.0		207.0		207.0

Skyriuje 6

745.40 710.49 77.30 1533.19

Viso žiniaraštyje 1

3188.37 16780.49 120.98 20089.84

Papildomų medžiagų vertė 3.00%

503.41

Papildomų mechanizmų vertė 3.00%

3.63

Sezoniniai darbai 15.00% (167.39)

25.11

Specifiniai darbai 17.00%

0.64

Papildomas darbo užmokestis 8.00%(3188.37+25.11+0.64)

257.13

Viso:

3471.25 17283.90 124.61 20879.76

Soc.draudimo išlaidos 31.00%(3188.37+25.11+0.64+257.13)

1076.09

Statinio statybos išlaidos**Viso:**

4547.34 17283.90 124.61 21955.85

Statybviētės išlaidos 9.00%

1976.03

Iš viso tiesioginės išlaidos

23931.88

Pridėtinės išlaidos 30.00%(3188.37+25.11+0.64+257.13)

1041.38

Pelnas 5.00%(23931.88+1041.38)

1248.66

Iš viso netiesioginės išlaidos

2290.04

Bendra vertė be PVM

26221.92

Pridėtinės vertės mokestis 21.00%

5506.60

Bendra vertė su PVM

31728.52