



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Vilius Virganavičius

**DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO INŽINERINIŲ SISTEMŲ
TYRIMAI IR MODERNIZAVIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Karolis Banionis

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

TVIRTINU

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

BAIGIAMOJO PROJEKTO PAVADINIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Pastatų inžinerinės sistemos (kodas 621H24001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Karolis Banionis
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr.
(data)

Projektą atliko


(parašas) Vilius Virganavičius
(data)

KAUNAS, 2016

Darbą atliko SPM-4 gr.
studentas:

Vilius Virganavičius

vardas, pavardė

 15.12.15

parašas, data

Darbo vadovas:

Karolis Banionis

vardas, pavardė

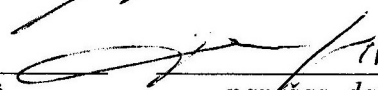
 15.12.21

parašas, data

Katedros vedėjas:

Andrius Jurelionis

vardas, pavardė

 15.12.21

parašas, data

Konsultantai:

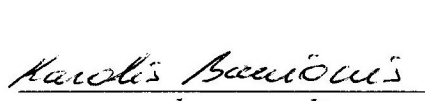
Architektūrinė dalis



vardas, pavardė

parašas, data

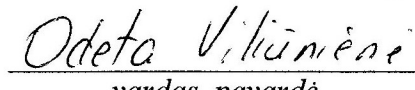
Technologijų ir
organizavimo dalis



vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis



vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis



vardas, pavardė

parašas, data

PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO PATVIRTINIMAS

Patvirtinu, kad parengtas (bakalauro, magistro) baigiamasis darbas
Daugiabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų tyrimai ir modernizavimas

(įrašyti pavadinimą)

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGETINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

**DAUGIABUČIO GYVENAMOJO NAMO INŽINERINIŲ SISTEMŲ TYRIMAI IR
MODERNIZAVIMAS**

Vilius Virganavičius

Magistro baigiamajame darbe atlikti daugiabučio gyvenamojo namo energinio naudingumo skaičiavimai ir esamų inžinerinių sistemų būklės tyrimai. Remiantis gautais tyrimų rezultatais, bei atliktais energinio naudingumo skaičiavimais, nustatyta pastato energinio naudingumo klasė F. Siekiant sumažinti daugiabučio gyvenamojo namo energijos suvartojimus pateikti įvairių energijos taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimai. Atsižvelgiant į šiuos įvertinimus pastatui suprojektuotos šildymo, karšto vandens ir vėdinimo sistemos.

Kaune esančio dviejų aukštų daugiabučio gyvenamojo namo, esama vienvamzdė viršutinio paskirstymo šildymo sistema modernizuojama į nepriklausomą dvivamzdę viršutinio paskirstymo sistemą. Pastatui šiluma tiekama centralizuotai iš miesto šilumos tinklų. Pastate bus naudojami apatinio pajungimo plieniniai radiatoriai. Atlikus pastato modernizaciją reikalinga šildymo galia 41,9 kW.

Pastatui suprojektuota mechaninio vėdinimo sistema, kurios našumas – 2044 m³/h. Pastatui oras bus tiekiamas ir šalinamas per palėpėje įrengtą vėdinimo įrenginį VERSO – PCF–20–2,5.

Modernizuojama pastato karšto vandens sistema įrengiant cirkuliacinį kontūrą su rankšluosčių džiovintuvais. Taip pat karšto vandens ruošimui, ant pastato stogo įrengiami plokštieji saulės kolektoriai, kurių bendras plotas 40,14 m².

Reikšminiai žodžiai (iki 8 žodžių): Daugiabutis gyvenamasis namas; energinio naudingumo klasė; modernizacija; šildymas; vėdinimas; karštas vandentiekis, saulės kolektoriai.

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

Master final work

**ENGINEERING SYSTEMS RESEARCH AND MODERNIZATION OF MULTIFAMILY
RESIDENTIAL BUILDING**

Vilius Virganavičius

In Master's final work there was performed residential building energy performance calculations and the research of engineering systems state. Based on the research results, along with a building energy-efficiency calculations, the energy performance class F was determined. In order to reduce the residential multifamily building energy consumption, the various cost-effectiveness of energy-saving assessments were presented. Taking into account these assessments the heating, hot water and ventilation systems were designed for this building.

The existing one-pipe upper distribution heating system is being modernized into independent two-pipe upper distribution system in two-story multi-family residential building at Kaunas. The heat for the building is supplied from the district heating network. Devices used for building heating are lower connection steel radiators. Required heating capacity for a building after modernization is 41,9 kW.

The mechanical ventilation system whose airflow 2044 m³/h is designed for a building. Air for the building is supplied and discharged by ventilation device VERSO-PCF-20_2.5 installed at the attic.

The building hot water system is modernized by installing a circulation circuit together with towel dryers. Also for hot water preparation, flat plate solar collectors with a total area of 40.14 m² were installed on the roof.

Keywords (up to 8 words): Multi-family residential building; energy efficiency class; modernization; heating; mechanical ventilation; hot water; solar collectors.

TURINYS

ĮVADAS.....	1
AIŠKINAMASIS RAŠTAS	2
1. OBJEKTO TEISINIO REGLAMENTAVIMO DALIS	3
2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS	5
3. PASTATO INŽINERINIŲ SISTEMŲ IR ĮRANGOS DALIS	8
3.1. Tiriamoji dalis.....	9
3.1.1. Mokslinės literatūros apžvalga	9
3.1.2. Pastato atitvarų ir inžinerinių sistemų būklės analizė ir modernizavimo galimybės	11
3.1.3. Objekto inžinerinių sistemų būklė ir energijos taupymo priemonių įgyvendinimas	16
3.1.4. Objekto inžinerinių sistemų būklė ir energijos taupymo priemonių įgyvendinimas	24
3.2. Šildymas	36
3.2.1. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų parinkimas.....	37
3.2.2. Patalpų šilumos nuostolių skaičiavimas	37
3.2.3. Šildymo prietaisų skaičiavimas ir parinkimas	39
3.2.4. Šildymo sistemos hidrauliniai skaičiavimai	41
3.2.5. Šildymo sistemos valdymas.....	46
3.3. Karštas vandentiekis.	47
3.3.1. Pastato karšto vandens poreikis	47
3.3.2. Hidraulinis karšto vandentiekio skaičiavimas	48
3.3.3. Karšto vandens sistemos valdymas	51
3.4. Vėdinimas.	52
3.4.1. Projektiniai oro kiekiai	53
3.4.2. Oro paskirstymo ir šalinimo įrenginių parinkimas	54
3.4.3. Vėdinimo sistemos aerodinaminiai skaičiavimai	55
3.4.4. Oro vėdinimo įrangos parinkimas	58
3.4.5. Vėdinimo sistemos valdymas	60
4. TECHNOLOGINĖ – ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖ DALIS.....	60
4.1. Reikalavimai šildymo sistemai	60
4.2. Reikalavimai karšto vandens sistemai.	62
4.3. Reikalavimai vėdinimo sistemai.....	63
4.4. Ekonominė dalis	64
5. DARBŲ VYKDYMAS IR APLINKOS APSAUGA	66

IŠVADOS.....	67
LITERATŪRA.....	69
PRIEDAI.....	71
1. Priedas. Pastato duomenys	72
2. Priedas. Energijos balansas	76
3. Priedas. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas	80
4. Priedas. Pastato šilumos nuostolių detalūs skaičiavimai	82
5. Priedas. Siurblys šildymo sistemai	90
6. Priedas. Šilumokaičių techninės charakteristikos.....	91
7. Priedas. Šildymo sistemos medžiagų žiniaraštis	93
8. Priedas. Siurblys karšto vandens sistemai	94
9. Priedas. Saulės kolektorių parinkimas.....	95
10. Priedas. Karšto vandens sistemos medžiagų žiniaraštis	101
11. Priedas. Difuzorių parinkimas	102
12. Priedas. Ventiliatoriaus vėdinimo sistemai parinkimas.....	104
13. Priedas. Vėdinimo įrenginys	105
14. Priedas. Vėdinimo sistemos medžiagų žiniaraštis	110

IVADAS

Magistro baigiamojo darbo tiriamojoje darbo dalyje atlikti namo energinio naudingumo skaičiavimai ir esamų inžinerinių sistemų tyrimai Kaune esančiam dviejų aukštų daugiabučiui gyvenamajam namui, kurio bendras plotas 981,06 m². Atlikus energinio naudingumo skaičiavimus nustatyta pastato energinio naudingumo klasė F.

Atlikus energijos taupymo priemonių ekonominio efektyvumo įvertinimą, suprojektuotos šildymo, karšto vandens ir vėdinimo sistemos.

Šildymo sistema projektuota įvertinant šalčiausio penkiadienio temperatūrą Kauno mieste. Pastatui šiluma tiekama centralizuotai iš miesto šilumos tinklų. Pastate esama šildymo sistema modernizuojama į dvivamzdę viršutinio paskirstymo šildymo sistemą. Pastato projektinė šildymo sistemos galia atlikus modernizaciją yra 41,9 kW.

Pastate keičiama karšto vandens sistema įrengiant cirkuliacinę liniją bei rankšluosčių džiovintuvus. Sistema projektuojama iki butuose esančių vandens apskaitos prietaisų. Prie rankšluosčių džiovintuvų įrengiami termostatiniai ventiliai vonios patalpų temperatūrai reguliuoti. Rankšluosčių džiovintuvai buvo parenkami taip, kad šaltuoju metų laiku padengtų šilumos nuostolius vonioje.

Pastate suprojektuota mechaninio vėdinimo sistema, vėdinimo įrenginį įrengiant palėpėje. Į pastatą bendras tiekiamo ir šalinamo oro kiekis yra 2044 m³/h. Oro tiekimo ir šalinimo difuzoriai montuojami sienose. Pastate oras tiekiamas į miegamojo, svetainės ir virtuvės patalpas, o šalinamas per virtuvę ir san. mazgus. Oro tiekimo ortakiai montuojami prie išorinių pastato sienų ir apdengiami sienų šiltinimo izoliacija. Oro šalinimo ortakiai įleidžiami į pastate esančius natūralaus vėdinimo kanalus. Šilumos atgavimui buvo pasirinktas vėdinimo įrenginys su priešpriešinių srautų plokšteline rekuperatoriumi (naudingumo koeficientas 88 %). Oras iš šios sistemos šalinamas į palėpę, taip šildymo sezono metu siekiant sumažinti šilumos nuostolius patiriamus per palėpės ir antro aukšto perdangą.

Pasinaudojant pastatų atnaujinimo (modernizavimo) darbų skaičiuojamųjų kainų rekomendacijomis [1], kurias sudarė UAB „Sistela“, apskaičiuota bendra pastato

modernizacijos kaina, kartu su pastato atitvarų šiltinimu ir inžinerinių sistemų modernizavimu, yra 210,2 tūkst. eurų su PVM.

AIŠKINAMASIS RAŠTAS

Modernizuojamam daugiabučiui gyvenamajam namui Kaune yra projektuojamos šildymo, karšto vandens ir vėdinimo sistemos. Pastatas, kuriam projektuojamos inžinerinės sistemos, yra dviejų aukštų 12 butų su rūsiu ir palėpe.

Projektinė pastato šildymo sistemos galia reikalinga palaikyti numatytus mikroklimato parametrus pastato patalpose yra 41,9 kW. Šios sistemos galia turi padengti pastato patalpų šilumos nuostolius. Kaip projektinė lauko oro temperatūra imama šalčiausio penkiadienio temperatūra Kauno mieste, kuri yra $\theta_e = -22$ °C.

Esama priklausoma vienvamzdė viršutinio paskirstymo šildymo sistema modernizuojama į nepriklausoma dvivamzdę viršutinio paskirstymo šildymo sistemą. Apskaičiavus visus pastato šilumos nuostolius gauta, kad jie yra 36950 W, tuo tarpu lyginamieji šilumos nuostoliai yra 55 W/m². Pagal šilumos nuostolius pastatui buvo parinktas šilumokaitis, kuris sumontuotas pastato rūsyje esančiame šilumos punkte. Prie stovų įrengiama sistemos balansavimo armatūra. Nuo stovų PEX vamzdžiais pajungiami plieniniai apatinio pajungimo radiatoriai. Atlikus hidraulinius skaičiavimus, parenkami vamzdžių skersmenys. Parinktas 33 l talpos išsiplėtimo indas ir „MAGNA 32-100 F“ cirkuliacinis siurblys. Pagal apskaičiuotus patalpų šilumos nuostolius parinkti šildymo prietaisai. Plieniniai radiatoriai sumontuoti prie sienos, 15 cm atstumu nuo grindų. Kiekvienam šildymo prietaisui yra numatyti termostatiniai ventiliai, skirti efektyviam patalpų oro temperatūros reguliavimui, šilumos apskaitai ant kiekvieno radiatoriaus įrengiami šilumos dalikliai.

Esama karšto vandens sistema modernizuojama įrengiant cirkuliacinį kontūrą ir rankšluosčių džiovintuvus ant jo. Magistraliniai karšto ir cirkuliacinio vandentiekio vamzdynai montuojami rūsiu palubėje iš plieninių vamzdžių. Vandentiekio vamzdynai montuojami, tvirtinami bei izoliuojami gamintojo rekomenduojamais būdais bei dalimis. Magistraliniai vamzdynai montuojami su nuolydžiu ($i=0.002$) į šilumos punkto pusę. Stovams nuo magistralių atjungti, rūsiu palubėje suprojektuota atjungiamoji armatūra. Ant karšto vandens cirkuliacinės linijos stovų atšakų, numatomi balansiniai vožtuvai. Papildomam karšto

vandens ruošimui įrengiama saulės kolektorių sistema. Plokštieji saulės kolektoriai tvirtinami prie stogo dangos, bendras jų užimamas plotas 40,14 m².

Suprojektuota mechaninio vėdinimo sistema. Daugiabučio gyvenamojo namo patalpų vėdinimui parinktas VERSO – PCF–20–2,5 vėdinimo įrenginys, kuris tiekia 2044 m³/h oro. Juo oras tiekiamas projektiniais kiekiais į miegamuosius, svetaines, bei virtuves. Oras šalinamas iš san. mazgų, bei virtuvės. Gartraukiais iš virtuvės šalinamam orui naudojami natūralaus vėdinimo kanalai.

1. OBJEKTO TEISINIO REGLAMENTAVIMO DALIS

Šildymo, karšto vandens, bei vėdinimo dalys paruoštos, įvertinant šiuo metu Lietuvos Respublikoje galiojančių dokumentų reikalavimus.

Vadovaujantis: HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ [2] ir HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose“ [3] buvo parinktos projektinės pastato patalpų temperatūros, bei projektiniai oro judėjimo greičiai.

Šaltuoju metų laikotarpiu projektuojamo pastato šildomose patalpose vidaus oro temperatūra numatoma:

• Svetainėje	-	+20 °C
• Miegamajame	-	+20 °C
• San. mazguose	-	+18 °C
• Koridoriuose	-	+18 °C

Šiltuoju metų laikotarpiu visose projektuojamo pastato patalpose numatoma palaikyti +24 °C temperatūra.

Modernizuojamame pastate šildymo ir vėdinimo sistemos numatytos tokios, kad normaliai eksploatuojant patalpas būtų optimaliai naudojama energija, kad visose pastato patalpose arba jų vidaus darbo aplinkoje būtų galima palaikyti norminius mikroklimato parametrus:

- Oro kokybė kiekvienoje patalpoje būtų tokia, kad nekiltų pavojus sveikatai ir nesusidarytų nepalankios sanitarijos ir higienos sąlygos;
- Sukeliamas triukšmas ir virpesiai neviršytų higienos normomis leidžiamų reikšmių;
- Paduodamas oras tekėtų iš mažiau užterštos zonos į labiau užterštą;
- Būtų apribotas kenksmingų medžiagų sklidimas patalpoje.

Skaičiuojant šildymo ir vėdinimo sistemų sprendinius, įvertinta:

- Pastatų padėtis (orientacija pasaulio šalių atžvilgiu, apsauga nuo vėjo);
- Pastatų atitvarų ir visų statybinių konstrukcijų varžos;
- Šilumos, drėgmės, teršalų išsikyrimai nuo žmonių ir įrenginių;

Vadovaujantis HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ [4] buvo nustatyti didžiausi leidžiami triukšmo ribiniai dydžiai, šios paskirties pastatui jie yra – 55 dBA.

Vadovaujantis STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ [5] buvo priimti ir apskaičiuoti, kai kurių pastato konstrukcijų šilumos laidumo koeficientai, bei parinktos šiluminių tiltelių vertės.

Vadovaujantis STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ [6] buvo nustatyta patalpų vidaus oro užterštumo klasė (EHA 2), bei parinktas atstumas tarp oro tiekimo ir šalinimo angų, bei parinktos šilumnešio temperatūros:

- Iš miesto tinklų – T110/70 °C
- Į šildymo sistemą – T80/60 °C

Pagal RSN 156 – 94 „Statybinė klimatologija“ [7] buvo parinkti lauko oro parametrai Kauno miestui:

- Lauko oro temperatūra šaltuoju metų laikotarpiu (parametrai B) - -22 °C;
- Lauko oro temperatūra šiltuoju metų laikotarpiu (parametrai B) - 24,3 °C;
- Šildymo sezono vidutinė lauko oro temperatūra - 0,7 °C;
- Šildymo sezono trukmė - 219 paros.

Vadovaujantis STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“ [8] buvo apskaičiuotas šilumos poreikis pastatui šildyti.

Remiantis RSN 26–90 „Vandens vartojimo normos“ [9], STR 2.07.01:2003 „Vandentiekis ir nuotekų šalintuvas. Pastato inžinerinės sistemos. Lauko inžineriniai tinklai“ [10], bei „Pastatų karšto vandens sistemų įrengimo taisyklės“ [11] buvo suprojektuota karšto vandens sistema, parinkti prietaisų debitai.

2. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

Pastato situacija:

Modernizuojamas daugiabutis gyvenamasis namas yra dviejų aukštų su rūsiu ir palėpe. Pastatas stovi 1609,21 m² stačiakampio formos sklype, kuris yra Kaune Jėgainės gatvėje. Sklypas yra 7,5 km nuo miesto centro. Į sklypą galima patekti iš Kalantos gatvės įsukant į Jėgainės gatvę. Sklypo atstumas iki Kalantos gatvės yra 100 m. Sklypo reljefas lygus, vidutinė paviršiaus altitudė 34,65 m.

Statinys užima 456,03 m² sklypo ploto. Aplink pastatą yra išklotas 105,4 m² plotas grindinio plytelėmis. Į pastatą galima patekti per du įėjimus iš šiaurinės pusės. Sklype taip pat yra įrengta gyventojams skirta ir 12 automobilių talpinanti, stovėjimo aikštelė. Pietinė ir rytinė sklypo dalys apželdintos žole. Aplink pastatą įrengiami 1 m pločio vaikščiojimo takai.

Sklypo užstatymo intensyvumas lygus:

$$Užstatymo\ intensyvumas = 60,97\ \%$$

Sklypo užstatymo tankumas lygus:

$$Užstatymo\ tankumas = 28,34\ \%$$

Pastato sprendimai:

Modernizuojamas dviejų aukštų pastatas silikatinių plytų mūro sienomis ir šlaitiniu stogu. Pastato bendrasis plotas – 981,06 m², naudingas plotas – 640,27 m², gyvenamasis plotas – 407,36 m². Pastato aukštis nuo žemės paviršiaus iki stogo kraigo yra 10,98 m, pastato tūris 3826 m³.

Aplink visą pastatą esanti nuogrinda grindžiama plytelėmis. Įrengiamos lauko durys su kodine spyna, kurių plotis 1,40 m, aukštis 2,20 m. Pastate yra dvi laiptinės iš kurių galima patekti į butus ir rūsius. Laiptinė yra 2,45 m pločio. Iš kiekvienos laiptinės galima patekti į

šešis butus po tris kiekviename aukšte. Laiptinėse įrengtomis kopėčiomis taip pat galima patekti į palėpę. Palėpės plotas 383,15 m².

Butuose yra šios patalpos: prieškambaris, svetainė, miegamasis, virtuvė, vonia ir WC. Patalpų aukštis 2,90 m. Antrame aukšte esantys butai turi balkonus kurių plotas 2,31 m². Į balkonus galima patekti per 1,20 m ir 2,70 m aukščio duris jungiančias svetainę su balkonu. Virš balkonų įrengiami 2,40 m pločio ir 1,00 m ilgio stogeliai. Iš Svetainės (visuose butuose) patenkama į prieškambarius kuriais galima patekti į kitas buto patalpas, bei laiptinę.

Konstrukciniai sprendimai:

Cokolis. Pamatai.

Numatoma atkasti pamatą ir jį šiltinti iki 0,6 m gylio. Cokolio ir pamato šiltinimui naudoti EPS100 150 mm storio putų polistirolą. Pamatą ir cokolį numatoma hidroizoliuoti, ties pamatu papildomai dėti drenažinę membraną, o cokolio apdailai naudoti dvigubai armuotą plonasluoksnį tinką, kurio atsparumo smūgiams klasė I. Labai svarbu, darbų metu atsižvelgti į visus grunte esančius vamzdynus ir inžinerinius tinklus, ir jų nepažeisti. Kadangi pamatų tinko sluoksnis yra labai pažeistas, todėl jis turi būti visas nudaužomas, pamatinė dalis ir cokolis nuvalomas antigrybėlinėmis ir antipelėsinėmis medžiagomis, ir tik tuomet įrengiami hidroizoliacijos, šiltinimo, bei apdailos darbai.

Išorės fasadai. Sienos. Apdaila.

Fasadų šiltinimui ir apdailai naudojama polistireninis putplastis EPS70 180 mm storio ir „ceresit“ sistema su plonasluoksnio tinko apdaila (arba analogiškų savybių medžiagos). Tvirtinimai ir kt. detalės – pagal gamintojo rekomendacijas ir technines specifikacijas. Fasadų apdaila pratęsiamą ir balkonuose. Langus ir balkono duris numatoma keisti tik tas, kurios yra senų konstrukcijų – medinės. Kiti plastikinių profilių langai ir balkoninės durys paliekami esami. Pastate numatoma keisti rūsio langus.

Laiptinėse keičiami langai ir durys. Bendras langų/durų šilumos perdavimo koeficientas turi tenkinti techninėse statybos techninių reglamentų reikalavimus. Vidaus laiptinės ir rūsio durys keičiamos metalinėmis durimis, durų šilumos perdavimo koeficientas turi tenkinti STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ [12] reikalavimus. Visi angokraščiai iš išorės papildomai apšiltinami 20 mm storio kieta vata. Palangių apdaila – plastifikuota cinkuota skarda.

Balkonų turėklai paliekami juos remontuojant, padengiant antikorozinėmis medžiagomis ir perdažant dažais skirtais metalui. Papildomai balkonai apdailinami plastifikuotos cinkuotos skardos turėklais išorėje ir „Cetris“ nedažoma plokšte viduje. Papildomai įrengiami metaliniai turėklai iki 1,2 m aukščio, dėl saugumo reikalavimų. Visi balkonai turi būti vieningos architektūros ir įrengti pagal vieningą sistemą.

Numatoma nuardyti esamas cinkuotos skardos palanges, lietvamzdžius, latakus. Langus numatoma keisti tik tuos, kurie yra senų konstrukcijų – mediniai. Kiti esami plastikinių profilių langai paliekami.

Perdanga.

Numatoma šiltinti perdangą tarp antro aukšto ir mansardinio (palėpės) aukšto. Pirmiausia esama perdanga išvaloma nuo šiukšlių. Tuomet klojama garo izoliacija – polietileno plėvelė. Šiltinimui naudojama „Paroc eXtra“ akmens vata arba analogiška medžiaga. Vėjo izoliacijai naudojama kieta akmens vata. Aptarnavimo takams papildomai numatoma 20 mm storio OSB plokštė sudėta tarp medinių 50x200 mm tašų, išdėstytų kas 1,2 m.

Stengiantis kuo labiau sumažinti šilumos nuostolius per neapšiltintas jungtis numatoma šiltinti ir mansardos išorines sienų atbrailas iš vidaus. Tam numatoma naudoti 50 mm kietą „Paroc“ akmens vatą ir tvirtinti ją prie sienų klijuojant.

Rūsio perdanga šiltinama 50 mm storio EPS 70 polistireniniu putplasčiu ir aptinkuojama.

Stogas.

Esamas stogas yra šlaitinis su 30 procentų nuolydžiu į pastato išorę. Stogo konstrukcija medinė, nešiltinta ir dengta asbocementinio šiferio lapais. Stogo dangą nepakeista, todėl numatoma naujai įrengti banguotą „ETERNIT“ pilkos spalvos cemento plaušo lakštų stogo dangą. Numatoma atstatyti ventiliacinių kaminų mūrą, kaminus apdailinti bei aptaisyti hidroizoliacija. Įrengti apsauginę tvorelę. Aplink kaminus ir apsauginės tvorelės laikančiąsias konstrukcijas ir kt. prie stogo montuojamus įrenginius papildomai numatoma kloti hidroizoliacijos juostą.

Apsauginės stogo tvorelės ant stogo pagal faktą nėra, po stogo dangos keitimo darbų ją numatoma įrengti. Apsauginė tvorelė iš juodo metalo, padengto antikorozinėmis medžiagomis ir dažyta pagal technologiją.

Pastato inžinerinės sistemos.

Pastato kanalizacija bei vandentiekio sistemos prijungtos prie miesto tinklų. Modernizuojamas šilumos punktas, karšto vandentiekio, šildymo sistemos, bei įrengiama mechaninė vėdinimo sistema. Pastate šildymas centralizuotas, numatomi įrengti plieniniai radiatoriai. Karšto vandens ruošimui įrengiama saulės kolektorių sistema su akumuliacinėmis talpomis.

Pastato atsparumo ugniai klasė II.

3. PASTATO INŽINERINIŲ SISTEMŲ IR ĮRANGOS DALIS

Šildymo, karšto vandens ir vėdinimo sistemų dalys buvo paruoštos pagal architektūrinės projekto dalies duomenis, įvertinant šiuo metu Lietuvos Respublikoje galiojančių teisinių dokumentų reikalavimus (sąrašas pateiktas 3.1 lentelėje).

3.1 lentelė. Teisinių dokumentų sąrašas

STR 1.05.06:2010	Statinio projektavimas.
STR 2.01.01(2):1999	Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga.
STR 2.01.01(3):1999	Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga.
STR 2.01.01(4):2008	Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga.
STR 2.01.01(5):2008	Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo.
STR 2.01.01(6):2008	Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas.
STR 2.01.09:2012	Pastatų energetinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas.
STR 2.05.01:2013	Pastatų energetinio naudingumo projektavimas.
STR 2.05.20:2006	Langai ir išorės įėjimo durys.
STR 2.09.02:2005	Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas.
STR 2.09.04:2008	Pastato šildymo galia. Šilumos poreikis šildymui.
RSN 156 - 94	Statybinė klimatologija.
HN 33:2011	Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje.
HN 69 - 2003	Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose.
Įsakymo Nr. 1 - 338	Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai.
RSN 26 - 90	Vandens vartojimo normos
STR 2.07.01:2003	Vandentiekis ir nuotekų šalintuvai. Pastato inžinerinės sistemos. Lauko inžineriniai tinklai
HN 24: 2003	Geriamojo vandens saugos kokybės reikalavimai
LRŪM įsakymas Nr. 4-253	Pastatų karšto vandens sistemų įrengimo taisyklės. 2005 m. Birželio 28 d.

3.1. Tiriamoji dalis

Vienas iš svarbiausių artimosios perspektyvos (iki 2020 m.) ES energetikos politikos tikslų yra iki 2020 m. pagaminti 20 % energijos iš atsinaujinančių energijos šaltinių, 20 % sumažinti šiltnamio dujų emisiją ir 20 % sumažinti energijos suvartojimą nacionalinio produkto vienetui.

Šilumos energija sudaro iki 80 proc. visų pastato (ypač gyvenamojo būsto) energijos sąnaudų, todėl labai svarbu atkreipti dėmesį į jos taupymą.

Šilumos energija suvartojama ne tik tinkamos temperatūros patalpose palaikymo, vėdinimo, oro kondicionavimo, karšto vandens ruošimo, technologijoms, bet ir neracionaliems šilumos nuostoliams kompensuoti.

Šilumos suvartojimą daugiabučių namų ir kitų pastatų šildymui lemia pastatų būklė. Jeigu kvadratinio metro šildymui suvartojamos šilumos kiekis per mėnesį yra 25 kWh ir daugiau, būtina renovuoti pastatą, nes tai yra vienintelis būdas gerokai sumažinti šilumos nuostolius. Atsižvelgiant į tai ir buvo atliekamas šis tiriamasis darbas. Tiriamojo darbo metu buvo atlikti termoviziniai, patalpų oro temperatūros ir santykinės drėgmės matavimai dviejų aukštų 12 butų gyvenamajame name, esančiame Kaune, Jėgainės g. 23.

Darbo tikslas: Atlikti daugiabučio gyvenamojo namo energinio naudingumo skaičiavimus ir esamų inžinerinių sistemų būklės tyrimus, bei pateikti pasiūlymus, sumažinančius pastato šilumos nuostolius, bei priemones, kurios leistų pastate palaikyti norminius mikroklimato ir higienos reikalavimus. Nustatyti pastato energinio naudingumo klasę.

3.1.1. Mokslinės literatūros apžvalga

Atliekant tiriamąjį darbą buvo remtasi ne tik Lietuvoje galiojančiais teisiniais dokumentais bei gautais matavimų rezultatais, bet ir moksliniais straipsniais, kurių tematika susijusi su namų atitvarų ir inžinerinių sistemų modernizavimu.

Straipsnyje „*Theoretical and real effect of the school's thermalmodernization—A case study*“ [22], kurio autorė Dorota Anna Krawczyk, buvo palyginti realūs ir teoriniai Lenkijoje esančios vidurinės mokyklos šiluminės energijos suvartojimai įgyvendinus pastato renovaciją. Atlikta pastato energijos suvartojimo analizė parodė didelį skirtumą tarp apskaičiuotos (

remiantis Lenkijoje galiojančia teisės aktais) ir realiai sutaupyta šiluminės energijos. Apskaičiuotos šiluminės energijos turėjo būti sutaupyta 59–71%, tačiau realiai buvo sutaupyta tik apie 33 %. Kadangi realiai sutaupyta šilumos energija skiriasi nuo apskaičiuotos, dėl to skiriasi ir CO₂ emisijos sumažinimo skirtumas, kadangi teoriškai apskaičiuotos CO₂ emisijos skirtumas buvo maždaug 33 % didesnis nei realus.

Šiame straipsnyje gauti rezultatai parodo, kad teoriškai apskaičiuota sutaupyta šilumos energija neatspindi realios situacijos ir reali pastato ir inžinerinių sistemų modernizacijos nauda susideda iš daugybės dalių ir ne visas jas galima įvertinti atliekant skaičiavimus.

Straipsnyje „*Energy savings across EU domestic building stock by optimizing hydraulic distribution in domestic space heating systems*“ [23], kurio autoriai Ciara Ahern ir Brian Norton, buvo siekiama kiekybiškai įvertinti įvairių šildymo sistemų subalansavimo galimybes ir taip sumažinti šilumos energijos suvartojimus visoje Europos Sąjungoje. Atlikus visoje Europos Sąjungoje esančių namų inžinerinių sistemų būklės analizę, buvo nustatyta, kad tinkamai subalansavus šildymo sistemą galima sutaupyti nuo 1 % iki 19 % energijos, priklausomai nuo pastato būklės ir vietovės. Iš viso visoje Europoje tai sutaupytų apie 22,6 milijonų tonų naftos arba 7,3 %, 53 % šių sutaupymų sudarytų siurblių galios sumažėjimas dėl tinkamo jų darbo režimo nustatymo. Likusius 47 % sudarytų šilumos suvartojimo sumažėjimas šildymo sistemose. Visi šie sutaupymai sumažintų CO₂ ekvivalentą maždaug 469 milijonais tonų.

Straipsnyje „*Šilumos sąnaudų ruošiant karštą vandenį individualiuose šilumos punktuose analizė*“ [24], kurio autorius Edvardas Tuomas, pateikiama šilumos sąnaudų karštam vandeniui ruošti ir reikiamai jo temperatūrai palaikyti analizė, kai karštas vanduo ruošiamas individualiuose šilumos punktuose įrengtais šilumokaičiais. Nustatyta, kad šilumos sąnaudų dalis, tenkanti karšto vandens temperatūrai palaikyti ir vonių patalpoms šildyti, yra artima šilumos sąnaudoms karštam vandeniui ruošti. Nustatyta, kad pagal galiojančią šilumos sąnaudų įvertinimo tvarką, už gautą šilumos kiekį ne visai tiksliai atsiskaitoma. Straipsnyje buvo analizuojami du daugiabučiai gyvenamieji namai su tokiais karšto vandens ruošimo sistemomis. Atlikti tiriamieji matavimai ir skaičiavimai parodė, kad norminės šilumos sąnaudos buvo mažesnės už faktines ir kad norminė karšto vandens temperatūra ne visada atitinka norminius reikalavimus.

Straipsnyje „*Determination of energy saving and optimum insulation thicknesses of the heating piping systems for different insulation materials*“ [25], kurio autorius Muhammet

Kayfeci, pateikiama optimalaus vamzdynų izoliacijos storio, energijos taupymo ir atsipirkimo laiko įvairaus skersmens šildymo sistemų vamzdžių analizė. Straipsnyje buvo analizuojamos šios izoliacinės medžiagos: akmens vata, EPS, XPS, putplastis ir stiklo pluoštas. Analizė parodė, kad šių medžiagų optimalus izoliacinis storis priklausomai nuo vamzdžio diametro (DN50÷DN250) svyruoja nuo 0,048 m (stiklo pluoštas DN50) iki 0,134m (akmens vata DN250). Daugiausiai energijos \$/m, nepriklausomai nuo vamzdžio diametro, sutaupo EPS izoliacinė medžiaga. Tačiau greičiausiai atsiperkanti medžiaga, priklausomai nuo vamzdyno diametro yra akmens vata ir jau minėtas EPS. Remiantis šiuo straipsniu yra pravartu rinktis vamzdynų šiluminę izoliaciją.

Taip pat buvo nagrinėta doc., dr. Artur Rogoža ir prof., habil. dr. Vytauto Martinaičio atlikta „Pastatų šildymo sistemų technologinio ir ekonominio įvertinimo studija“ [26]. Šiame darbe apžvelgtos labiausiai paplitusios Lietuvoje daugiabučių pastatų šildymo sistemos, įvertinti jų valdymo ypatumai ir komforto sąlygų reguliavimo priemonės, atliktas jų įrengimo ir priežiūros ekonominis įvertinimas, išanalizuotos energijos taupymo ir esamų šildymo sistemų renovacijos galimybės. Sukurtas šildymo sistemų ir šilumos punktų daugiakriterinio įvertinimo algoritmas, kurio pagrindu buvo įvertinta 28 šildymo sistemų ir 12 šilumos punktų derinių. Atlikus daugiakriterinį įvertinimą sudaryta šių derinių prioritentinė eilė, kurios pagrindu vartotojas (daugiabučio pastato gyventojas), pagal pastato aukštumą ir pageidaujamą reguliavimo tipą (automatinį ar rankinį) galės pasirinkti jam tinkamą šildymo sistemos tipą. Šis darbas gali padėti vartotojui apsispręsti dėl naujos sistemos įrengimo ar senos sistemos rekonstrukcijos tikslingumo.

Remiantis šiuo darbu buvo priimti kai kurie šilumos sutaupymo koeficientai susyja su inžinerinių sistemų modernizavimu.

3.1.2. Pastato atitvarų ir inžinerinių sistemų būklės analizė ir modernizavimo galimybės

Buvo atlikta daugiabučio gyvenamojo namo, esančio Jėgainės g.23, Kaune, atitvarų ir inžinerinių sistemų tyrimai ir analizė.

Atliekant tyrimus ir analizę buvo naudojama nekilnojamo turto kadastro byla, nuotraukos, AB „Kauno energija“ pateikta informacija ir informacija, gauta iš daugiabučio gyventojų.

Daugiabutis gyvenamasis namas yra dviejų aukštų su dvejomis laiptinėmis.

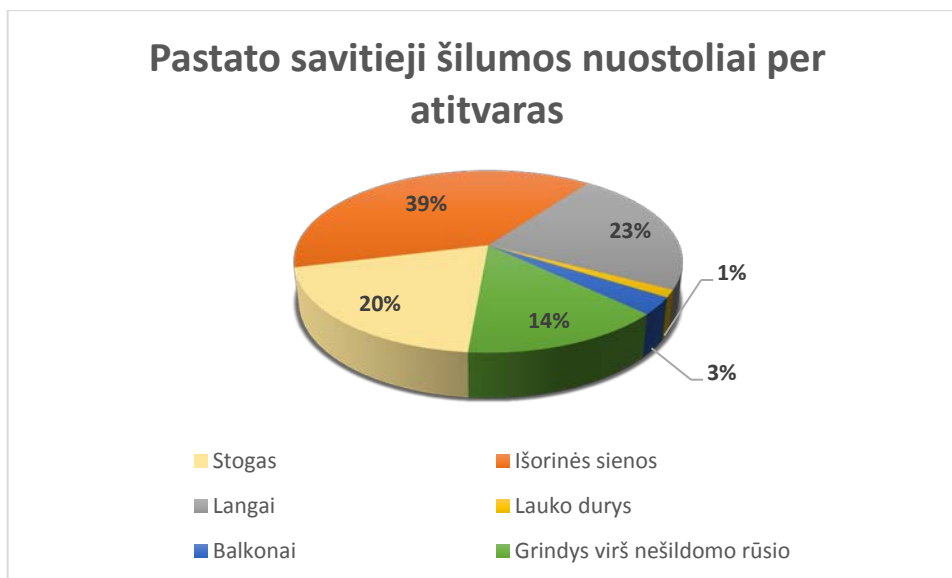
Pastatas statytas 1956 metais. Vidinis kiemas yra šiaurinėje pusėje, balkonai įrengti pietinėje ir šiaurinėje pusėse. Pastato ilgis – 38,65 m, plotis – 11,38 m, aukštis – 6,9 m. Pastatas yra vientisas su rūsiu ir palėpe. Rūsyje įrengtas šilumos punktas, rūsys ir palėpė nešildomi. Pastate yra 2 šildomos laiptinės ir 12 butų, po 6 butus viename aukšte.



1 pav. Pastato situacija.

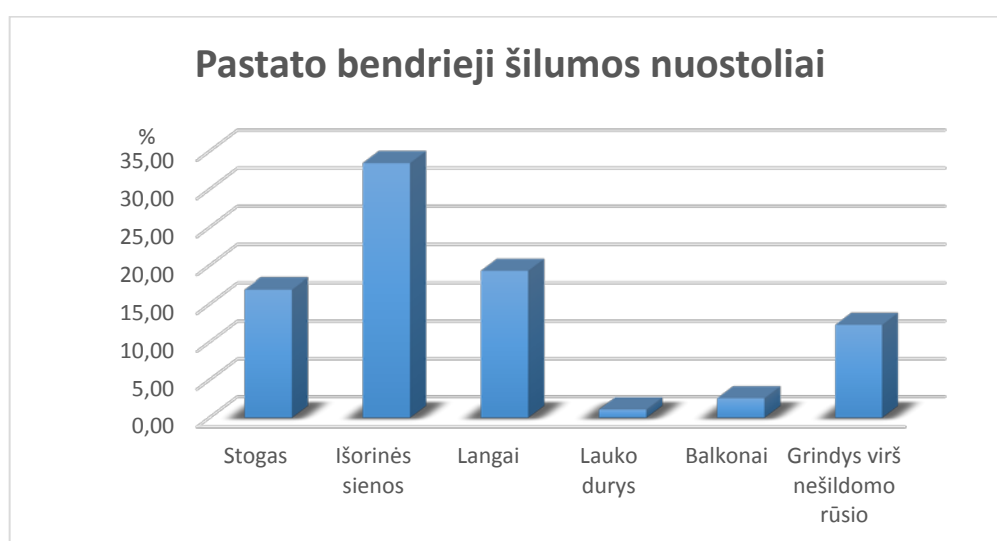
Išorės sienos – plytų mūras, aptinkuotas iš abiejų pusių. Pertvaros taip pat plytų mūro. Perdangos yra iš gelžbetoninių plokščių, nešiltintos. Pastato stogas šlaitinis, dengtas asbocementinio šiferio lapais, nešiltintas. 66 % daugiabučio langų pakeisti į plastikinius, kiti yra mediniai, prastos būklės. Fasaduose kai kur nubyrėjęs tinkas, pastato spalva išblukus, matomi įtrūkimai.

Daugiabučiui gyvenamajam namui šilumą tiekia AB „Kauno energija“, šaltą vandenį – UAB „Kauno vandenys“. Paskutinio šildymo sezono kaina už 1 MWh šilumos energijos 63,7 Eur be PVM.



2 pav. Savitieji šilumos nuostoliai per atitvaras

Daugiausiai šilumos nuostolių pastatas patiria per išorines atitvaras. Kadangi sienos yra nešiltintos, todėl daug šilumos prarandama per jas, net 39 % visų pastato savitųjų šilumos nuostolių (žr. 1 pav.). Įvertinus pastato šilumos nuostolius dėl infiltracijos ir natūralaus vėdinimo (žr. 2 pav.) per išorines sienas šis procentas sumažėja iki 33,5 %. Dėl infiltracijos ir natūralaus vėdinimo patiriama apie 14 % visų šilumos nuostolių. Per lauko duris patiriama apie 1 % visų šilumos nuostolių. Nors daugelis langų yra pakeisti, vis tiek per juos susidaro didelė dalis pastato šilumos nuostolių. Pagal šias diagramas matome, kad didžiausią dėmesį reikia skirti lauko sienų, langų bei stogo šiluminių savybių gerinimui.



3 pav. Pastato bendrieji šilumos nuostoliai

Šilumą pastatui tiekia AB „Kauno energija“. Esantys šildymo sistemos tiekiamieji magistraliniai vamzdynai yra izoliuoti (šiltinti mineraline vata iki 1993 m.). Tačiau magistralinių vamzdynų stovai ir grįžtamoji linija neizoliuoti, per juos prarandama dalis šilumos. Šildymo prietaisai pastate yra daugiausiai plieniniai radiatoriai, laiptinėse ketiniai radiatoriai. Reikėtų pakeisti senus radiatorius, sudėti termostatinis ventilius. Taip pat reikėtų ant stovų sudėti balansinius ventilius ir subalansuoti šildymo sistemą. Dėl to šiluma patalpose pasiskirstytų vienodai.

3.2 lentelė. Pastato atitvarų plotų ir jų šiluminių- techninių charakteristikų suvestinė.

Atitvaros pavadinimas	Bendras plotas, m²	Norminis šilumos perdavimo koeficientas U_N, W/m²K	Esamas šilumos perdavimo koeficientas U, W/m²K	Leistinas šilumos perdavimo koeficientas U_{MN}, W/m²K	Pastabos
Langai ir lauko durys					
Langai plastikiniai	96,12	1,6	1,7	≤1,9	Keisti nebūtina
Langai mediniai	49,42	1,6	2,50	≤1,9	Reikia keisti
Lauko durys	5,98	1,6	2,20	≤1,9	Tikslinga keisti
Balkonai ir kitos skaidrios atitvaros	19,44	1,6	1,7	≤1,9	Tikslinga keisti
Išorės sienos					
Sienos plokštės kartu su cokoline pastato dalis	608,72	0,2	1,27	≤0,3	Būtina šiltinti
Stogas					
Šlaitinis stogas	438,00	0,16	0,65	≤0,25	Būtina šiltinti stogo perdangą
Grindys					
Grindys virš rūšio	438,00	0,25	0,71	≤0,35	Tikslinga šiltinti 1-ojo aukšto grindis

Įvertinus esamą pastato situaciją, siūlomos šios energiją taupančios priemonės. Jos pagerins šilumines pastato savybes, sumažins šilumos suvartojimus ir sanitarines sąlygas patalpose.

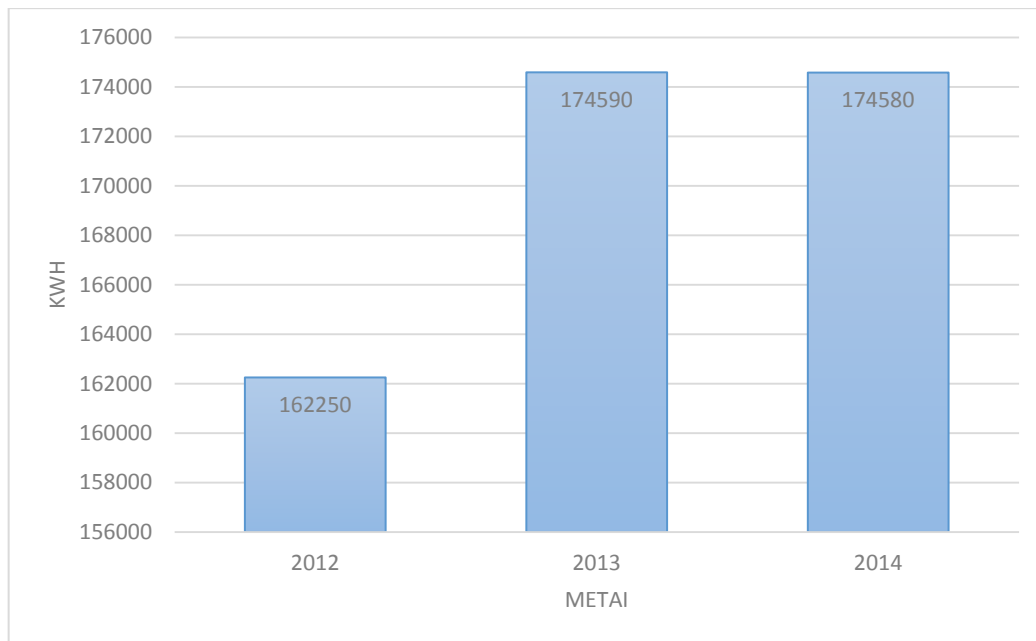
Siūlomos rekonstravimo priemonės:

1. Langų keitimas naujais.
2. Išorės sienų rekonstravimas – šiltinimas ir aptinkavimas.
3. Perdangos virš nešildomo rūšio šiltinimas.
4. Šlaitinio stogo šiltinimas ir dangos rekonstravimas.
5. Šildymo sistemos rekonstravimas, vamzdynų šiltinimas ir šildymo sistemos subalansavimas.
6. Vėdinimo sistemos rekonstravimas.
7. Karšto vandens ruošimo sistemos modernizavimas.

3.3 lentelė. Šilumos energiją taupančių priemonių ekonominiai rodikliai

Eil. Nr.	Energijos taupymo priemonės	Sutaupymai			
		MWh per metus	% nuo bendro vartojimo	Eur per metus	Eur/m ² šildomo ploto per metus
1	Išorinių lauko sienų šiltinimas įskaitant ir cokolinę pastato dalį	50,89	33,49	3256,96	5,09
2	Šlaitinio stogo rekonstravimas-šiltinimas	23,15	15,24	1481,60	2,31
3	Senų medinių langų keitimas naujais	9,05	5,96	479,20	0,90
4	1-o aukšto perdangos šiltinimas	11,02	7,25	705,28	1,10
	Iš viso :	94,11	61,94	5923,04	9,40

Pasinaudojant UAB „Kauno energija“ tinklalapyje pateiktais duomenimis nustatytas pastarųjų trijų metų šilumos suvartojimai pastate (žr. 4 pav.).



4 pav. Metinis šilumos suvartojimas

Atlikus pastato energinio naudingumo skaičiavimus su NRG-3 programa [27] nustatyta pastato energinio naudingumo klasė F.

3.1.3. Objekto inžinerinių sistemų būklė ir energijos taupymo priemonių įgyvendinimas

Pastatui buvo atlikti termoviziniai matavimai. Tyrimo data: 2015-02-12. Termovizorius „Fluke TiR1“. Aplinkos temperatūra: ~0 °C. Vidaus temperatūra: ~18 °C. Oras tyrimų metu: Oras sausas, debesuota.

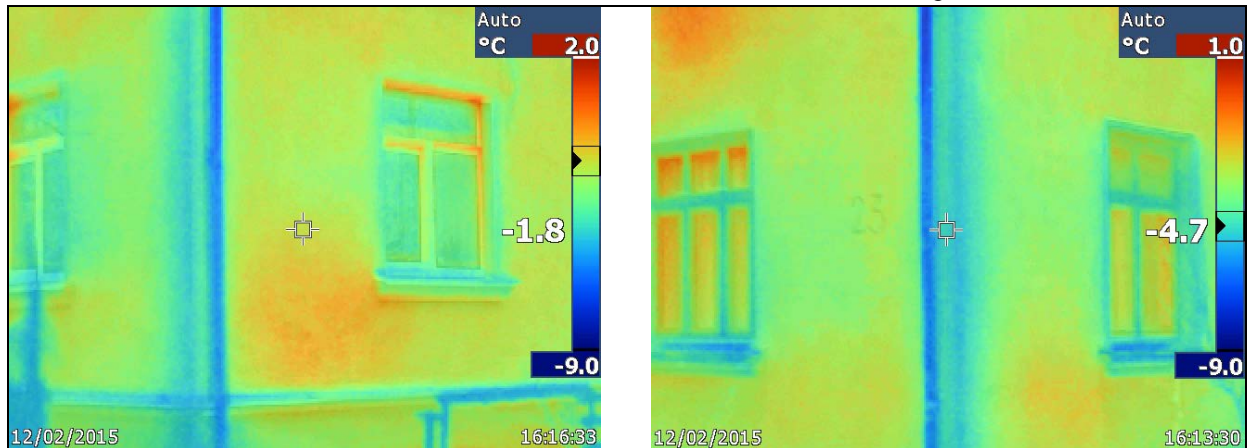
3.8 lentelė. Sienos ir langų termovizinės nuotraukos



Komentaras. Aplink langų rėmus matomi šilumos nuostoliai per lango konstrukcinę dalį, galimai dėl atsiradusių plyšių ar langų nusidėvėjimo. Taip pat pastebimi šilumos praradimai per sienas - vietose kuriose yra pastatyti radiatoriai.

Rekomendacija: rekomenduojama šiltinti langų angokraščius, taip sumažinat šilumos nuostolius ir padidinat temperatūros išlaikymą vidinėse patalpose. Šiltinti išorės sienas, balkonus. Patalpų vietose kur yra radiatoriai įrengti šilumą atspindinčius ekranus.

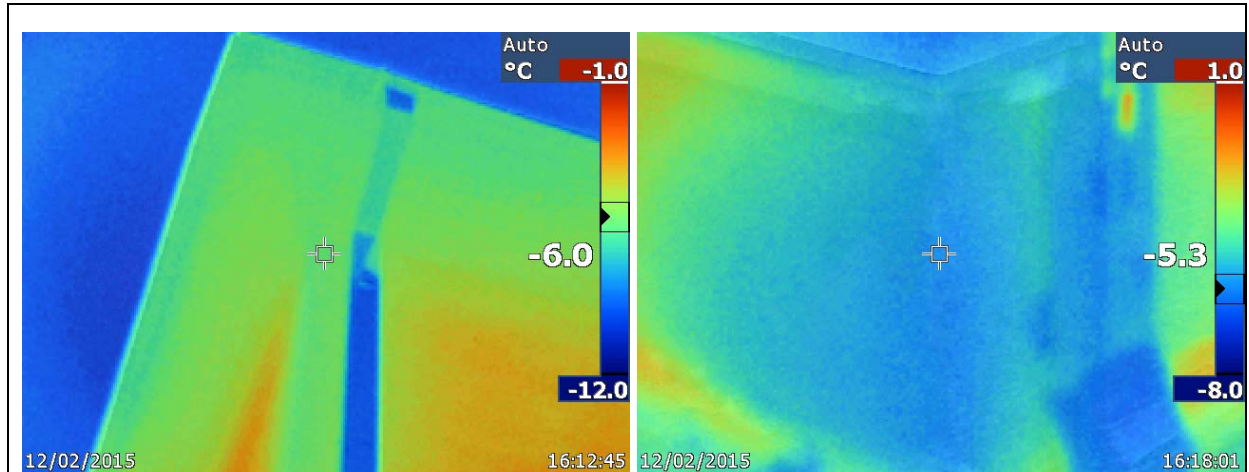
3.9 lentelė. Sienos išorinio kampo termovizinės nuotraukos



Komentaras. Šalia sienos kampo pastebimas temperatūros kontrastingumas galimai dėl toje patalpos vietoje pastatyto šilumą skleidžiančio prietaiso arba tiesiog po radiatoriumi pastatyto stalo kuris šilumos srautą nuo radiatoriaus nukreipia į patalpos kampą

Rekomendacija: Šiltinti sienas.

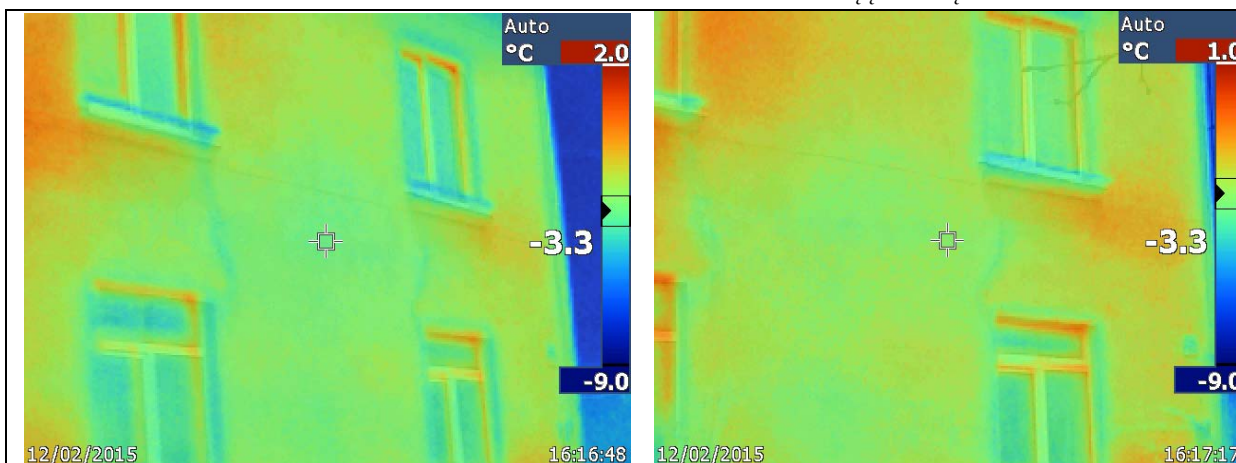
3.10 lentelė. Sienos sandūros su stogu ir pamato termovizinės nuotraukos nuotraukos



Komentaras. Matomi šilumos nuostoliai per sienos išorinio kampo, bei stogo ir sienos sandūrą. Pastebimi šilumos praradimai per pamatinę pastato dalį.

Rekomendacija: rekomenduojama šiltinti stogą bei pamatinę pastato dalį.

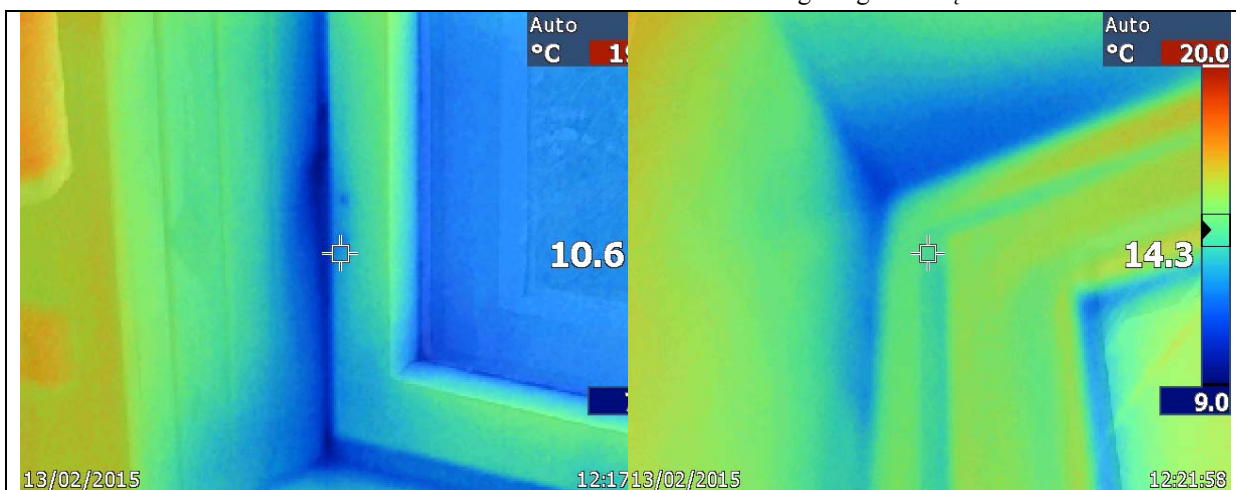
3.11 Lentelė. Sienose esančių įtrūkimų termovizinės nuotraukos



Komentaras. Pastebimi defektai, atsiradę sienoje plyšiai pro kuriuos prarandama šiluma. Galimas drėgmės atsiradimas sienos konstrukcijoje.

Rekomendacija: rekomenduojama šiltinti išorines sienas arba užpildyti plyšį termoputomis.

3.12 lentelė. Medinio lango angokraščių termovizinės nuotraukos



Komentaras. Matomas susidaręs šaltio tiltas per lango konstrukciją (rėmą). Šaltis juda per neizoliuotą lango įstatymo vietą. Pagal STR 2.05.20:2006 „LANGAI IR IŠORINĖS ĮĖJIMO DURYS“ [19] ties lango rėmu esančio paviršiaus temperatūra neatitinka leistinos minimalios paviršiaus temperatūros.

Rekomendacija: Rekomenduojama senus medinius langus keisti naujais, juos statant sienos termoizoliaciniame sluoksnyje.

Išorinės sienos

3.13 lentelė. Išorės sienų techninės charakteristikos.

Charakteristikos	Pastato išorės sienų konstrukcija – 0,55 m storio silikatinių plytų mūras. Pastato fasadas aptinkuotas ir dažytas, vidinė sienų dalis tinkuota. Daugiabutis namas pastatytas 1956 m., pagal tuo metu galiojusias statybos normas, sienų šiluminė varža visiškai neatitinka šiuolaikinių reikalavimų. Sienų šilumos perdavimo koeficientas $1,27 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ [5].
------------------	---

3.13 lentelės tęsinys

Apžiūros metu nustatyti pažeidimai	Pastatas statytas beveik prieš 60 metų, naudojantis tuo metu galiojusiomis statybos normomis, todėl natūralu, kad tokio pastato šiluminiai nuostoliai yra bent 30–40 % didesni nei naujos statybos namų. Pagal šiuo metu galiojančius Lietuvos Respublikos statybos techninius reglamentus, šilumos perdavimo koeficientas – 1,27 W/m ² K neatitinka norminių reikalavimų. Norint gauti C ar aukštesnės energinės klasės pastatą, sienų šilumos perdavimo koeficientas turi būti ne didesnis nei 0,2 W/m ² K [5]. Atlikus pastato apžiūrą pastebėta, kad kai kur aprupėjęs tinkas, atsiradę įtrūkimai sienose.
Atstatymo darbai	Sienas numatoma renovuoti, jas šiltinant ir aptinkuojant iš išorinės pusės.



5 pav. Įdrėkusios sienos, kai kurios pastato konstrukcijos dalys aprupėję, po langais fasado spalva pakitusi

3.14 lentelė. Išorės sienų šilumos nuostoliai

Eil. Nr.	Išorės atitvaros	Šilumos perdavimo koeficientas U, W/m ² ·K	Išorės atitvaros plotas A, m ²	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.} - \theta_{iš.}$, °C	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
						MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1	Išorinė siena (Šiaurė)	1.27	190,89	19,30	219.00	24,52	13,44	11.52
2	Išorinė siena (Pietūs)	1.27	195,29	19.30	219.00	25,08	13,75	11,79
3	Išorinė siena (Rytai)	1.27	64,73	19.30	219.00	8,26	4.53	3.88
4	Išorinė siena (Vakarai)	1.27	64,73	19.30	219.00	8,26	4.53	3.88

3.15 lentelė. Sienų rekonstrukcija

Siūloma lauko sienas šiltinti taip, kad sienos šilumos perdavimo vertė atitiktų norminę. Pastato apdaila išliktų tokia pat t. y. fasadai aptinkuojami ir nudažomi. Šiltinant išorės sienas, būtina šiltinti ir cokolinę – antžeminę ir požeminę pastato dalis.			
Išorės sienų rekonstravimas apšiltinant			
Investicija		53567,86	Eur
Sienų plotas	Plytų mūras kartu su cokoline pastato dalimi	608,72	m ²
1 m ² kaina		88	Eur/m ²
Šilumos energijos sutaupymai, MWh		50,89	MWh
Šilumos energijos sutaupymai, Eur		3256,96	Eur
Paprastasis atsipirkimo laikas		16,45	metai

Stogas

3.16 lentelė. Stogo techninės charakteristikos

Charakteristikos	Daugiabučio namo stogas šlaitinis, dengtas asbocementiniu šiferiu, po nešildoma palėpe. Palėpės perdanga šiltinta keramzito žvyru.
Apžiūros metu nustatyti pažeidimai	Stogo būklė prasta, stogo laikančios medinės konstrukcijos sutrūkinėja, papuvusios. Stogas neatitinka minimalių Lietuvos Respublikos normose reglamentuotų reikalavimų. Esamas palėpės – perdangos šiluminis laidumas yra 0,65 W/m ² K [5].
Atstatymo darbai	Būtina rekonstruoti stogą, šiltinti perdangą. Keisti stogo dangą.

3.17 lentelė. Stogo savitieji šilumos nuostoliai

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U, W/m ² ·K	Išorės atitvaros plotas A, m ²	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.} - \theta_{iš.}$, °C	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
						MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1	Stogas	0.65	438,0	19,3	219.00	35,99	19,73	16,91

3.18 lentelė. Stogo rekonstrukcija

<p>Pastato stogas rekonstruojamas ir šiltinama palėpės perdanga. Nusidėvėjusios stogo medinės konstrukcijos keičiamos naujomis, keičiama stogo danga. Numatoma atstatyti ventiliacinių kaminų mūrą, kaminus apdailinti bei aptaisyti hidroizoliacija. Įrengti apsauginę tvorelę.</p> <p>Esama perdanga nuvaloma. Tuomet klojama garo izoliacija – polietileno plėvelė. Šiltinimui naudojama akmens vata arba analogiška medžiaga. Vėjo izoliacijai naudojama kieta akmens vata. Aptarnavimo takams papildomai numatoma 20 mm storio OSB plokštė sudėta tarp medinių 50x200(h) tašų, išdėstytų kas 1,2 m. Stengiantis kuo labiau sumažinti šilumos nuostolius per neapšiltintas jungtis numatoma apšiltinti ir mansardos išorines sienų atbrailas iš vidaus. Tam numatoma naudoti 50 mm kietą Paroc akmens vatą ir tvirtinti ją prie sienų klijuojant.</p>		
Investicija	38473,44	Eur
Stogo plotas	438/558,6	m ²
1 m ² kaina	87,84	Eur/m ²
Esamas stogo šilumos perdavimo koeficientas U	0.65	W/m ² K
Numatomas stogo šilumos perdavimo koeficientas U	0.16	W/m ² K
Šilumos energijos sutaupymai, MWh	23,15	MWh
Šilumos energijos sutaupymai, Eur	1481,60	Eur
Paprastasis atsipirkimo laikas	25,97	metai

Langai, lauko durys ir kitos skaidrios atitvaros

3.19 lentelė. Langų ir lauko durų techninės charakteristikos

Charakteristikos	<p>Pastate, pakeista 121,54 m² langų į naujus plastikinius. Nors daugelis pastato langų pakeista, yra likę senų medinių langų kurių šiluminio laidumo charakteristikos yra prastos. Pastate yra likę 49,42 m² nepakeistų medinių langų. Tai yra 33,96 % visų langų įskaitant ir rūsio langus. Senų medinių langų šilumos laidumo koeficientas yra 2,5 W/m²K [5], jis neatitinka normatyvuose reglamentuotos reikšmės. Pastato lauko durų šilumos laidumas koeficientas yra 2,20 W/ m²K [5].</p>
Apžiūros metu nustatyti pažeidimai	<p>Esamas pakeistų langų šilumos laidumo koeficientas 1,7 W/m²K atitinka STR 2.01.01(6):2008 „Esminiai statinio reikalavimai [18]. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“ reikalavimus, jų būklė gera. Likę nepakeisti langai – mediniai su dviem stiklais. Apžiūros metu buvo pastebėti langų pažeidimai ir papuvimai, medinių langų būklė yra prasta. Šiluminis laidumo koeficientas per medinius langus yra 2,50 W/m² K [5] jis neatitinka šiuolaikinių reikalavimų. Kai kurie langai pilnai neužsidaro praleidžia šaltą orą.</p>
Atstatymo darbai	<p>Siūloma pakeisti medinius langus naujais plastikiniais, atstatant angokraščius ir pakeičiant palanges.</p>



6 pav. Esami pastato langai

3.20 lentelė. Langų rekonstrukcija, keitimas

Langų paketų vienas iš stiklų su minkšta selektyvine danga. Pirmojo aukšto langai projektuojami taip, kad atskiroje patalpoje būtų $\frac{1}{4}$ jos ploto varstomų langų dalis. Langai įrengiami su trečia varstymo padėtimi – „mikroventiliacija“. Įrengiami varstymo mechanizmai užtikrinantys lango stabilumą visose varstymo pozicijose, o ypač apsaugant langą nuo atvirkimo jį atidarius. Esamos vidaus palangės pakeičiamos naujomis plastikinėmis, arba remontuojamos. Esamos lauko palangių nuolajos pakeičiamos naujomis iš poliesterio dengtos cinkuotos skardos. Atstatoma vidaus ir lauko angokraščių apdaila. Vidaus angokraščiai tinkuojami, glaistomi, dažomi vandens emulsiniais dažais.

Investicija	3345,38	Eur
Langų plotas	49,42	m ²
1 m ² kaina	67,69	Eur/m ²
Esamas langų šilumos perdavimo koeficientas, U	2,5.	W/m ² K
Numatomas langų šilumos perdavimo koeficientas, U	1,3	W/m ² K
Esama oro infiltracija	0,70	h ⁻¹
Numatoma oro infiltracija	0,40	h ⁻¹
Šilumos energijos sutaupymai, MWh	9,05	MWh
Šilumos energijos sutaupymai, Eur	579,20	Eur
Paprastasis atsipirkimo laikas	5,78	metai

3.21 lentelė. Šilumos nuostoliai per atitvaras

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U, W/m ² ·K	Išorės atitvaros plotas A, m ²	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.-\theta_{iš.}}$, °C	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
						MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1	Langai mediniai	2.50	42,42	19,30	219	18,13	9,75	8,38

3.21 lentelės tęsinys

2	Langai mediniai (rūsio)	5,50	7,00	12,30	219	2,49	1,34	1,15
3	Langai plastikiniai	1,70	96,12	19,30	219	26,50	14,25	12,26
	Plastikinės balkonų durys	1,70	19,44	19,30	219	5,53	2,97	2,56
4	Durys	2,20	5,98	19,30	219	2,36	1,27	1,09

3.22 lentelė. Patiriami nuostoliai dėl infiltracijos ir natūralaus vėdinimo

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U , $W/m^2 \cdot K$	Išorės atitvaros plotas A , m^2	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.} - \theta_{iš.}$, $^{\circ}C$	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
						MWh	Atitvarose %	Viso pastato, %
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo						30,37		14,04

Pastato grindys

3.23 lentelė. Grindų techninės charakteristikos

Charakteristikos	Po pastatu yra įrengtas nešildomas rūsysis, tai sumažina šiluminius nuostolius per grindis, grindys virš rūsio įrengtos iš gelžbetoninių surenkamųjų plokščių, virš jų klojant juodlentes, grindys virš nešildomo rūsio yra nešiltintos
Apžiūros metu nustatyti pažeidimai	Apžiūrint grindis pažeidimų užfiksuota nebuvo.
Atstatymo darbai	Siūloma perdangą šiltinti šilumine izoliacija, taip pagerinant jos šilumines savybes.

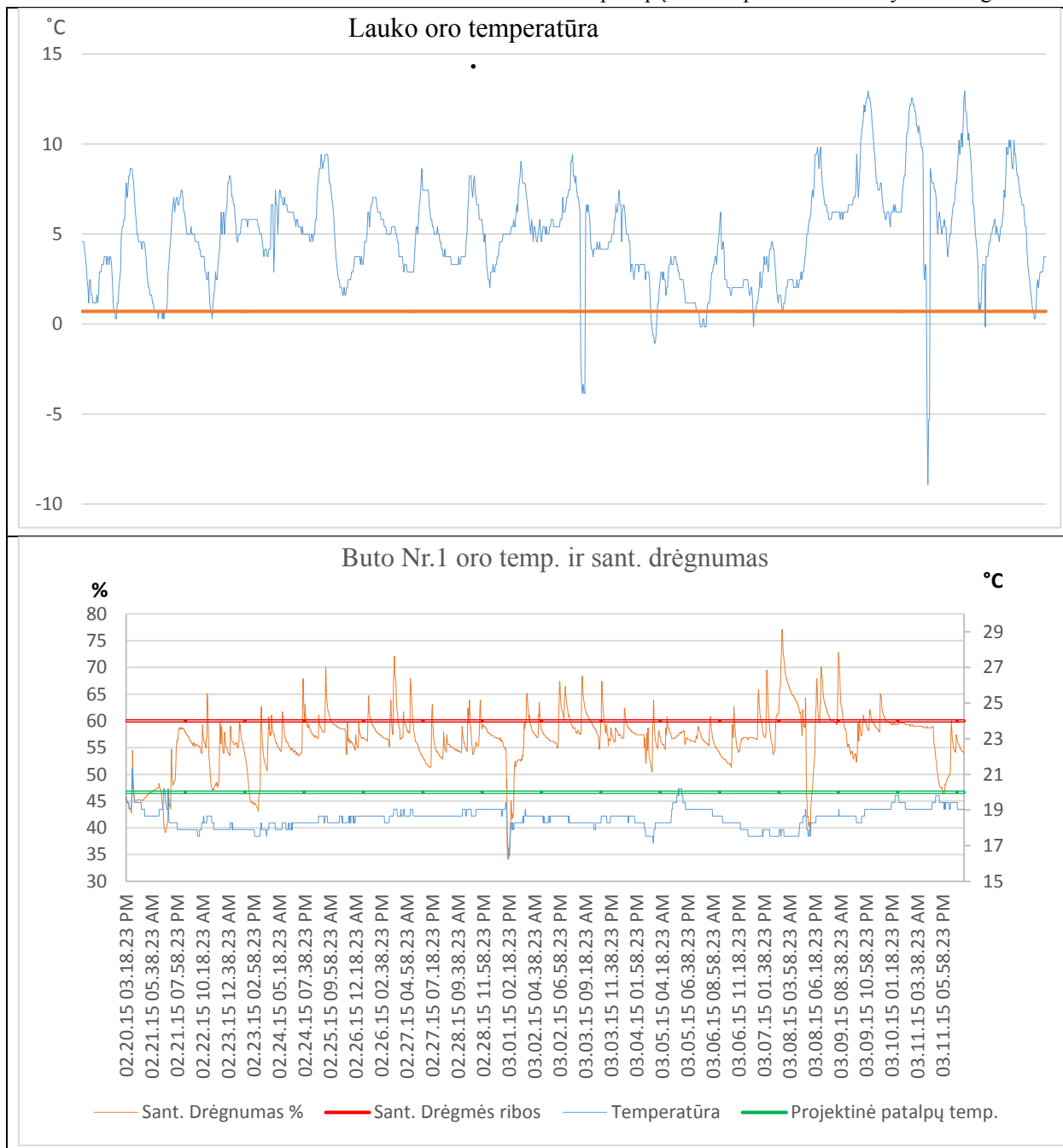
3.24 lentelė. Grindų rekonstrukcija

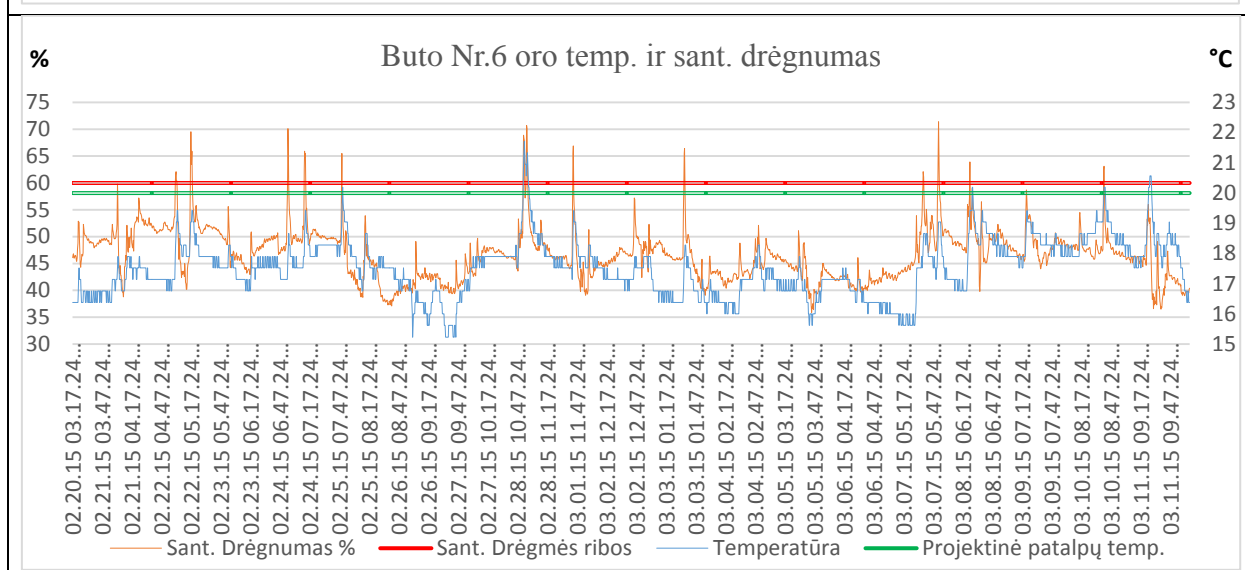
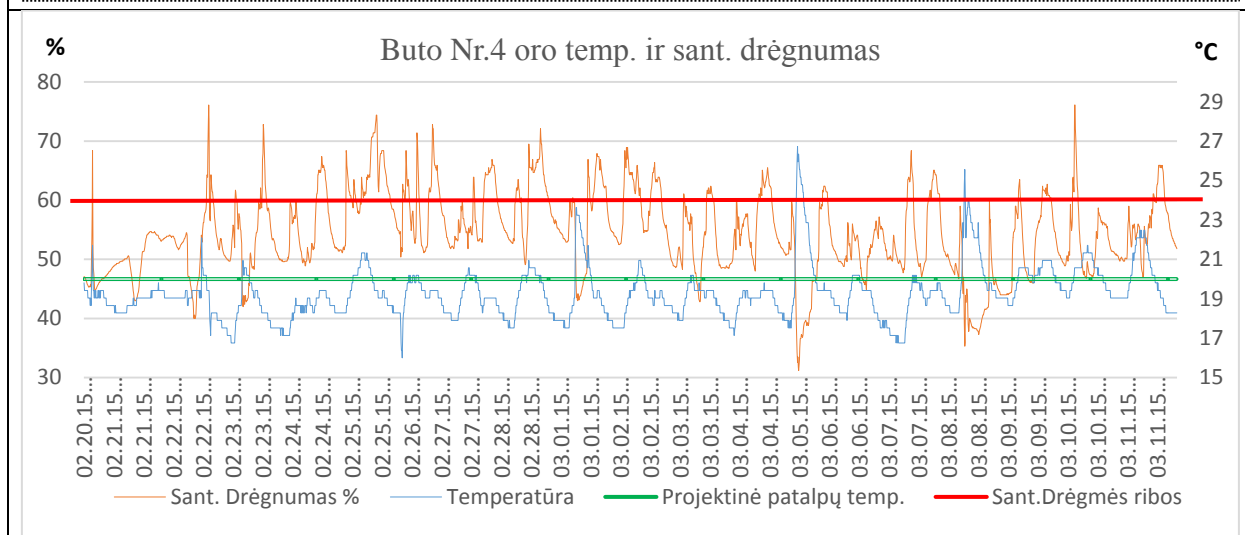
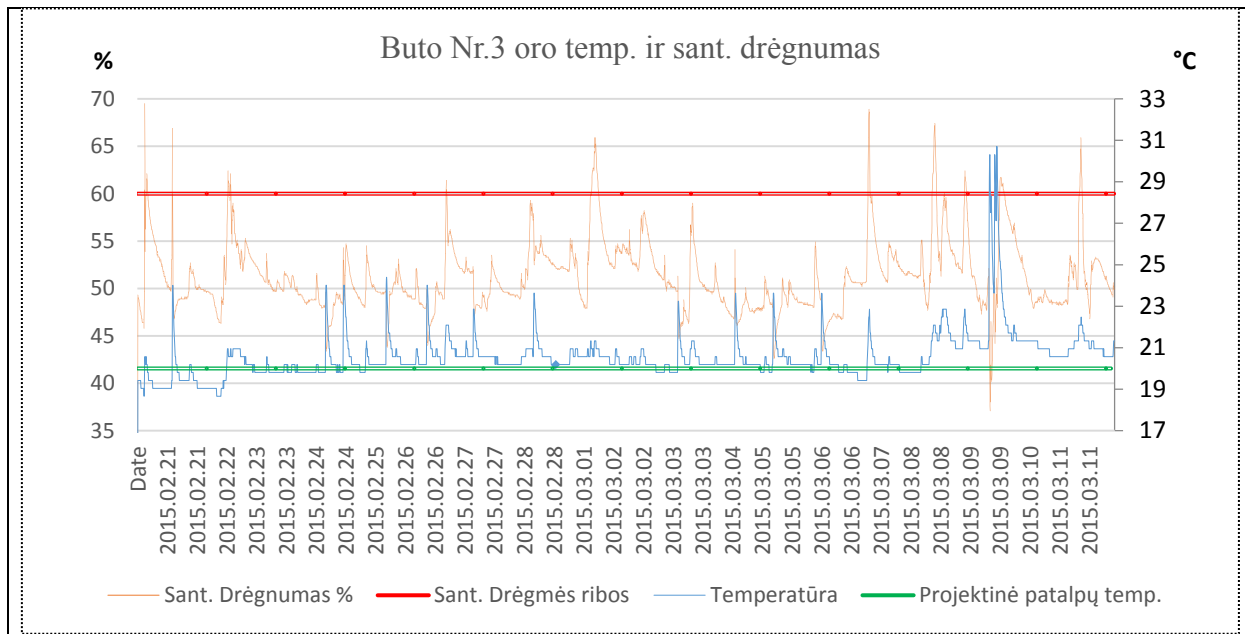
Rūsio perdangos šiltinimas 5 cm storio polistireniniu putplasčio lapais.		
Investicija	12075,66	Eur
Grindų plotas	438	m^2
1 m^2 kaina	18,86	Eur/ m^2
Esamas grindų šilumos perdavimo koeficientas, U	0,71	$W/m^2 K$
Numatomas grindų šilumos perdavimo koeficientas, U	0,35	$W/m^2 K$
Šilumos energijos sutaupymai, MWh	11,02	MWh
Šilumos energijos sutaupymai, Eur	705,28	Eur
Paprastasis atsipirkimo laikas	17,12	metai

3.1.4. Objekto inžinerinių sistemų būklė ir energijos taupymo priemonių įgyvendinimas

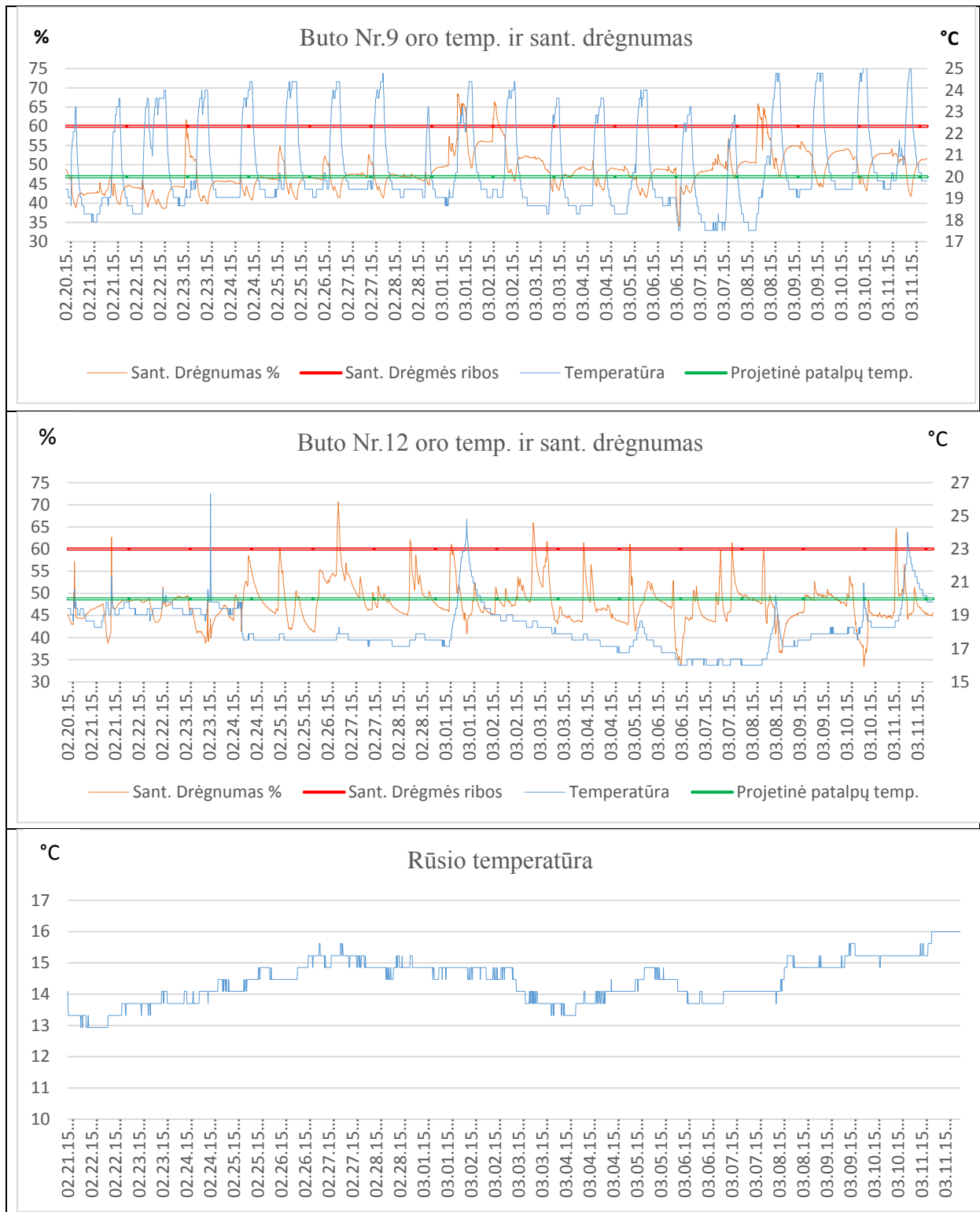
Siekiant nustatyti daugiabučio gyvenamojo namo patalpų oro temperatūros šildymo sezono metu, bei išgirdus iš namo gyventojų nusiskundimus dėl aukštos santykinės oro drėgmės, bei pelėsių atsiradimo buvo atlikti įvairių namo patalpų temperatūros ir santykinio drėgnumo matavimai. Matavimai buvo atlikti naudojant „HOBO Temp/RH“ oro temperatūros ir SD matuoklius–duomenų kaupiklius. Gauti rezultatai pateikti žemiau.

3.25 lentelė. Pastato patalpų oro temperatūros ir santykinis drėgnumas





3.25 lentelė tęsinys



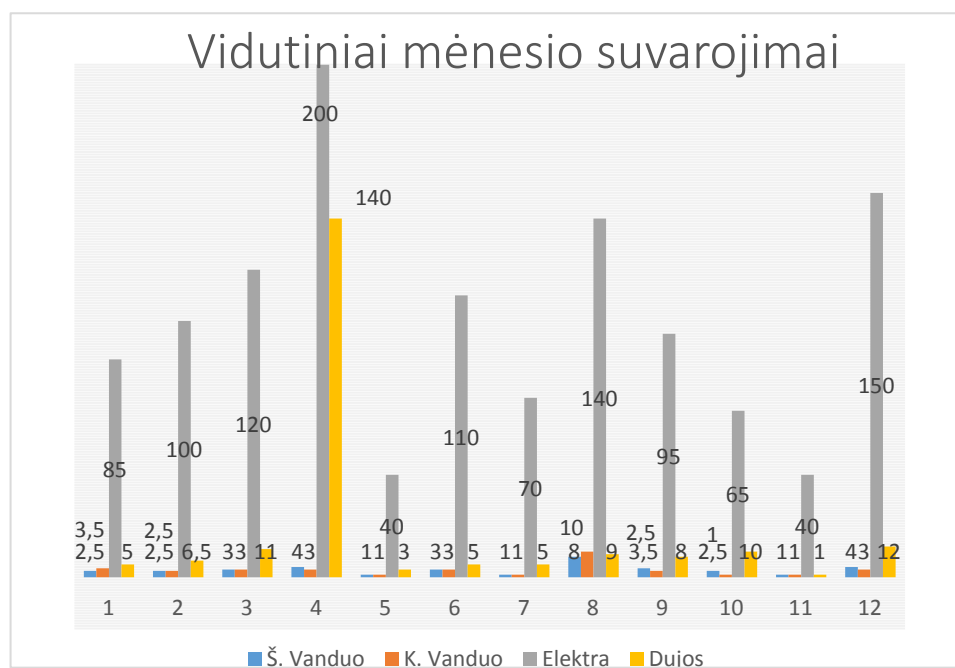
Iš pateiktų matavimo rezultatų matyti, kad įvairiose namo vietose temperatūra ženkliai svyruoja, tai gali reikšti, kad šildymo sistema yra išsibalansavusi. Visose namo patalpose pastebimas ganėtinai aukštas santykinis oro drėgnumas pagal STR 2.09.02:2005 5 priede pateiktą lentelę santykinė drėgme gyvenamosios paskirties pastate turėtų būti 40–60 % [6].

Siekiant nustatyti viso pastato šalto ir karšto vandens, dujų ir elektros energijos vidutinius suvartojimus per mėnesį, buvo atlikta gyventojų apklausa. Apklausos rezultatai pateikti 3.26 lentelėje.

3.26 lentelė. Apklausos rezultatai

Buto Nr.	Gyv. Sk.	Vidutiniškai per mėnesį suvartojamo šalto vandens kiekis m ³	Vidutiniškai per mėnesį suvartojamo karšto vandens kiekis m ³	Vidutiniškai per mėnesį suvartojamas elektros energijos kiekis kWh	Vidutiniškai per mėnesį suvartojamas gamtinių dujų kiekis m ³
1	1	2,5	3,5	85	5
2	2	2,5	2,5	100	6,5
3	2	3	3	120	11
4	4	4	3	200	140
5	1	1	1	40	3
6	2	3	3	110	5
7	1	1	1	70	5
8	4	8	10	140	9
9	3	3,5	2,5	95	8
10	2	2,5	1	65	10
11	1	1	1	40	1
12	1	4	3	150	12
VISO:	24	36	34,5	1215	215,5

Atlikus apklausą paaiškėjo, kad buto Nr.4 gyventojai, kaip papildomą šilumos šaltinį naudoja dujinį šildytuvą. Buto Nr.12 gyventojai už šaltą ir karštą vandenį moką pagal normą (bute nėra įrengtos vandens apskaitos), bei papildomam patalpų šildymui naudoja elektrinius radiatorius.



7 pav. Vidutiniai namo suvartojimai

Šildymo sistema

3.27 lentelė. Šildymo sistemos charakteristikos

Charakteristikos	Šilumą pastatui tiekia AB „Kauno energija“. Šildymo ir karšto vandens sistemos pašildomos šilumos punkte įrengtu greitaigiu vandens pašildytuvu, į kurį termofikatas atkeliauja iš šilumos tinklų. Šildymo sistema yra vienvamzdė viršutinio paskirstymo. Šildymo sistemoje veikia rankinis reguliavimas.
Apžiūros metu nustatyti pažeidimai	Šildymo sistemos vamzdynai prastos būklės, nesandarūs, sumažėjęs vamzdžių pralaidumas. Daugiabutyje, vienodos paskirties patalpose oro temperatūra netolygiai pasiskirsčiusi. Esamos šildymo sistemos darbas išsiderinęs, nesubalansuotas.
Atstatymo darbai	Siūloma rekonstruoti šildymo sistemą, sumontuojant naują nepriklausomą automatinio reguliavimo. Visi šildymo prietaisai privalo būti su reguliuojamais termostatiniais ventiliais, bei termostatinėmis galvomis, aklėmis ir ventiliais orui išleisti, turi būti ant stovų sumontuoti balansiniai vožtuvai. Taip pat reikia šiltinti visus vamzdynus.



8 pav. Šildymo sistema

Apžiūros metu pastebėjus, kad vamzdynų šiluminė izoliacija yra prastos būklės, apskaičiuojami šilumos nuostoliai šildymo sistemos vamzdynuose. Vadovaujantis „Šilumos tiekimo vamzdynų nuostolių nustatymo metodika“ [28] apskaičiuojami šilumos nuostoliai per izoliuotus šildymo sistemos vamzdynus pagal formules:

$$\alpha = 9,4 + 0,052(t_p - t_a) \quad (3.1)$$

$$q = \frac{\pi(t_f - t_a)}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{2\lambda_k} \ln \frac{d_{k+1}}{d_k} + \frac{1}{\alpha d_{n+1}}} \quad (3.2)$$

Kadangi vamzdynai izoliuoti mineraline vata, tad vadovaujantis *STR 2.01.09:2012* „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ priima šilumos laidumo koeficiento – λ vertė, 0,08 W/(m·K) [5]. Gauti skaičiavimų rezultatai pateikiami lentelėje 3.28.

3.28 lentelė. Šilumos nuostoliai šildymo sistemoje

Vamzdžio skersmuo mm	Ilgis m	Izol. Storis mm	Vamzdžio paviršiaus temperatūra t_p °C	Aplinkos temperatūra t_a °C	Šilumnešio temperatūra t_f °C	α	Šilumos nuostoliai q W/m	Viso, W
54x1,5	76	50	40	0,7	80	11,48	35,3	2682,8
22x1,2*	126	–	60	20	60	–	28	3528
54x1,5*	76	–	60	10	60	–	110	8360

* Vamzdynai neizoliuoti ir pakloti atvirai arba po tinku, o šilumos nuostoliai apskaičiuoti remiantis *STR 2.01.09:2012*.

Remiantis 3.2 formule apskaičiuoti šilumos nuostoliai jeigu visi šildymo sistemos vamzdynai būtų izoliuoti nauja šilumine vamzdynų izoliacija, kurios šilumos laidumo koeficientas – λ , 0,04 W/(m·K) gauti rezultatai pateikiami 3.29 lentelėje.

3.29 lentelė. Šilumos nuostoliai šildymo sistemoje

Vamzdžio skersmuo mm	Ilgis m	Izol. Storis mm	Vamzdžio paviršiaus temperatūra t_p °C	Aplinkos temperatūra t_a °C	Šilumnešio temperatūra t_f °C	α	Šilumos nuostoliai q W/m	Viso, W
54x1,5	76	50	40	0,7	80	11,44	18,22	1385
22x1,2	126	30	25	20	60	9,66	7,09	893
54x1,5	76	30	30	10	60	10,44	15,42	1172

Taigi įrengus naują vamzdynų šilumine izoliacija galima sutaupyti apie 11 kW šiluminės energijos. Atsižvelgiant į vamzdynų šiluminės izoliacijos kainą, bendra investicija vamzdynų izoliavimui būtų apie 303 Eur. Įvertinus 2014 m. šiluminės energijos kainą investicija į vamzdynų izoliacija atsipirktų per 1 šildymo sezono mėnesį.

3.30 lentelė. Šildymo sistemos rekonstrukcija

Įrengiama nepriklausoma šildymo ir karšto vandens ruošimo šilumos punktas. Kur reikia keičiami susidėvėję vamzdiniai, dedami balansiniai vožtuvai, balansuojama sistema. Izoliuojami vamzdiniai, keičiami radiatoriai. Šildymo prietaisai – plieniniai radiatoriai, su šoniniu arba apatiniu vamzdžių pajungimu. Plieniniai vamzdžiai du kartus dažomi antikoroziniais dažais prieš tai juos nuvalius nuo rūdžių ir nugruntavus antikorozinio gruntu.		
Investicija	17805,52	Eur
Patalpų plotas	640,27	m ²
1 m ² kaina	27,81	Eur/m ²
Šilumos energijos sutaupymai, MWh	20,81	MWh
Šilumos energijos sutaupymai, Eur	1331,84	Eur
Paprastasis atsipirkimo laikas	13,37	metai

Vėdinimo sistemos modernizavimas

Pastato patalpų vėdinimo sistema – natūrali. Oras į pastato patalpas patenka per langus ir duris, o pašalinamas natūralios traukos kanalais. Atlikus oro judėjimo greičio matavimus (viename iš namo butų) ties natūralios traukos oro šalinimo sistemos kanalais nustatyta, kad oro greitis prie grotelių svyruoja nuo 0,1 iki 0,3 m/s.

Įvertinus gautus oro judėjimo greičio matavimų rezultatus atliekamas oro kaitos skaičiavimas. Apskaičiuojamas naudingas oro šalinimo grotelių plotas. Apskaičiuojamas per groteles šalinamo oro kiekis ir apskaičiuojamas buto kuriame buvo atlikti matavimai tūris. Skaičiavimų rezultatai pateikiami lentelėje 3.31.

3.31 lentelė. Natūralaus vėdinimo kanalais šalinami oro kiekiai

Grotelių ilgis x plotis m	Laisvasis grotelių pratekėjimo plotas	Oro judėjimo greitis ties grotelėmis m/s	Šalinamo oro kiekis m ³ /h
0,14x0,20	0,024	0,3	25,92
0,14x0,20	0,022	0,1	7,92

Pagal gautus skaičiavimų rezultatus šalinamo oro kiekis bute yra $33,84 \text{ m}^3/\text{h}$, o buto kuriame buvo atlikti oro judėjimo greičio matavimai tūris yra $153,32 \text{ m}^3$.

Apskaičiuota oro kaita $0,22 \text{ h}^{-1}$. Bute neužtikrinama reikiama oro kaita, pagal STR 2.01.01(3):1999 „*Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga*“ reikalavimus [15]. Rekomenduojama išvalyti ir dezinfekuoti kanalus, bei įrengti rekuperacinę vėdinimo sistemą.

3.32 lentelė. Vėdinimo sistemos rekonstrukcija.

Įrengiama mechaninė vėdinimo sistema su rekuperacija. Šalinamas oras pašildys tiekiamą orą, plokštelinio rekuperatoriaus pagalba. Numatoma, kad sutvarkius vėdinimo sistemą, bus taupomos šilumos energijos sąnaudos.		
Investicija	20917,62	Eur
Sutaupymai	3.28	MWh/metus
Sutaupymai	209.92	Eur/metus
Paprastasis atsipirkimo laikas	99.65	metai

Pastaba. Atliekant skaičiavimus nebuvo atsižvelgta į papildomą elektros energijos suvartojimą įrengus rekuperacinę sistemą.

Karšto vandens ruošimo sistemos modernizavimas

3.33 lentelė. Karšto vandens ruošimo sistemos charakteristikos

Charakteristikos	Šilumą pastatui tiekia AB „Kauno energija“. Šildymo ir karšto vandens sistemos pašildomos šilumos punkte įrengtu greitaeigiu vandens pašildytuvu. Nėra cirkuliacinės linijos, todėl atsukus vandens čiaupą tenką ilgai laukti kol atitekės karštas vanduo.
Apžiūros metu nustatyti pažeidimai	Karšto vandens sistemos vamzdynai prastos būklės, nesandarūs, sumažėjęs vamzdžių pralaidumas, nusidėvėjęs šiluminė izoliacija. Nėra cirkuliacijos, neužtikrinama reikalinga vandens temperatūra.
Atstatymo darbai	Siūloma rekonstruoti karšto vandens ruošimo sistemą, įrengiant cirkuliacinį kontūrą su rankšluosčių džiovintuvais (gyvatukais). Taip pat karšto vandens ruošimui panaudoti plokštelines saulės kolektorius.

Vadovaujantis STR 2.01.09:2012 apskaičiuojami šilumos nuostoliai karšto vandens ruošimo sistemos vamzdynuose, bei apskaičiuojami vamzdynų ilgiai taikant šias formules [5]:

$$L_V = L_B + 0,0625 \cdot L_B \cdot B_B \quad (3.3)$$

L_V – viso pastato vamzdynų tarp karšto vandens ruošimo įrenginio ir paskirstymo stovų ilgis (m). L_B – didžiausias pastato ilgis pagal pastato išorinius matmenis (m); B_B – didžiausias pastato plotis pagal pastato išorinius matmenis (m) [5].

$$L_S = 0,038 \cdot L_B \cdot B_B \cdot h \quad (3.4)$$

L_S – viso pastato karšto vandens paskirstymo stovų vamzdynų ilgis (m). L_B – didžiausias pastato ilgis pagal pastato išorinius matmenis (m); B_B – didžiausias pastato plotis pagal pastato išorinius matmenis (m); h – pastato aukštis (m), t. y. atstumas nuo grunto paviršiaus iki aukščiausiai pastate esančių šildomų patalpų lubų aukščiausio taško [5].

3.34 lentelė. Šilumos nuostoliai karšto vandens sistemoje

Vamzdynų apibūdinimas	L_s arba L_v	Ilginių šilumos perdavimo koeficientų vertės U , $W/(m \cdot K)$	Aplinkos ir karšto vandens temperatūrų skirtumas	Šilumos nuostoliai, W
Iki 1993 metų apšiltinti vamzdynai. Apytikris šiluminės izoliacijos storis atitinka pusę vamzdyno skersmens	66,02	0,28	45	831,85
Neapšiltinti vamzdynai kanaluose sienose	118,15	0,7	35	2894,68

Rementis 3.2 formule apskaičiuojami šilumos nuostoliai jei karšto vandens sistema būtų izoliuota šilumine vamzdynų izoliacija, kurios šiluminio laidumo koeficientas – λ , 0,04 $W/(m \cdot K)$ gauti rezultatai pateikiami 3.35 lentelėje.

3.35 lentelė. Šilumos nuostoliai karšto vandens sistemoje

Vamzdžio skersmuo mm	Ilgis m	Izol. Storis mm	Vamzdžio paviršiaus temperatūra t_p °C	Aplinkos temperatūra t_a °C	Šilumnešio temperatūra t_f °C	α	Šilumos nuostoliai q W/m	Viso, W
54x1,5	66,02	30	30	5	60	10,7	11	726
22x1,2	118,15	30	25	20	60	9,66	8,06	952

Taigi įrengus naują vamzdynų šilumine izoliacija galima sutaupyti apie 2 kW šiluminės energijos. Atsižvelgiant į vamzdynų šiluminės izoliacijos kainą, bendra investicija vamzdynų izoliavimui būtų apie 135 Eur. Įvertinus 2014 m. šiluminės energijos kainą investicija į vamzdynų izoliacija atsipirktų per 4 mėnesius.

3.36 lentelė. Karšto vandens sistemos rekonstrukcija

Modernizuojama karšto vandens ruošimo sistema, įrengiant saulės kolektorius ant stogo. Jų pagalba bus ruošiamas karštas vanduo ir taupoma šiluminė energija. Išvalomi vamzdynai, pakeičiami susidėvėję, apšiltinamos magistralės ir stovai įrengiama cirkuliacinė linija. Šilumos punkte įrengiama 2 x 750 l akumuliacinės talpos.		
Alternatyva - Įrengiamas šilumos siurblys oras – vanduo.		
Investicija	13–18	Tūkst. Eur
Sutaupymai (saulės kolektorių sistemai)	27,15	MWh/metus
Sutaupymai (saulės kolektorių sistemai)	1393,75	Eur/metus
Paprastasis atsipirkimo laikas	12,47	metai

3.37 lentelė. Savitieji pastato šilumos nuostoliai

Eil. Nr.	Išorės atitvaros pavadinimas	Šilumos perdavimo koeficientas U, W/m ² ·K	Išorės atitvaros plotas A, m ²	Vidaus ir išorės temperatūrų skirtumas $\theta_{vid.}-\theta_{iš.}$, °C	Šildymo sezono trukmė, paromis	Šilumos nuostoliai		
						MWh	Atitvarose, %	Viso pastato, %
1	Stogas	0,65	438,00	19,30	219,00	35,99	19,36	16,64
2	Išorinė siena (Šiaurė)	1,27	190,89	19,30	219,00	24,52	13,19	11,34
3	Išorinė siena (Pietūs)	1,27	195,29	19,30	219,00	25,08	13,49	11,60
4	Išorinė siena (Rytai)	1,27	64,73	19,30	219,00	8,26	4,45	3,82
5	Išorinė siena (Vakarai)	1,27	64,73	19,30	219,00	8,26	4,45	3,82
6	Langai mediniai	2,50	42,42	19,30	219,00	18,13	9,75	8,38
7	Langai plastikiniai	1,70	78,84	19,30	219,00	20,97	11,28	9,70
8	Lauko durys	2,20	5,98	19,30	219,00	2,36	1,27	1,09
9	Balkonai (plastikiniai)	1,70	19,44	19,30	219,00	5,53	2,97	2,56
10	Balkonų langai	1,70	17,28	19,30	219,00	2,98	1,60	1,38
11	Cokolinė pastato dalis	0,85	93,10	12,30	219,00	5,12	2,75	2,37
12	Rūsio langai (mediniai)	5,50	7,00	12,30	219,00	2,49	1,34	1,15
13	Grindys virš nešildomo rūsio	0,71	438,00	12,30	219,00	26,20	14,09	12,12
Iš viso per atitvaras						185,87	100,00	85,96
Dėl šilumos pritekėjimo iš išorės per skaidrias atitvaras						-40,79		
Dėl vidinių šilumos išsiskyrimų						-37,53		
Dėl infiltracijos, natūralaus ir mechaninio vėdinimo						30,37		14,04
Iš viso šilumos nuostolių:						137,92		100,00
Realus (faktinis) suvartojimas 114,2 MWh šiluminės energijos								

3.38 lentelė. Modernizavimo priemonės

Rekonstravimo priemonės	Siūlomos rekonstravimo apimtys, vnt.	Investicijos Eur/siūlomos rekonstravimo apimtys vnt.	Investicijos, Eur (be PVM)		Sutaupymai				Ekonominio efektyvumo rodikliai	
			Bendros investicijos objektui, Eur	Investicijos. Eur/m ² šildomo ploto	% nuo bendro vartojimo	MWh per metus	Eur per metus	Eur/m ² šildomo ploto per metus	Paprastas atsipirkimo laikas PAL	Sutaupyta energijos kaina, SEK, Eur/MWh
Šilumos energijos taupymo priemonės	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Langų (medinių) keitimas naujais	17	139,14	2365,38	3,69	4,89	7,43	475,52	0,74	4,97	17,44
Rūsio langų keitimas	28	35	980,00	1,53	1,07	1,62	103,68	0,16	9,45	33,14
Lauko durų keitimas	2	175,62	351,24	0,55	0,36	0,55	35,20	0,05	9,98	34,98
Išorės sienų šiltinimas	608,72	75,1	45714,87	71,40	31,29	47,55	3043,20	4,75	15,02	50,79
Stogo šiltinimas ir naujos dangos įrengimas	438	87,84	38473,44	60,09	15,24	23,15	1481,60	2,31	25,97	108,11
Cokolio ir nuogrindos paviršiaus šiltinimas	93,1	84,35	7852,99	12,27	2,20	3,34	213,76	0,33	36,74	152,95
1-o aukšto grindų šiltinimas	438	27,57	12075,66	18,86	7,25	11,02	705,28	1,10	17,12	71,28
Šilumos punkto rekonstravimas įrengiant nepriklausomą sistemą	640,27	27,81	17805,52	27,81	13,69	20,81	1331,84	2,08	13,37	68,66
Vienvamzdės šildymo sistemos modernizavimas	640,27	7,04	4506,03	7,04	6,01	9,14	584,70	0,91	7,71	39,58
Dvivamzdės šildymo sistemos įrengimas	640,27	13,73	8792,15	13,73	7,51	11,42	730,88	1,14	12,03	61,78
Šildymo sistemos rekonstravimas įrengiant kolektorinę šildymo sistemą.	640,27	38,18	24444,11	38,18	9,77	14,85	950,14	1,48	25,73	132,12

3.38 lentelės tęsinys

Šilumos energijos taupymo priemonės	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Šildymo sistemos rekonstravimas įrengiant individualius šilumos punktus kiekviename bute (atskiri šilumokaičiai).	12	5043,75	60525,00	94,53	14,25	21,66	1386,24	2,17	43,66	224,22
Vėdinimo sistemos rekonstravimas išvalant ir dezinfekuojant esamus natūralaus vėdinimo sistemos kanalus.	12	85,23	1022,76	1,60	-	-	-	-	-	-
Vėdinimo sistemos rekonstravimas įrengiant decentralizuotą vėdinimo sistemą.	640,27	23,69	15168,00	23,69	1,55	2,09	133,76	0,21	113,40	582,35
Vėdinimo sistemos rekonstravimas įrengiant mechaninį vėdinimą su rekuperacija	640,27	32,67	20917,62	32,67	2,44	3,28	209,92	0,33	99,65	511,73
Karšto vandens ruošimo sistemos rekonstravimas įrengiant saulės kolektorius	640,27	27,15	17383,33	27,15	66,62	21,78	1393,747	2,18	12,47	64,05
Karšto vandens ruošimo sistemos rekonstravimas įrengiant šilumos siurblių oras-vanduo.	640,27	20,76	13292,01	20,76	50,97	16,66	1066,327	1,67	12,47	64,02

Pastaba. Paryškintu šriftu parašytos modernizavimo priemonės projektuojamos ir naudojamos projektinėje darbo dalyje.

Įgyvendinus pastato energinį naudingumą didinančias priemones pasiekama pastato energinio naudingumo klasė B.

3.2. Šildymas

Pastato šildymui ir šilumos tiekimui šiluma tiekama iš pastato rūsyje įrengto šilumos punkto. Į šilumos punktą iš miesto šilumos tinklų atiteką šilumnešis – vanduo, temperatūra 110/70 °C. Šilumos punkte numatomas pastato šildymo sistemos tiekiamo šilumnešio reguliavimas priklausomai nuo lauko oro temperatūros.

Šaltuoju metų laikotarpiu patalpose palaikomos norminės oro temperatūros $t = +18 \div +20$ °C.

Pastate numatyti naudoti šie šildymo prietaisai:

- Plieniniai apatinio pajungimo radiatoriai įrengiami virtuvėse, svetainėse ir miegamuosiuose.
- Vonioje rankšluosčių džiovintuvai
- Likusiose patalpose numatomi šilumos pritekėjimai iš gretimų patalpų.

Šildymo prietaisų galingumas numatytas pakankamas šilumos poreikiams patenkinti. Tikslesniam temperatūros reguliavimui prie šildymo prietaisų numatyta įrengti termostatinis ventilius.

Detalius šilumos nuostolių skaičiavimus žiūrėti prieduose, šilumos nuostolių suvestinė pateikta 3.40 lentelėje.

Pastate suprojektuota dvivamzdė viršutinio paskirstymo šildymo sistema. Šildymo sistemai numatyti plastikiniai ir plieniniai vamzdžiai pravedami grindų konstrukcijoje, arba atvirai. Magistraliniai plieniniai šildymo sistemos vamzdžiai izolijuojami šilumine izoliacija.

Šildymo sistemoje ant stovų ir šilumos punkte numatyta uždaroji ir hidraulinio sureguliuojamo armatūra leis sistemą suderinti, sureguliuoti ir taupiai eksploatuoti. Vamzdynai montuojami su nuolydžiu šilumos punkto kryptimi.

Pastato patalpų šildymo ir vėdinimo sistemos numatytos įvertinant higienos normų ir gaisrinės saugos taisyklių [20] reikalavimus.

3.2.1. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų parinkimas

Pagrindiniai modernizuojamo pastato konstrukcijų šilumos perdavimo koeficientai priimti ir apskaičiuoti pagal normines šilumos perdavimo koeficientų vertes ir skaičiavimo metodiką pateiktą STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ [12].

Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų vertės pateiktos 3.39 lentelėje.

3.39 lentelė. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų vertės.

<i>Atitvaros rūšis</i>	<i>$U = U_N, W/(m^2 \cdot K)$ *</i>
1	2
Stogas	0,14*
Grindys	0,35*
Lauko sienos	0,19*
Langai	1,30
Durys, garažo vartai	

*Šių konstrukcijų šilumos perdavimų skaičiavimai pateikti prieduose.

3.2.2. Patalpų šilumos nuostolių skaičiavimas

Pastato projektiniai savitieji šilumos nuostoliai, H , W/K, nustatomi:

$$H = H_{en} + H_v; \quad (3.5)$$

Čia: H_{en} – patalpos projektiniai atitvarų savitieji šilumos nuostoliai, kuriuos sudaro šilumos nuostolių per atitvaras ir per ilginius šiluminius tiltelius šilumos nuostolių suma. H_v – projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai, kuriuos sudaro: nuostoliai dėl priverstinės vėdinimo sistemos veikimo - H_{ev} W/K, nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos – H_{nv} W/K, savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių durų varstymo – H_{de} W/K [8].

Projekte buvo įvertinti šie šiluminiai tilteliai:

- Pamato ir sienos sandūra;
- Durų ir langų angokraščiai, bei sąramos virš jų;
- Su išore besiribojančios perdangos ir sienos sandūra;
- Sienos išoriniai kampai.

Detalus patalpų šilumos nuostolių skaičiavimas buvo atliekamas tik pusei pastato, kadangi pastatas yra simetriškas vidurio ašies atžvilgiu ir pateikiamas prieduose. Skaičiavimų rezultatai, pateikiami 3.40 lentelėje.

3.40 lentelė. Patalpų šilumos nuostolių skaičiavimų rezultatai

Patalpos Nr.	Patalpos temperatūra, °C	Šildymo galia, W	Patalpos Nr.	Patalpos temperatūra, °C	Šildymo galia, W
1	2	3	1	2	3
I-1	18°C	118	IV-1	18°C	106
I-2	18°C	17	IV-2	18°C	23
I-3	20°C	11	IV-3	20°C	16
I-4	20°C	18	IV-4	20°C	26
I-5	18°C	505	IV-5	18°C	468
I-6	20°C	1214	IV-6	20°C	1117
I-7	20°C	1316	IV-7	20°C	1254
I-8	20°C	1116	IV-8	20°C	1340
II-1	18°C	186	V-1	18°C	173
II-2	20°C	74	V-2	20°C	42
II-3	20°C	18	V-3	20°C	25
II-4	18°C	524	V-4	18°C	446
II-5	20°C	550	V-5	20°C	581
II-6	20°C	814	V-6	20°C	1085
III-1	18°C	135	VI-1	18°C	116
III-2	20°C	813	VI-2	20°C	750
III-3	20°C	10	VI-3	20°C	14
III-4	20°C	18	VI-4	20°C	26
III-5	18°C	526	VI-5	18°C	453
III-6	20°C	1158	VI-6	20°C	1365
Σ					36803*

*Viso pastato šilumos nuostoliai

Pastato lyginamoji šiluminė charakteristika:

$$q_{lyg} = \frac{\sum P_h}{A_{šild.pl.}} = \frac{36950}{672,22} \approx 55 \text{ W/m}^2 \quad (3.6)$$

3.2.3. Šildymo prietaisų skaičiavimas ir parinkimas

Patalpų šildymo prietaisai turi skleisti tiek šilumos, kiek patalpos netenka per atitvaras, šiluminius tiltelius ir dėl oro kaitos. Sistemoje suprojektuoti plieniniai apatinio pajungimo radiatoriai. Parinktų šildymo prietaisų parametrai pateikiami 3.41 lentelėje.

Pagal patalpų šilumos nuostolius, kiekvienai šildomai patalpai parenkami šildymo prietaisai:

$$\phi_n = \phi_h \cdot \beta \cdot f; \quad (3.7)$$

Čia: Φ_n – normatyvinis radiatoriaus šilumos atidavimas esant tokioms sąlygoms:

1) $t_t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ – paduodamo į šildymo prietaisus vandens temperatūra;

2) $t_g = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ – grįžtamo iš šildymo prietaisų vandens temperatūra.

Φ_h – patalpos šildymui reikalingas šilumos kiekis, W;

β – koeficientas, parodantis kaip šildymo prietaisas įrengtas

f – perskaičiavimo koeficientas, parodantis kiek kartų turi būti didesnis radiatoriaus galinumas, esant pasirinktiems parametrams [8].

3.41 lentelė. Šildymo prietaisų suvestinė.

Pat. Nr.	P_h, W	$q_{\text{tiek}}, ^\circ\text{C}$	$q_{\text{gr}}, ^\circ\text{C}$	$q_i, ^\circ\text{C}$	f	β	$P_{\text{š.pr.}}, W$	$P_{\text{par.}}, W$	P_{realus}, W	Prietaisų sk.	Šildymo prietaiso		
											Matmenys	Tipas	Talpa, l
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I - 1	118	80	60	18	0,96	1,05	119	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
I - 2	17	80	60	18	0,96	1,05	17	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
I - 3	11	80	60	20	1,01	1,05	11	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
I - 4	18	80	60	20	1,01	1,05	18	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
I - 5	505	80	60	18	0,96	1,05	509	521	543	1	500x600	CV11	1,56
I - 6	1214	80	60	20	1,01	1,05	1287	694	1374	2	500x800	CV11	2,08
I - 7	1316	80	60	20	1,01	1,05	1396	694	1374	2	500x800	CV11	2,08
I - 8	1116	80	60	20	1,01	1,05	1183	1176	1164	1	500x800	CV22	4,16

3.41 lentelės tęsinys

II - 1	186	80,00	60	18,00	0,96	1,05	187	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
II - 2	74	80,00	60	20,00	1,01	1,05	79	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
II - 3	18	80,00	60	20,00	1,01	1,05	19	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
II - 4	524	80,00	60	18,00	0,96	1,05	528	521	543	1	500x600	CV11	1,56
II - 5	550	80,00	60	20,00	1,01	1,05	584	608	602	1	500x700	CV11	1,82
II - 6	814	80,00	60	20,00	1,01	1,05	863	868	859	1	500x1000	CV11	2,60
III - 1	135	80,00	60	18,00	0,96	1,05	136	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
III - 2	813	80	60	20	1,01	1,05	862	925	916	1	500x800	CV21s	4,16
III - 3	10	80	60	20	1,01	1,05	11	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
III - 4	18	80	60	20	1,01	1,05	19	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
III - 5	526	80	60	18	0,96	1,05	530	521	543	1	500x600	CV11	1,56
III - 6	1158	80	60	20	1,01	1,05	1228	1176	1164	1	500x800	CV22	1,82
IV - 1	106	80	60	18	0,96	1,05	107	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
IV - 2	23	80	60	18	0,96	1,05	23	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
IV - 3	16	80	60	20	1,01	1,05	16	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
IV - 4	26	80	60	20	1,01	1,05	27	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
IV - 5	468	80	60	18	0,96	1,05	472	521	543	1	500x600	CV11	1,56
IV - 6	1117	80	60	20	1,01	1,05	1185	608	1204	2	500x700	CV11	1,82
IV - 7	1254	80	60	20	1,01	1,05	1330	694	1374	2	500x800	CV11	2,08
IV - 8	1341	80	60	20	1,01	1,05	1422	735	1455	2	500x500	CV22	2,6
V - 1	173	80	60	18	0,96	1,05	174	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
V - 2	42	80	60	20	1,01	1,05	44	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
V - 3	25	80	60	20	1,01	1,05	27	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
V - 4	446	80	60	18	0,96	1,05	449	521	543	1	500x600	CV11	1,56
V - 5	581	80	60	20	1,01	1,05	616	694	687	1	500x800	CV11	2,08
V - 6	1085	80	60	20	1,01	1,05	1151	588	1164	2	500x400	CV22	2,08
VI - 1	116	80	60	18	0,96	1,05	117	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
VI - 2	750	80	60	20	1,01	1,05	795	781	773	1	500x900	CV11	2,34
VI - 3	14	80	60	20	1,01	1,05	15	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
VI - 4	26	80	60	20	1,01	1,05	28	Šilumos nuostoliai priskiriami gretimoms patalpoms					
VI - 5	453	80	60	18	0,96	1,05	457	434	452	1	500x500	CV11	1,3
VI - 6	1365	80	60	20	1,01	1,05	1447	735	1455	2	500x500	CV22	2,6

Pastaba: Vonios kambarių šilumos nuostoliai padengiami prie karšto vandens sistemos prijungtais rankšluosčių džiovintuvais

Pasinaudojant „Danfoss Hexact“ šilumokaičių parinkimo programa [29] buvo parinktas šilumokaitis XB06H-1-60, kurio šiluminė galia siekia 42 kW, o plokštelių skaičius 60. Nustatant reikalingą šilumokaičio galią buvo neįvertinti šilumos pritekėjimai. Pastato šilumos

šaltinio projektinė šiluminė galia P W, kai pastato šildymo sistemoje neįrengtas valdymas su nustatytosios vidaus temperatūros keitimu, buvo nustatoma:

$$P = 1,1 \times \sum P_h / (\eta_2 \times \eta_3) \quad (3.8)$$

Čia: P_h - projektinė šiluminė galia patalpai šildyti, apskaičiuota 1.2 lentelėje.

η_2 - šilumos šaltinio naudingumo koeficientas, imamas iš [7] priedo.

η_3 - šildymo sistemos magistralinių skirstomųjų vamzdžių termoizoliacijos naudingumo koeficientas, imamas iš [7] priedų. 1,1 - atsargos daugiklis.

3.2.4. Šildymo sistemos hidrauliniai skaičiavimai

Pagrindinis hidraulinio skaičiavimo tikslas – parinkti optimalius šildymo sistemos vamzdžių skersmenis.

Vamzdžių skersmenys turi būti tokie, kad slėgio nuostolių skirtumas lygiagrečiuose žieduose būtų nedideli. Šiame darbe atliekamas ne visos šildymo sistemos, o tik dalies hidraulinis skaičiavimas – hidrauliškai skaičiuojamas tolimiausias (nepatogiausias) žiedas ir dar vienas žiedas pasirinktinai. Pradedant hidraulinį skaičiavimą sudaroma skaičiuojamoji šildymo sistemos aksonometrinė schema, pateikta prieduose.

Skaičiavimai buvo atliekami tokia tvarka:

- Nustatomas, kuris žiedas yra nepatogiausias. Projektuojamos šildymo sistemos atveju tai būtų toliausiai nuo šilumos punkto esantis šildymo prietaisas.
- Nepatogiausias žiedas suskirstomas į ruožus. Ruožas – tai tokia žiedo sistemos dalis kurioje nesikeičia vandens debitas. Ruožai pradėti skirstyti nuo šilumokaičio iki tolimiausio šildymo prietaiso.
- Pagal 3.5 formulę suskaičiuojami šildymo dalies ruožų debitai G kg/h.
- Iš vamzdžių gamintojų katalogo parenkami vamzdžių skersmenys, taip pat išrenkamos ir surašomos hidraulinių nuostolių vertės. Parenkant vamzdžių skersmenis buvo laikomasi rekomendacijų, kad greitis neviršytų 1 m/s, o hidrauliniai nuostoliai nesusidarytų didesni kaip 250 Pa/m.
- Suskaičiuojami ruožų slėgio nuostoliai, bei bendri žiedo slėgių nuostoliai.
- Analogiškai atliekamas ir kito žiedo hidraulinis skaičiavimas.

Valandinis vandens debitas šildymo sistemoje kg/h:

$$G = \frac{0,86 \times P_r}{t_t - t_g} \beta_1 \times \beta_2; \quad (3.9)$$

Čia: t_t ir t_g – tiekiamo ir gražinamo vandens temperatūros, °C; P_r – ruožo šiluminis krūvis, W;

β_1 – koeficientas, kuris įvertina tai, kad šildymo prietaisai visada parenkami šiek tiek didesni, radiatoriams priimta vertė 1,05 [8];

β_2 – koeficientas, kuris įvertina šilumos nuostolių padidėjimą per atitvarą, esančia už šildymo prietaiso, priimta vertė 1,04 [8].

Hidraulinė skaičiuotė pateikiama 3.42 lentelėje.

3.42 lentelė. Hidraulinė šildymo sistemos skaičiuotė.

Ruožo Nr.	Apkrova ΣP, W	Srauto masė G, kg/h	Ruožo ilgis l, m	Vamzdžio skersmuo, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai R, Pa/m'	Tėkmės greitis v, m/s	Din. slėgis P _{din} , Pa	Vietinių kliūčių koef. suma Σζ	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R _{xl} , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R _{xl} +Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Skaičiuojamasis žiedas 1-2-3-4-5-6-7-8-8'-7'-6'-5'-4'-3'-2'-1'												
											20,00	Šilumokaitis
1	37468	1759,34	13,50	42x1,5	44	0,41	82,37	4,5	594,00	370,66	0,96	T, RV, 3L
2	24010	1127,41	5,90	35x1,5	49	0,38	70,76	0,5	589,10	35,38	0,32	T, P
3	20409	958,32	7,40	35x1,5	33	0,30	44,10	0,3	244,20	13,23	0,26	T
4	16808	789,23	12,10	28x1,2	142	0,60	176,40	0,5	1718,20	88,20	1,81	T, P
5	11386	534,64	11,00	22x1,2	139	0,49	117,65	1,9	1529,00	223,53	1,75	2L, T, P
6	7740	363,43	11,40	18x1	179	0,49	117,65	0,5	2040,60	58,82	2,10	T, P
7	3352	157,39	13,70	18x1	43	0,21	21,61	4,3	589,10	92,92	0,68	L, 2T
8	925	43,43	2,35	16x2	25	0,10	4,90	0,9	58,75	4,41	0,06	L, P
											10,50	Radiatorius su term. ventiliu
8'	925	43,43	2,25	16x2	25	0,10	4,90	0,9	56,25	4,41	0,06	L, P
7'	3352	157,39	13,90	18x1	43	0,21	21,61	4,1	597,70	88,60	0,69	L, 2T
6'	7740	363,43	11,60	18x1	179	0,49	117,65	0,5	2076,40	58,82	2,14	T, P
5'	11386	534,64	11,20	22x1,2	139	0,49	117,65	1,8	1556,80	211,77	1,77	2L, T, P
4'	16808	789,23	12,50	28x1,2	142	0,60	176,40	0,4	1775,00	70,56	1,85	T, P
3'	20409	958,32	7,00	35x1,5	33	0,30	44,10	0,2	231,00	8,82	0,24	T
2'	24010	1127,41	6,10	35x1,5	49	0,38	70,76	0,4	298,90	28,30	0,33	T, P
1'	37468	1759,34	13,20	42x1,5	44	0,41	82,37	3,7	580,80	304,77	10,89	T, 3L, RV, FL
											56,40	kPa

3.42 lentelės tęsinys

Skaičiuojamasis žiedas 1-9-10-11-12-13-13'-12'-11'-10'-9'-1'												
											20	Šilumokaitis
1	37468	1759,34	13,50	42x1,5	44	0,41	82,37	4,50	594,00	370,66	0,96	T, 3L, RV
9	13458	631,93	6,80	28x1,2	51	0,33	53,36	0,50	346,80	26,68	0,37	T, P
10	8036	377,34	12,50	22x1,2	68	0,33	53,36	1,90	850,00	101,39	0,95	2L, T, P
11	4390	206,14	17,90	18x1	66	0,27	35,72	4,50	1181,40	160,74	1,34	L, 2T, P
12	1129	53,01	1,10	16x2	30	0,15	11,03	0,50	33,00	5,51	0,04	T, P
13	521	24,46	3,20	14x2	15	0,10	4,90	0,90	48,00	4,41	0,05	L, P
											10,50	Radiatorius su term. ventiliu
13'	521	24,46	2,90	14x2	15	0,10	4,90	0,90	43,50	4,41	0,05	L,P
12'	1129	53,01	0,90	16x2	30	0,15	11,03	0,40	27,00	4,41	0,03	T, P
11'	4390	206,14	17,60	18x1	66	0,27	35,72	2,70	1161,60	96,45	1,26	L, 2T, P
10'	8036	377,34	12,90	22x1,2	68	0,33	53,36	1,80	877,20	96,05	0,97	2L, T, P
9'	13458	631,93	6,60	28x1,2	51	0,33	53,36	0,40	336,60	21,34	0,36	T, P
1'	37468	1759,34	13,20	42x1,5	44	0,41	82,37	3,70	580,80	304,77	10,89	T, 3L, RV, FL
											47,78	kPa

Santrumpos: RV – rutulinis vožtuvas; P – perėjimas; FL – filtras; L – alkūnė; T – trišakis;

Atlikus hidraulinius šildymo sistemos skaičiavimus ir sužinojus sistemos slėgio nuostolius parinktas cirkuliacinis siurblys. Cirkuliacinis siurblys reikalingas tam, kad priverstų vandenį tekėti sistema. Jis montuojamas šilumos punkte. Kadangi siurblys veikia uždaroje žiedinėje šildymo sistemoje, visiškai užpildytoje vandeniui, jis vandens nekelia, o tik jį perstumia ir įveikia sistemos hidraulinį pasipriešinimą [30].

Cirkuliacinis siurblys nenaudojamas sistemai užpildyti ar jai papildyti vandeniui. Tai atlieka papildymo siurblys. Reikiama cirkuliacinio siurblio galia priklauso nuo šildymo sistemos vandens debito bei sistemos pasipriešinimo. Cirkuliacinis siurblys turi sukurti tokį slėgį, kad projektinis vandens kiekis cirkuliuotų šildymo sistema (žinomas iš hidraulinio skaičiavimo).

Pagal debitą ir slėgio nuostolius parinktas cirkuliacinis siurblys šildymo sistemai pasinaudojant „GRUNDFOS WebCAPS“ internetiniu produktų katalogu ir parinkimo programa [31], buvo parinktas „MAGNA1-32-100F“ cirkuliacinis siurblys (tech. Specifikacijos pateiktos prieduose).

Visa šildymo sistema eksploatavimo metu yra visiškai užpildyta vandeniui. Vandeniui šylant, jis ima plėstis, kai jam nėra kur plėstis pradeda kilti slėgis, kuris gali suardyti šildymo sistemos vieną iš elementų. Kad vandeniui būtų kur plėstis būtina parinkti išsiplėtimo indą.

Išsiplėtimo indai – tai suvirintieji plieniniai indai, kurių vidinė erdvė padalyta į dvi dalis hermetiška gumine membrana. Išsiplėtimo indas parenkamas vadovaujantis „REFLEX“ išsiplėtimo indų kataloge pateikta metodiką [32].

Visai šildymo sistemai:

$$P_0 = \frac{H}{10} + 0,2 = \frac{8,2}{10} + 0,2 = 1,02 \text{ bar}; \quad (3.10)$$

Čia:

H – aukštis iki aukščiausios vietos (8,2 m);

P_0 – priešslėgis;

$$P_{av} = P_0 + 1,5 = 1,02 + 1,5 = 2,52 \text{ bar}; \quad (3.11)$$

$$V_s = Q \cdot 8,5 = 37,47 \cdot 8,5 = 318,50 \text{ l}; \quad (3.12)$$

Čia:

V_s – apytiksliai vandens tūrio skaičiavimas;

Q – visos sistemos apkrova;

Kai $P_{av} = 2,52$ bar, $P_o = 1,02$ bar, $V_s = 318,50$ l, tai $V_N = 33$ l, $P_F = 1,8$

Pagal atliktus skaičiavimus gauta, kad šildymo sistemai užteks 6 bar/120 °C, 1,5 bar priešslėgio N 50/6 „REFLEX“ išsiplėtimo indo.

3.2.5. Šildymo sistemos valdymas

Suprojektuota nepriklausoma dvivamzdė viršutinio paskirstymo šildymo sistema gyvenamosios paskirties pastatui. Pastato šilumos punkte numatytas įrengti šildymo sistemos reguliavimas pagal lauko oro temperatūrą. Šilumos punkte numatyta įrengti du šilumokaičius, šildymo ir karšto vandens sistemoms. Reguliatorius sujungtas kartu su cirkuliaciniu siurbliu, reguliavimo vožtuvu su pavara ir trieigiu pamaišymo vožtuvu, bei temperatūros jutikliais fiksuojančiais sistemoje cirkuliuojančio šilumnešio temperatūrą. Prie kiekvieno stovo sumontuoti balansiniai ventiliai šildymo sistemos balansavimui. Prie radiatorių sumontuojami termostatiniai ventiliai, kurių pagalba galima koreguoti į šildymo prietaisą tekančio šilumnešio temperatūrą. Šildymo sezono metu patalpose palaikoma +20 °C temperatūra.

Prie kiekvieno radiatoriaus yra orui išleisti skirti nuorinimo ventiliai, o vandeniui iš sistemos išleisti šilumos punkte – vandens išleidimo ventiliai. Siekiant užtikrinti efektyvų šildymo sistemos darbą numatyta įrengti filtrus, purvo dalelių atskirtuvus ir mikro burbuliukų atskirtuvus, slėgio perkryčio reguliatorius. Suvartotos šiluminės energijos apskaitai parinktas įvadinis šilumos skaitiklis, o šildymo sistemos papildymui – papildymo skaitiklis.

3.3. Karštas vandentiekis

Modernizuojama pastato karšto vandentiekio sistema, nes esami sistemos vamzdynai fiziškai nusidėvėję, surūdiję. Magistralinių vamzdynų, einančių rūšio palubėje, izoliacija susidėvėjusi, kai kur jos apskritai nėra, dideli šilumos nuostoliai nuo vamzdynų į aplinką. Modernizuojant pastatą esami karšto vandentiekio magistraliniai vamzdynai ir stovai keičiami naujais.

Vanduo pastatui tiekiamas iš centralizuotų miesto vandentiekio tinklų 40 mm skersmens įvadu iš plieninių vamzdžių. Įvadu vanduo tiekiamas į daugiabučio namo vidaus tinklus. Pastato šilumos punkte šaltas vanduo pašildomas karšto vandens šilumokaičiu, bei saulės kolektorių sistema. Pastato magistraliniai karšto vandens sistemos tinklai tiesiami iš DN20-DN25 plieninių vandentiekio vamzdžių.

3.3.1. Pastato karšto vandens poreikis

$$N^k = 36vnt. \quad q_{h,max}^k = 10,9 \text{ l/h} \quad q_{max}^k = 125 \text{ l/d}$$

$$U = 24žm. \quad q_{vid.}^k = 100 \text{ l/d} \quad q_{pt}^k = 0,18 \text{ l/s}$$

$$q_{h,pt}^k = 200 \text{ l/h}$$

Vienodos paskirties pastatų vandens ėmimo čiaupų veikimo tikimybė P:

$$P^k = \frac{q_{h,max}^k \cdot U}{3600 \cdot q_{pt}^k \cdot N^k} = \frac{10,9 \cdot 24}{3600 \cdot 0,18 \cdot 36} = 0,0112 \quad (3.13)$$

Čia: $q_{h,max}$ – vandens suvartojimo norma valandą, kai vartojama daugiausiai;

q_{pt} – pastato būdingojo čiaupo norminis debitas;

U – gyventojų skaičius pastate;

N – vandens ėmimo čiaupų pastate skaičius [10].

NP sandauga ir α reikšmė:

$$N^k \cdot P^k = 36 \cdot 0,0112 = 0,4032 \quad \alpha^k = 0,61 \quad (3.14)$$

Maksimalus karšto vandens suvartojimo sekundinis debitas:

$$q_{\max}^k = 5 \cdot q_{pt}^k \cdot \alpha^k = 5 \cdot 0,18 \cdot 0,61 = 0,549 l / s \quad (3.15)$$

Pastato karšto vandentiekio sistemos vandens imtuvų panaudojimo valandos tikimybė:

$$P_h^k = \frac{3600 \cdot P^k \cdot q_{pt}^k}{q_{h,pt}^k} = \frac{3600 \cdot 0,0112 \cdot 0,18}{200} = 0,036 \quad (3.16)$$

NP_h sandauga ir α_h reikšmė:

$$N^k \cdot P_h^k = 36 \cdot 0,036 = 1,306 \quad \alpha_h^k = 0,995 \quad (3.17)$$

Maksimalus valandos debitas:

$$q_{h,\max}^k = 0,005 \cdot q_{h,pt}^k \cdot \alpha_h^k = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,995 = 0,995 m^3 / h \quad (3.18)$$

Vidutinis valandos suvartojimo debitas:

$$q_{h,vid}^k = \frac{q_{\max}^k \cdot U}{1000 \cdot T} = \frac{125 \cdot 24}{1000 \cdot 24} = 0,125 m^3 / h \quad (3.19)$$

Maksimalūs paros debitai:

$$q_{p,\max}^k = \frac{q_{\max}^k \cdot U}{1000} = \frac{125 \cdot 24}{1000} = 3 m^3 / d \quad (3.20)$$

Karšto vandens poreikis per metus:

$$q_m^k = \frac{q_{vid}^k \cdot U \cdot T}{1000} = \frac{100 \cdot 24 \cdot 365}{1000} = 876 m^3 / metus \quad (3.21)$$

3.3.2. Hidraulinis karšto vandentiekio skaičiavimas

Atliekamas 2 aukštų, 12 butų pastato karšto vandentiekio tinklo skaičiavimas. Aukšto planas pateiktas grafinėje dalyje. Pastate yra įrengti praustuvai, plautuvės, skalbyklės, vonios ir išpuodžiai. Aukšte įrengta 36 karšto vandens čiaupai. Pastate pagal atlikta gyventojų apklausą (žr. Tiriamojoje dalyje) gyvena $U = 24$ gyventojai.

Pastate įrengiamas apatinio paskirstymo šakotasis karšto vandentiekio tinklas su cirkuliacine linija ir rankšluosčių džiovintuvais.

Atliekant hidraulinį skaičiavimą randami skaičiuojamieji debitai, parenkami vamzdžių skersmenys ir apskaičiuojami faktiniai hidrauliniai nuostoliai. Skaičiuojamoji vandentiekio schema pateikta prieduose.

Karštasis vandentiekis su recirkuliacija skaičiuojamas dviem režimais: tiekimo ir recirkuliacijos. Recirkuliacinio karšto vandens debitas sistemoje turi būti toks, kad būtų kompensuojami šilumos nuostoliai karšto vandens skirstymo vamzdžiuose. Nepatogiausiu skaičiuojamuoju čiaupu pasirenkamas toliausiai esančio buto įvadas prie kurio prijungiami vandens čiaupai, kurių geometrinis aukštis $h = 1,50$ m ir $h_f = 3,0$ m. Hidrauliniai skaičiavimai pateikiami 3.43 lentelėje.

3.43 lentelė. Karšto vandentiekio hidraulinių nuostolių skaičiavimas

Ruožas	N	P	NP	α	Debitas, q, l/s	l, m	d_s , mm	v, m/s	1000i	h_w , m	Vietinių kliūčių koef. K	$h_w * K$, m
1 – 2	6	0,0112	0,0672	0,301	0,2709	4,7	20	0,88	134,1	0,63	1,3	0,82
2 – 3	12	0,0112	0,1344	0,384	0,3456	18,8	20	1,03	178,5	3,36	1,5	5,03
3 – 4	24	0,0112	0,2688	0,51	0,459	3,3	25	0,79	78,5	0,26	1,2	0,31
4 – 5	36	0,0112	0,4032	0,61	0,549	6	25	0,97	113,8	0,68	1,5	1,02

Šilumos nuostolių srautas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$q = \frac{\pi(t_f - t_a)}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{2\lambda_k} \ln \frac{d_{k+1}}{d_k} + \frac{1}{\alpha d_{n+1}}} \quad (3.22)$$

Tačiau, kad ją pritaikyti reikalinga žinoti šiluminės izoliacijos storį kuris nustatomas pagal šią formulę:

$$\delta_{IZ} = 0,5d \left[e^{\frac{2\pi\lambda_{iz,sk}(t_v - t_a)}{q} - \frac{2\lambda_{iz,sk}}{\alpha(d+0,1)}} - 1 \right] \quad (3.23)$$

3.44 lentelėje pateikiami apskaičiuoti reikalingi šiluminės izoliacijos storiai karšto vandentiekio magistralei.

3.44 lentelė. šiluminės izoliacijos storiai

Aplinkos temperatūra °C	Vamzdžio skersmuo	Karšto vandens temperatūra °C	Šilumos laidumo koef. λ_{iz} W/(m·K)	Minimalus izoliacijos storis, mm
10	DN25	+55	0,04	20
10	DN20	+55	0,04	20

Recirkuliacinio karšto vandens debitas sistemoje turi būti toks, kad būtų kompensuojami šilumos nuostoliai karšto vandens skirstymo vamzdžiuose [11]. Jis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$g_c = \sum_{j=1}^n \frac{(Q_N)_j}{4,2\Delta t} \quad (3.24)$$

kur:

$(Q_N)_j$ – šilumos nuostolių srautas karšto vandens sistemos j-ajame tiekimo vamzdyno ruože, kW;

n – sistemos ruožų skaičius, vnt.;

Δt – karšto vandens temperatūrų ties vandens šildytuvu ir tolimiausiu karšto vandens vartojimo prietaisu skirtumas, °C. Įvertinant šilumos srautą, kurį turi perduoti rankšluosčių džiovintuvai, laikoma, kad $\Delta t = 8,5$ °C [11].

3.45 lentelė. Recirkuliacinio vandentiekio šilumos nuostoliai

t_v	t_{apl}	$t_{v,pav}$	λ_{medz}	D_{vamzd}	$D_{sien.st}$	D_{viso}	d_{izol} mm	α_y	q	l, m	Q^{ht}_w
55	10	22	0,04	25	1,2	28	20	10,28	15,65	10	156,5
55	10	22	0,04	19	1,2	22	20	10,28	7,4	31,8	235,3
55	20	17	0,04	19	1,2	22	-	12	57,8	18,3	1057,7

Taigi viso karšto vandens sistemoje patiriama šilumos nuostoliu (priimant, kad rankšluosčių džiovintuvo galia 200 W) 3849 W.

Tuomet, cirkuliacinio karšto vandens debitas sistemoje:

$$q^{eir} = \Sigma \frac{Q^{ht}}{4,2\Delta t} = \frac{3849}{4,2 \cdot 8,5} = 0,108 l / s . \quad (3.25)$$

Apskaičiavus pastatui reikalinga cirkuliacinio vandens kiekį ir hidraulinius sistemos nuostolius buvo parinktas „ALPHA2–15–80–130“ cirkuliacinis siurblys.

Vadovaujantis „Pastatų karšto vandens įrengimo taisyklėmis“ [11] pateiktomis formulėmis, buvo apskaičiuota karšto vandens ruošimui reikalinga šilumokaičio galia $Q_h = 81.4$ kW. Pasinaudojant „Danfoss Hexact“ šilumokaičių parinkimo programa [29] buvo parinktas šilumokaitis XB05M-1-40, kurio šiluminė galia siekia 82 kW, o plokštelių skaičius 40.

Kadangi karšto vandens daliniam ruošimui naudojami saulės kolektoriais, parenkamos dvi akumuliacinės talpos. Pagal saulės kolektorių parinkimo programą „Polysun“ [33] parenkamos akumuliacinės talpos kurių bendras tūris yra 1500 l. Gauti modeliavimo duomenys pateikiami prieduose. Parenkame karšto vandens sistemai, išplėtimo indus. Jie parenkami priimant 4 % nuo bendro sistemos tūrio. Parenkame „N 50/6 „REFLEX“ 33 l išsiplėtimo indus.

3.3.3. Karšto vandens sistemos valdymas

Karšto vandens sistema pastate valdoma dviem programuojamais procesoriniais valdikliais. Vienas valdiklis aptarnauja šildymo ir karšto vandens sistemą, kitas saulės kolektorių sistemą. Valdiklis kontroliuojantis šilumnešio iš miesto tinklų parametrus sujungtas su temperatūros jutikliais prieš karšto vandens ruošimo šilumokaitį ir karšto vandens temperatūros jutikliu. Šilumnešio prieš karšto vandens ruošimo šilumokaitį temperatūra valdoma reguliatoriumi su el. pavara, kuris gavęs signalą iš valdiklio reguliuoja pratekančio šilumnešio srautą per šilumokaitį. Taip pat atsižvelgiant į karšto vandens temperatūra valdomas cirkuliacinio siurblio greitis.

Saulės kolektorių valdiklis sujungtas su temperatūrų jutikliai, bei siurbliu reguliuoja akumuliacinėse talpose esančio karšto vandens temperatūra taip sistema saugojama nuo

perkaitimo. Akumuliacinės talpos sujungtos su šalto vandentiekio įvadu bei karšto vandens sistemos cirkuliacine linija. Šiltas vanduo iš akumuliacinių talpų teką per karšto vandens ruošimui skirtą šilumokaitį, taip vandenį pašildant iki reikiamos temperatūros. Kad iš akumuliacinių talpų naudojamas vanduo nebūtų per aukštos temperatūros tam naudojamas triegis pamašymo vožtuvas su el. pavara.

Karšto vandens sistemos subalansavimui ant kiekvienos atšakos į stovus įrengiami termostatiniai–balansiniai ventiliai. Atskirų sistemos stovų uždarymui įrengiama uždaromoji armatūra. Karšto vandens sistemoje esančių rankšluosčių džiovintuvų skleidžiamos šilumos reguliavimui prie jų įrengiami termostatiniai ventiliai.

3.4. Vėdinimas

Pastato patalpų vėdinimui įrengta priverstinės traukos oro tiekimo ir šalinimo sistema, užtikrinanti reikiamą oro kaitą patalpose. Priverstinės traukos sistemos įrenginys montuojamas palėpėje. Suprojektuota viena oro tiekimo – šalinimo sistema su priešpriešinių srautų plokšteline rekuperatoriumi skirtu tiekiamo oro pašildymui.

Oras šalinamas iš patalpų ir tiekimas į patalpas per sieninius difuzorius. Pastate suprojektuotas oro kiekis buvo paskaičiuotas pagal patalpų plotus.

Visi tranzitiniai ortakiai pravedami palėpės erdvėje. Ant ortakių atšakų sumontuotos oro srauto matavimo – reguliavimo sklendės. Atšakos nuo magistralinių ortakių iki difuzorių pravedamos jas montuojant ant išorinių lauko sienų. Oro šalinimas per san. mazgus ir virtuvę ortakių pravedimui panaudojant buvusius natūralaus vėdinimo sistemos kanalus. Pašalinto iš šių patalpų oro kompensavimas numatytas tiekiant orą į gretimas patalpas. Oro pritekėjimui iš gretimų patalpų numatomi plyšiai duryse.

Gaisro atveju numatytas visos vėdinimo sistemos automatinis išjungimas. Siekiant užkirsti ugnies plitimą ortakiais, tose vietose kur ortakiai kerta pastato konstrukcijas numatoma įrengti ugnies vožtuvus su išsilydančiu elementu.

Lauko oro imamosios ir išmetamosios angos numatytos taip, kad tiekiamas oras būtų kuo švaresnis. Lauko oro paėmimui numatyta panaudoti pietinėje pastato sienoje esančią angą. O šalinamas oras išmetamas tiesiogiai į palėpę.

Atstumas tarp oro ėmimo ir oro šalinimo angų nustatytas pagal STR 2.09.02:2005 šalinamo oro užterštumo kategoriją EHA, kuri suprojektuotame pastate yra EHA – 2 tai yra vidutiniškai užterštas oras (iš patalpų, kuriose rūkoma arba būtiniai procesai neintensyvūs – viešbučių kambariai, valgomosios patalpos ir pan.) [6].

3.4.1. Projektiniai oro kiekiai

Oro kiekiai pastatui parinkti pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ [6] 1 priedą. Oro kiekio projektinės reikšmės ir parinkti oro kiekiai pateikiami 3.7 lentelėje.

3.46 lentelė. Projektiniai patalpų parametrai.

Eil. Nr.	Patalpos pavadinimas (paskirtis)	Plotas, m ²	Norminiai oro kiekiai, m ³ /h		Projektiniai oro kiekiai, m ³ /h	
			Tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Šalinamo oro kiekis, m ³ /h	Tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Šalinamo oro kiekis, m ³ /h
1	2	3	5	6	7	8
I-3	WC	1,59	-	36	-	40
I-4	Vonia	3,19	-	54	-	66
I-5	Virtuvė	6,22	-	72	75	75
I-6	Miegamasis	14,20	35,5	-	36	-
I-7	Miegamasis	15,28	38,2	-	40	-
I-8	Svetainė	15,58	28,1	-	30	-
II-2	WC	1,63	-	36	-	36
II-3	Vonia	3,15	-	54	-	54
II-4	Virtuvė	5,74	-	72	75	75
II-5	Miegamasis	8,94	22,4	-	40	-
II-6	Svetainė	16,14	29,1	-	50	-
III-2	Miegamasis	15,77	39,4	-	50	-
III-3	WC	1,61	-	36	-	36
III-4	Vonia	3,26	-	54	-	54
III-5	Virtuvė	6,45	-	72	75	75
III-6	Svetainė	29,6	29,6	-	40	-
IV-3	WC	1,59	-	36	-	40
IV-4	Vonia	3,19	-	54	-	66
IV-5	Virtuvė	6,22	-	72	75	75
IV-6	Miegamasis	14,20	35,5	-	36	-
IV-7	Miegamasis	15,28	38,2	-	40	-
IV-8	Svetainė	15,58	28,1	-	30	-
V-2	WC	1,63	-	36	-	36
V-3	Vonia	3,15	-	54	-	54
V-4	Virtuvė	5,74	-	72	75	75

3.46 lentelės tęsinys

V-5	Miegamasis	8,94	22,4	-	40	-
V-6	Svetainė	16,14	29,1	-	50	-
VI-2	Miegamasis	15,77	39,4	-	50	-
VI-3	WC	1,61	-	36	-	36
VI-4	Vonia	3,26	-	54	-	54
VI-5	Virtuvė	6,45	-	72	75	75
VI-6	Svetainė	29,6	29,6	-	40	-
Į antros laiptinės butus tiekiamo ir šalinamo oro kiekiai toki patys						
Viso:		593,4	889,2	1944	2044	2044

Oro judėjimo greitis darbo zonoje pateiktas 3.8 lentelėje (pagal HN 42:2009. Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas. 1 lentelę [1]).

3.47 lentelė. Oro judėjimo greitis patalpose.

Eil. Nr.	Mikroklimato parametras	Ribinės vertės	
		Šaltuoju metų laikotarpiu	Šiltuoju metų laikotarpiu
1	2	3	4
1	Oro judėjimo greitis darbo zonoje, m/s	0,05-0,15	0,15-0,25

3.4.2. Oro paskirstymo ir šalinimo įrenginių parinkimas

Pagal apskaičiuotus oro kiekius parinkti oro tiekimo ir šalinimo įrenginiai. Jie parinkti atsižvelgiant į 2 parametrus:

- 1) $l_{0,2}$ – nurodo atstumą nuo skirstytuvo, kurio greitis ašyje nusilps iki 0,2 m/s;
- 2) triukšmo lygis dBA gyvenamosios paskirties patalpose neturi būti didesnis nei 45 – 55 dB.

Apskaičiuojamas $l_{0,2}$ – iš patalpos aukščio atimant darbo zonos aukštį (1,8 m).

$$l_{0,2} = h_{\text{skirst.}} = 2,9 - 1,8 = 1,1 \text{ m.}$$

Visam pastatai parinkti vienodi BALANCE-S-100, difuzoriai skirti tiek oro tiekimui tiek šalinimui (parinkimo grafikai pateikti prieduose).

Pagrindiniai difuzoriaus parametrai:

- Kai oro debitas $75 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A = 28 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 115 \text{ Pa}$. 24 vnt.
- Kai oro debitas $66 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A = 22 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 96 \text{ Pa}$. 4 vnt.
- Kai oro debitas $54 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A = 20 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 57 \text{ Pa}$. 8 vnt.
- Kai oro debitas $50 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A = 18 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 48 \text{ Pa}$. 8 vnt.
- Kai oro debitas $40 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A \leq 20 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 40 \text{ Pa}$. 12 vnt.
- Kai oro debitas $36 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A \leq 20 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 25 \text{ Pa}$. 12 vnt.
- Kai oro debitas $30 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A \leq 20 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 12 \text{ Pa}$. 4 vnt.

3.4.3. Vėdinimo sistemos aerodinaminiai skaičiavimai

Aerodinaminio skaičiavimo tikslas, žinant oro debitus nustatyti ortakių skersmenis ir aerodinaminę sistemos pasipriešinimą [34]. Skaičiavimai pradedami nuo nepatogiausio taško, šios projektuojamos sistemos atžvilgiu tai būtų pastato trečio buto antra patalpoje parinktas oro skirstytuvas. Prieš pradėdant atlikti aerodinaminis skaičiavimus sudaroma skaičiuojamoji vėdinimo sistemos aksonometrinė schema (pateikta prieduose). Slėgio nuostoliai visoje magistralėje yra lygūs pavienių magistralės slėgių sumai. Slėgio nuostoliai kiekviename ruože susideda iš nuostolių dėl trinties ir dėl nuostolių susidarantių vietinėse kliūtyse.

Pradedant skaičiuoti sistemą, žinoma tik jos konstrukcija ir oro srautai skaičiavimo ruožuose, todėl ruožų ortakių skersmenys neapibrėžti. Tam kad būtų galima rasti ortakių skersmenis, pasinaudojama gamintojų pateikiamomis diagramomis. Parinkus atitinkamą greitį randamas ir ortakio skersmuo [34].

Slėgio nuostoliai dėl trinties randami iš ortakių diametrų parinkimo diagramos, kurioje nurodyti prie tam tikro ortakio diametro ir oro debito susidarantys oro greičiai ir slėgio nuostoliai.

Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių parinkti iš Egidijaus Juodžio knygos „Vėdinimas“ [34]. Žinant ortakyje esančio oro judėjimo greitį apskaičiuotas dinaminis slėgis:

$$\rho_{din} = \frac{v^2 \times \rho}{2}, Pa \quad (3.26)$$

Čia:

v^2 – ortakyje esančio oro greitis, m/s;

ρ – oro tankis, 1,2 kg/m³

Susidarę slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių apskaičiuojami:

$$Z = \sum \zeta \times p_{din}, Pa \quad (3.27)$$

Čia:

$\sum \zeta$ – skaičiuojamojo ruožo vietinių kliūčių pasipriešinimo koeficientų suma.

Aerodinaminė skaičiavimo suvestinė pateikta 3.48 lentelėje.

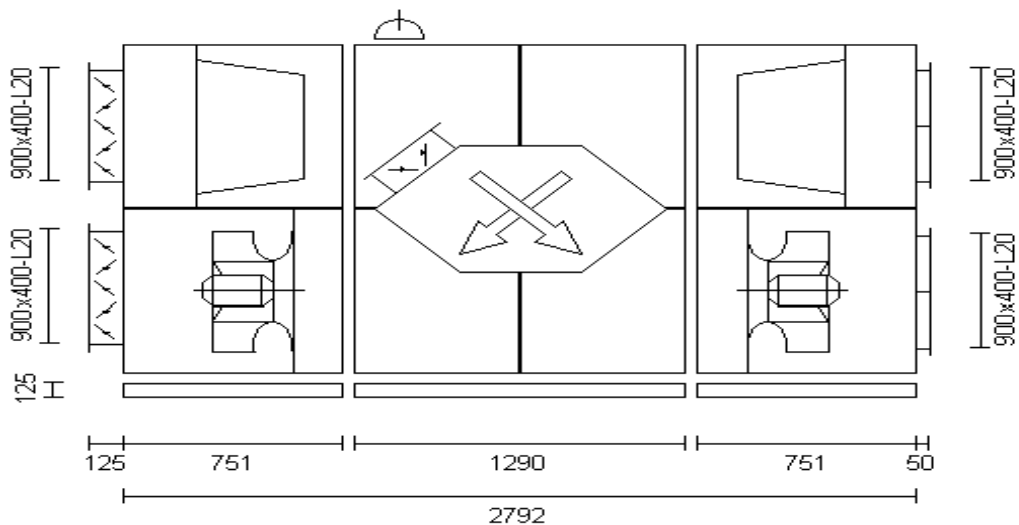
3.48 lentelė Aerodinaminių skaičiavimų suvestinė.

Ruožo Nr.	Debitas, m ³ /h	Ilgis, m	Ortakio skersmuo d, mm	Oro greitis, m/s	Trinties nuostoliai R, Pa/m'	Dinaminis slėgis p _{din} , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R×l, Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma Σζ	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	R × l+Z, Pa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
										48	Skirstytuvai
1	50	3,20	100	2,0	1,9	2,40	6,08	0,37	0,89	7	L(0,37)
2	100	5,15	100	3,5	6,0	7,35	30,90	1,07	7,87	39	L(0,37), T(0,7)
3	200	3,65	125	4,5	7,0	12,15	25,55	1,26	15,31	41	P(0,74), T(0,52)
4	280	2,75	160	2,5	2,0	3,75	5,50	1,00	3,75	9	P(0,15), T(0,85)
5	430	5,67	160	5,5	7,0	18,15	39,69	1,11	20,15	60	T(1,11)
6	580	3,60	200	5,5	8,0	18,15	28,80	1,72	31,22	60	L(0,37), T(1,2), P(0,15)
7	652	8,50	250	3,5	2,0	7,35	17,00	1,13	8,31	25	P(0,15), T(0,98)
8	732	3,60	250	4,1	3,0	10,09	10,80	0,52	5,25	16	T(0,52)
9	792	7,65	250	4,5	3,5	12,15	26,78	0,52	6,32	33	T(0,52)
10	872	4,90	250	5,0	4,0	15,00	19,60	0,62	9,30	29	T(0,62)
11	1022	4,12	250	5,5	5,0	18,15	20,60	0,62	11,25	32	T(0,62)
12	2044	6,5	315	7,5	10,0	33,75	65,00	1,15	38,81	104	P(0,15), T(1,0)
13	2044	4,00	630	2,0	2,0	2,40	8,00	2,17	5,21	13	Gr(1,2), 3L(0,97)
										Σ 516	

Santrumpos: L – alkūnė; P – perėjimas; T – trišakis; Gr – oro tiekimo grotelės.

3.4.4. Oro vėdinimo įrangos parinkimas

Pagal apskaičiuotą oro kiekį modernizuojamam daugiabučiui gyvenamajam namui parinktas vėdinimo įrenginys iš „UAB Amalva“ vėdinimo įrenginių serijos su priešpriešinių srautų plokšteliu rekuperatoriumi katalogo [35]. Reikalingas oro kiekis gyvenamųjų patalpų vėdinimui 2044 m³/h. Parinktas įrenginys maksimaliai gali tiekti 2050 m³/h oro kiekį. Įrenginio schema pateikta 9 paveiksle.



9 pav. VERSO-PCF-20-2.5

Įrenginio dalių slėgio nuostoliai:

Užsklanda: $\Delta p = 5 Pa$;

Kišeninis filtras (filtravimo klasė EU5): $\Delta p = 105 Pa$;

Rotacinis šilumokaitis: $\Delta p = 80 Pa$

Lašų gaudytuvas: $\Delta p = 15 Pa$;

$\Delta p_{OTI} = 5 + 105 + 80 + 15 = 205 Pa$;

Plokštelinio rekuperatoriaus naudingumo koeficientas ~77 %.

Filtrai keičiami naujais, kai slėgio nuostoliai filtruose pasiekia maksimalią rekomenduojamą normą $\Delta P_{t,max} = 180 Pa$:

$$\Delta P_{t.max} = \Delta P_{t.sk.} + \Delta P_n \quad (3.28)$$

Čia: $\Delta P_{t.sk.}$ – skaičiuotinas aerodinaminis pasipriešinimas filtre, Pa; (nurodoma prie įrenginio (105 Pa);

ΔP_n - norminis aerodinaminio pasipriešinimo prieaugis, Pa; (75 Pa).

Ventiliatorius vėdinimo įrenginiui parenkamas pagal oro kiekį ir slėgio nuostolius:

$$\Delta p = \Delta p_{OTI} + \Delta p_{sist.} + \Delta p_{skirst} + 100 = 205 + 516 + 100 = 821, Pa; \quad (3.29)$$

Čia: Δp_{OTI} - slėgio nuostoliai vėdinimo įrenginyje, Pa;

$\Delta p_{sist.}$ - slėgio nuostoliai sistemoje, Pa;

Δp_{skirst} - slėgio nuostoliai toliausiai nutolusiame oro skirstytuve, Pa.

100 – atsarga, Pa;

Tiekiamo oro kiekis - 2044 m³/h;

Šalinamo oro kiekis - 2044 m³/h;

Parinktas ventiliatorius RDH 250 („UAB Amalva“). Parinkimo diagrama pateikiama prieduose.

RDH 250 charakteristikos:

$\Delta p=900 Pa$, $\eta=72 \%$, tiekiamas oro debitas apie 2044 m³/h, $n=3000 aps/min$,

$L_A= 82 dB(A)$, $N=0,5 kW$;

Kadangi tiekiamo ir šalinimo oro kiekiai yra panašūs tai parenkami 2 tokio tipo ventiliatoriai.

3.4.5. Vėdinimo sistemos valdymas

Suprojektuota mechaninė vėdinimo sistema gyvenamosios paskirties dviejų aukštų pastatui. Oras tiekiamas į pastatą cinkuotais ortakiais. Oro srautams subalansuoti ir triukšmo lygiui mažinti naudojami skirstytuvai ir triukšmo slopintuvai. Papildomam oro srautų balansavimui numatomos įrengti reguliavimo sklendės prie atskirų atšakų.

Žiemos metu į patalpas bus tiekiamas pašildytas lauko oras. Orui sušildyti vėdinimo įrenginyje yra įrengta priešpriešinių srautų plokštelinio šilumokaičio sekcija, kurioje tiekiamas oras pašildomas šalinamu oru.

Ant oro šalinimo atšakų iš virtuvės patalpų įrengiami slėgio jutikliai ir automatinės oro srauto uždarymo sklendės. Tuo atveju, kai virtuvėje įjungiami gartraukiai, slėgis šalinamo oro ortakyje sumažėja ir slėgio jutiklis perduoda signalą automatinei sklendei ir vėdinimo įrenginio ventiliatoriui, kuris sumažina apsisukimų skaičių. Vietose kur ortakiai kerta pastato atitvaras įrengiami ugnies vožtuvai su išsilydančiu elementu.

Gaisro atveju numatomas automatinis visų vėdinimo sistemų išjungimas.

4. TECHNOLOGINĖ – ORGANIZACINĖ IR EKONOMINĖ DALIS

4.1. Reikalavimai šildymo sistemai

Presuojami plieniniai šildymo sistemos vamzdžiai turi išorinį cinko sluoksnį nuo 8 iki 15 μm . Maksimalus darbinis slėgis 16 barų. Maksimali darbinė temperatūra 110 $^{\circ}\text{C}$. Trumpalaikė leistina temperatūra +140 $^{\circ}\text{C}$. Linijinis plėtimosi koeficientas 0,017 mm/mK.

Daugiasluoksnis (kompozicinis su Al) vamzdis PE-RT skirtas vandentiekio, šildymo ir vėsinimo sistemoms. Medžiagos degumo klasė B2. Trumpalaikė maksimali temperatūra 95 $^{\circ}\text{C}$, slėgis 10 bar.; klasė 5 – aukštos temperatūros radiatorių pajungimas, darbinė temperatūra 80 $^{\circ}\text{C}$.

Akmens vatos kevalai padengti aliuminio folija naudojami vamzdynų montuojamų pastato viduje šiluminei izoliacijai. Šilumos laidumo koeficientas $\lambda = 0,033$. Akmens vatos kevalai atsparūs ugniai, nes bazinė medžiaga nedegi.

Vamzdžių įvorės turi būti ten, kur vamzdžiai praeina pro sienas grindis ir lubas. Įvorė turi būti pagaminta iš tos pačios medžiagos, kaip ir vamzdis ir atitinkamo dydžio, kad būtų užtikrintas ne mažesnis, kaip 15 mm tarpas pagal diametrą. Kur vamzdžiai praeina pro konstrukcines grindis ir priešgaisrines sienas, turi būti naudojamos specialios ugnies nepraleidžiančios tarpinės, kad būtų pasiektas bent 2 val. atsparumas ugniai.

Tarpų užsandarinimas tarp atitvaros ir įdėklo atliekamas iš lengvai surišų akmens vatos demblių. Atsparumas ugniai – nedegi medžiaga.

Įrenginiai ir sistemų ruošiniai į aikštelę turi būti atvežami sukomplektuoti paketais arba konteineriuose, su užrašu apie ruošinius paruošusią gamyklą, užsakymo Nr. Ir kokybę liudijančiais dokumentais.

Prieš montavimo darbus, visi darbuotojai turi būti supažindinti su darbo saugos reikalavimais ir turi pasirašyti darbo saugos žurnale. Turi būti ženklai, įspėjantys apie vykdomus darbus.

Šildymo prietaisai į statybos vietą turi būti atvežti išbandyti hidrauliškai didesniu slėgiu negu darbinis slėgis.

Prieš pradėdant sistemų montavimą, turi būti paruoštos angos vamzdynų montavimui. Pertvarose vamzdžių pravedimui turi būti tiesiami nedegūs įdėklai, kurių galai turi sutapti su statybinės konstrukcijos storiu. Tarpus tarp atitvaros ir įdėklo išorinio paviršiaus reikia užpildyti mineraline vata arba nedegia medžiaga.

Montuojant šildymo ir šilumos tiekimo sistemas, turi būti užtikrinta:

- Sujungimų sandarumas;
- Vamzdžių ašių tiesumas;
- Galimybė prieiti prie įrenginių, armatūros ir srieginių sujungimų, remonto bei įrenginių keitimo metu;
- Galimybė išleisti iš sistemos orą ir vandenį, aukščiausiose pagal nuolydį sistemos vietose reikia sumontuoti nuorinimo ventilius, o žemiausiose vandens išleidimo ventilius;
- Vamzdynų projektinis nuolydis.

Šildymo prietaisai turi būti montuojami išlaikant pastatymo horizontalumą ir vertikalumą, prisitaikant atstumo nuo sienos pagal konkrečių šildymo prietaisų reikalavimus, numatant galimybę juos remontuoti ir valyti.

4.2. Reikalavimai karšto vandens sistemai

Horizontalūs vamzdynai tiesiami 0,002–0,005 nuolydžiu į sanitarinių prietaisų arba vandens išleistuvų pusę. Vandeniui išleisti žemutinėse tinklų vietose įmontuojami trišakiai su kamščiais. Vamzdynų posūkiai daromi naudojant fasonines dalis.

Vertikalieji vamzdynai neturi nukrypti nuo vertikalios ašies daugiau kaip per 2 mm/m. Atstumas tarp vandentiekio vamzdynų turi būti 80 mm. Atstumas nuo statybinių konstrukcijų iki izoliuotų vamzdynų paviršiaus turi būti nemažesnis kaip 50 mm.

Vamzdynui kertant statybines konstrukcijas, tarpas tarp jų užtaisomas nedegia medžiaga, netrukdančia vamzdžio linijiniam plėtimuisi.

Santechinių sistemų vamzdynų bandymai vykdomi prieš apdailos pradžią. Vamzdynų izoliavimas, tiesimo vagų, nišų ir angų užtaisymas atliekamas jau išbandžius sumontuotus vamzdynus. Pastatų šaltojo ir karštojo vandentiekio sistemos išbandomos hidrauliškai hidrostatiniu metodu iki vandens ėmimo armatūros sumontavimo. Bandymo metu aplinkos temperatūra turi būti ne žemesnė nei +50C. Sistema privalo būti užpildyta vandeniui bent 24 val. iki pradedant bandymą slėgiu. Turi būti iš visos sistemos išleistas oras.

Hidraulinis bandymas vykdomas esant patalpose teigiamai temperatūrai. Bandomasis slėgis turi viršyti ribinį darbinį slėgį 1,5 karto. Užpildžius vamzdyną geriamos kokybės vandeniui, bandomuoju slėgiu bandoma ne mažiau kaip 2 val., apžiūrint vamzdyną bei sujungimus. Jei

vamzdynuose nepastebėta nutekėjimų ar kitų defektų, jis laikomas tinkamu eksploatuoti. Be to, slėgis neturi sumažėti daugiau kaip 0,2 bar.

Pasibaigus bandymui vanduo iš šaltojo ir karštojo vandentiekio sistemų išleidžiamas, ir vamzdynas praplaunamas ir dezinfekuojamas.

Vamzdynus, kuriais bus tiekiamas geriamos kokybės vanduo, reikia dezinfekuoti chloruotu vandeniui (tirpalas ruošiamas skaičiuojant 10 dalių chlorkalkių/ 1 milijonas geriamo vandens dalių). Šiuo tirpalu užpildomas vamzdynas ir laikoma ne mažiau kaip 30 min. Po to

vamzdynas išplaunamas vandeniu, kol chloro koncentracija lieka ne daugiau kaip 0,3- 0,5 mg/l.

Vandentiekio sistemų armatūra turi būti pagaminta iš korozijai atsparių medžiagų ir skirta montuoti vamzdynuose, transportuojančiuose iki 110 °C temperatūros geriamos kokybės vandenį. Armatūra skirta montuoti vertikaliuose ir horizontaliuose vamzdynuose, transportuojančiuose vandenį darbiniu slėgiu iki 1,6 MPa (išbandymo slėgis 2,4 MPa).

4.3. Reikalavimai vėdinimo sistemai

Visi ortakiai turi būti gaminami iš lakštinio plieno, iš abiejų pusių padengto cinku.

Visi ortakiai ir ortakių detalės turi būti pagaminti atskirais tam tikro ilgio segmentais su movomis ir guminėmis tarpinėmis.

Ortakių tarpusavio sujungimo vietose movos bei tarpinės turi užtikrinti hermetiškumą, tarpinės turi būti iš nedegios medžiagos.

Pagaminti ortakiai ir visos detalės, prieš išvežant į statybos vietą, turi būti sukomplektuoti sujungimo detalėmis, supakuoti pagal ruošinius, apsaugoti nuo atmosferinių kritulių ir nuo cinko sluoksnio pažeidimo transportavimo metu.

Vėdinimo sistemų įrenginiai ir ortakių tinklas turi būti montuojami montuojami tiksliai pagal projekto dokumentaciją, pagal darbų vykdymo taisykles ir darbo saugos specialiuosius reikalavimus.

Prieš vėdinimo įrenginių ir ortakių montavimo darbus, statybos aikštelėje turi būti atlikti sekantys darbai:

- Sumontuotos sienos, atitvaros, įstiklinti langai, perdangos ir pamatai, ant kurių bus montuojama vėdinimo įranga;
- Paruoštas angos statybinėse konstrukcijose ortakių montavimui;
- Ortakių tvirtinimo elementų paruošimas
- Pastolių įruošimas
- Elektros energijos tiekimas
- Kėlimo mechanizmų sukomplektavimas
- Turi būti ženklai, įspėjantys apie vykdomus darbus.

Visi vėdinimo įrenginiai į statybos aikštelę turi būti atvežami supakuoti, kad transportuojant nebūtų pažeidžiami, turi turėti pasus su techninėmis charakteristikomis ir kokybę liudijančiais dokumentais.

Montavimo metu įrenginiai ir medžiagos turi būti saugojami nuo mechaninių pažeidimų, ortakių vidus ir išorė prieš montavimą turi būti išvalyti.

Ortakių dalys, pravedamos per angas statybinėse konstrukcijose, turi būti įdėkluose iš cinkuotos skardos. Montuojant negalima pažeisti cinko sluoksnio.

Oro srauto reguliavimo ir matavimo sklendės turi būti sumontuotos taip, kad lengvai užsidarytų arba atsidarytų, tvirtai užsifiksuotų nustatytoje padėtyje.

Ugnies vožtuvai su ortakiais turi būti sujungti sandariu jungimu, naudojant nedegias tarpines. Montavimo metu turi būti užtikrintas priėjimas prie išsilydančio saugiklio.

Sumontavus ugnies vožtuvą reikia patikrinti ar laisvai sukinėjasi sklendė, ar geras priėjimas jų profilaktiniam patikrinimui.

Įrenginius montuoti ant vibracijas slopinančių atramų, vamzdynus su įrenginiais sujungti naudojant lanksčius jungiamuosius elementus, įrengti pamatus įrenginių pastatymui.

Baigus vėdinimo įrenginių ir ortakių montavimo darbus, turi būti atliekamas sistemų bandymas ir derinimas.

4.4. Ekonominė dalis

Skaičiuojamoji statybos kaina (statybos kaina) apima tyrinėjimo, projektavimo, bendrųjų ir specialiųjų darbų statybos vertę, įrenginių įsigijimo, montavimo, derinimo ir išbandymo, techninio personalo apmokymo ir kitas investuotojo išlaidas, susijusias su statinio statyba ir priėmimu naudoti [36].

Statinių statybos skaičiuojamųjų kainų nustatymo tikslas – apskaičiuoti ir iš anksto numatyti ekonomiškai pagrįstas statinių projektinių sprendimų parengimo, įgyvendinimo, statinių statybos vykdymo, projekto valdymo ir kitas išlaidas bei, atsižvelgiant į rinkos sąlygas, rangos sudarymo prielaidas, baigiamuosius statybos sutarties rezultatus, atsiskaitymo už atliktus darbus būdus, planuoti bendrą investicijų poreikį ir suformuoti skaičiuojamąją statybos kainą [36].

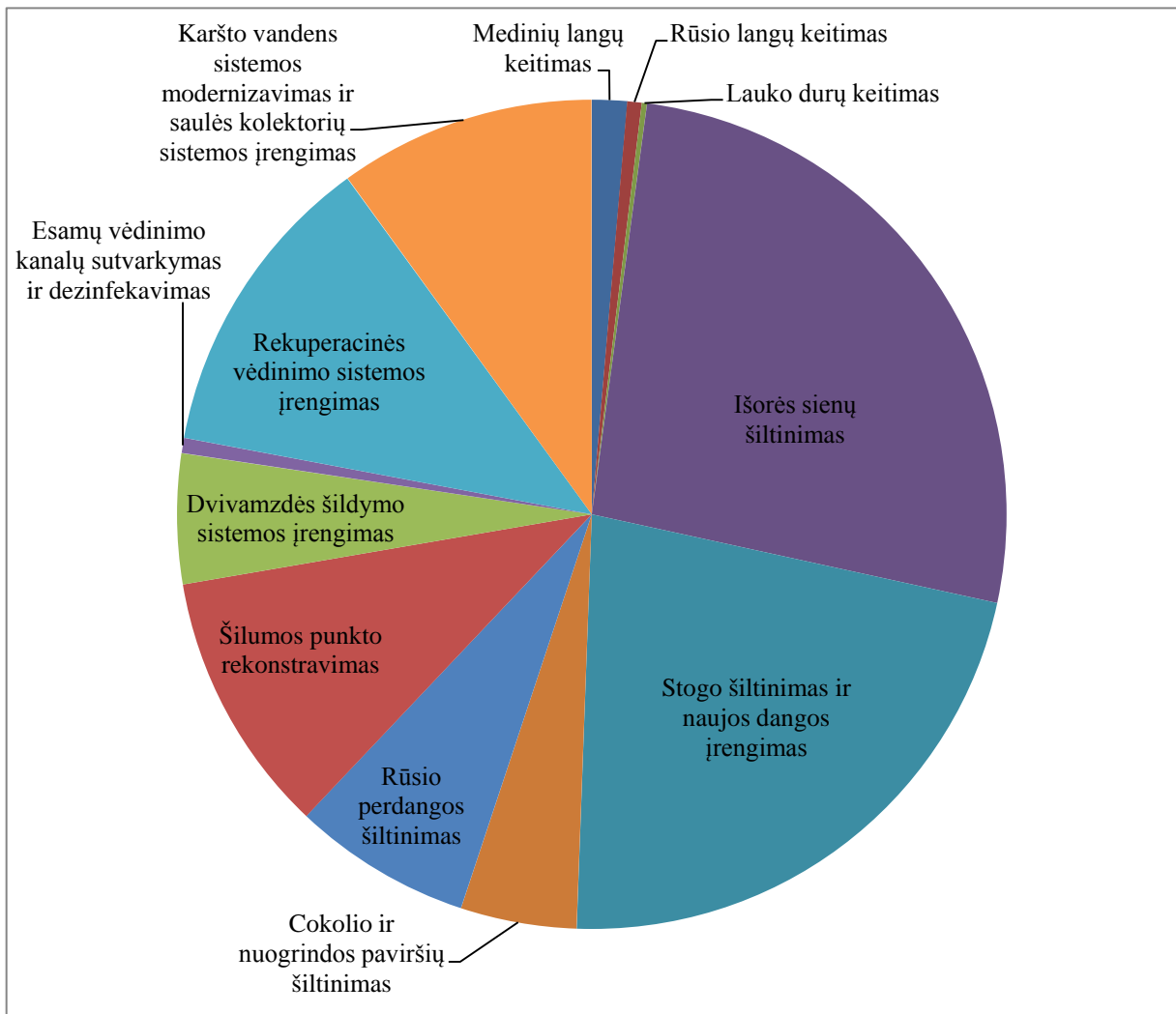
Statinio sąmatinės kainos sudėtis – tai statinio investicijų poreikį pagrindžianti projektinė dokumentacija.

Statinių skaičiavimo kainų nustatymas reikalingas norint iš anksto numatyti įvairias statybos išlaidas.

Lokalinės sąmatos sudėtinės dalys [36]:

- Tiesioginės išlaidos (medžiagų kaina, darbo užmokestis, mechanizmų kaina);
- Netiesioginės išlaidos (pridėtinės vertės mokestis 21 %, pelnas ~5 %).

Šio darbo tiriamojoje dalyje buvo paskaičiuotos įvairių pastato energinį naudingumą didinančių priemonių kainos. Tam buvo naudojamos „Pastatų atnaujinimo (modernizavimo) darbų skaičiuojamųjų kainų rekomendacijos“ parinktos pagal pagal 2014 m. spalio mėn. statybos resursų skaičiuojamąsias kainas, kurias parengė UAB „Sistela“ [1].



10 pav. Pastato modernizacijos kainos sudedamosios dalys

Pasirinktų pastato energinį naudingumą didinančių priemonių galutinė suma 210,2 tūkst eurų su PVM, arba 328,30 Eur/m² (pastato naudingo ploto).

5. DARBŲ VYKDYMAS IR APLINKOS APSAUGA

Remiantis saugos ir sveikatos statyboje taisyklėmis [37] darbuotojų saugai keliami tokie reikalavimai:

- Visi asmenys, esantys statybvietyje turi dėvėti apsauginius šalms.
- Gyvenvietėse ir veikiančių įmonių teritorijose esančios statybvietytės turi būti aptvertos, kad į jas nepatektų pašaliniai asmenys.
- Draudžiama dirbti aukštyje atvirose vietose, kai vėjo greitis yra 15 m/s ir didesnis bei plikšalos, lijdros, perkūnijos, rūko ar blogo matomumo darbo vietose metu ir t.t [37].

Remiantis STR 2.01.01(2) [14] statinys turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad kilus gaisrui:

- statinio laikančiosios konstrukcijos tam tikrą laiką išlaikytų apkrovas;
- būtų ribojamas ugnies bei dūmų plitimas statinyje;
- būtų ribojamas gaisro plitimas į gretimus statinius;
- žmonės galėtų saugiai išeiti iš statinio ar būtų galima juos gelbėti kitomis priemonėmis;
- pradėtų veikti gaisrinės saugos bei gaisro aptikimo, gesinimo sistemos;
- ugniagesiai gelbėtojai galėtų saugiai dirbti.

Remiantis STR 2.09.02 [6] patalpose turi būti palaikomas toks oro judrumas:

- Šiltuoju metų laiku – $0,15 \div 0,5$ m/s
- Šaltuoju metų laiku – $0,05 \div 0,2$ m/s

Priimti projektiniai sprendimai energijos taupymui, šildymo ir vėdinimo sistemose įrengiama įjungiamoji, išjungiamoji, reguliavimo ir valdymo įtaisai bei armatūra, įgalinantys sekti pagrindinius lauko ir patalpų oro, įrangos veikimo, energijos vartojimo rodiklius. Šilumos atgavimui iš šalinamo oro įrengiamas rotacinis rekuperatorius, visa įranga parenkama taip, kad jos naudingumo – efektyvumo rodikliai būtų kuo didesni.

IŠVADOS

1. Atlikus termovizinius matavimus daugiabutyje gyvenamajame name nustatytos padidinto šilumos srauto bei infiltracijos vietos per pastato atitvaras t. y. langų angokrašiai, įtrūkimai sienose, atitvarų sandūros vietos.
2. Atlikus natūrinius patalpų oro judėjimo greičio matavimus ties natūralaus vėdinimo ištraukiamaisiais kanalais nustatyta oro kaita pastate yra $0,22 \text{ h}^{-1}$, o tai yra net 2,5 karto mažiau negu reikalaujama STR 2.01.01(3):1999 „*Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga*“ reikalavimai.
3. Apskaičiuoti patiriami šilumos nuostoliai, dėl prastos inžinerinių sistemų šiluminės izoliacijos būklės yra 18298 W. Pakeičiant seną šilumine izoliacija nauja šilumos nuostoliai sumažėtų iki 5128 W, o investicija į vamzdynų šiltinimą atsipirktų per vieną šildymo sezoną.
4. Nustatyta pastato energinio naudingumo klasė F, o įgyvendinus pasirinktas modernizacijos priemones būtų pasiekama B energinio naudingumo klasė. Pastato šildymui reikalingos šiluminės energijos kiekis sumažėtų iki 70 %, šiluminės energijos sąnaudos karštam buitiniam vandeniui ruošti sumažėtų iki 66 %, o pastato į aplinką išmetamo CO₂ kiekis sumažėtų iki 56 %.
5. Vietoj senos vienvamzdės viršutinio paskirstymo šildymo sistemos, pastatui suprojektuota nauja dvivamzdė viršutinio paskirstymo sistema, kurios galia 41,9 kW. Nauja šildymo sistema pastatui turėtų sutaupyti apie 11,42 MWh per metus, o investicija atsipirktų per 12 metų.
6. Modernizuota sena karšto vandens sistema, įrengiant cirkuliacine linija ir rankšluosčių džiovintuvus, bei panaudojant saulės kolektorius kurių plotas 40,1 m². Įrengti saulės kolektoriai turėtų padengti apie 66 % šilumos reikalingos karšto vandens ruošimui.
7. Vietoj natūralaus vėdinimo, pastatui yra suprojektuota mechaninė oro tiekimo ir šalinimo sistema: tiekianti ir šalinanti 2044 m³/h. Parinktas vėdinimo įrenginys VERSO-PCF-20-2,5. Naujai įrengta vėdinimo sistema leis pastate palaikyti

reikiamus oro kokybės parametrus, bei sutaupys 3,28 MWh šiluminės energijos per metus.

8. Investicija į atitvarų šiluminių savybių gerinimą yra ~ 130 tūkst. eurų, ši investicija sumažintų pastatui šildyti reikalingos šiluminės energijos sąnaudas iki 60 %, o investicija atsipirktų per 17,8 metų. Investicija į inžinerinių sistemų modernizavimą yra ~ 80 tūkst. eurų ši investicija pastatui sutaupyta iki 20 % šiluminės energijos ir atsipirktų per 18 metų. Bendra daugiabučio gyvenamojo namo modernizacijos kaina yra 210,2 tūkst eurų su PVM, arba 328,30 Eur/m². Atsižvelgiant į dabartinę šiluminės energijos kainą, investicija į pastato modernizaciją atsipirktų per 18 metų.

LITERATŪRA

1. Pasatų atnaujinimo (modernizavimo) darbų skaičiuojamųjų kainų rekomendacijos UAB „Sistela“.
2. HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“
3. HN 69 – 2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose“
4. HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“.
5. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energetinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“.
6. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“.
7. RSN 156 – 94 „Statybinė klimatologija“.
8. STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo galia. Šilumos poreikis šildymui“.
9. RSN 26 „Vandens vartojimo normos“
10. STR 2.07.01 „Vandentiekis ir nuotekų šalintuvas. Pastato inžinerinės sistemos. Lauko inžineriniai tinklai“
11. „Pastatų karšto vandens sistemų įrengimo taisyklės“
12. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas“.
13. STR 1.05.06:2010 „Statinio projektavimas“.
14. STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“.
15. STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“.
16. STR 2.01.01(4):2008 „Esminiai statinio reikalavimai. Naudojimo sauga“.
17. STR 2.01.01(5):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Apsauga nuo triukšmo“.
18. STR 2.01.01(6):2008 „Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“.
19. STR 2.05.20:2006 „Langai ir išorės įėjimo durys“.
20. Įsakymo Nr. 1 – 338 „Gaisrinės saugos pagrindiniai reikalavimai“.
21. HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“.
22. Dorota Anna Krawczyk „Theoretical and real effect of school's thermal modernization– A case study“. In: *Energy and buildings journal*. 81 2014, pp. 30–37

23. Ciara Ahern, Brian Norton „Energy savings across EU domestic building stock by optimizing hydraulic distribution in domestic space heating systems“. In: *Energy and buildings journal*. 69 2015, pp. 199–209
24. Edvardas Tuomas „Šilumos sąnaudų ruošiant karštą vandenį individualiuose šilumos punktuose analizė“. Iš: ISSN 0235–7208. Energetika. 2001 Nr. 1, pp. 66–73
25. Muhammet Kayfeci „Determinatio of energy savings and optimum insulation thicknesses of the heating piping systems for different insulation materials“. In: *Energy and buildings*. 69 2014, pp. 278–284.
26. Doc.,dr. Artur Rogoža ir prof., habil. dr. Vytautas Martinaitis „Pastatų šildymo sistemų technologinio įvertinimo studija“ VGTU *Mokslo darbo ataskaita*. 2005, pp.54
27. Pastatų energinio naudingumo sertifikavimo mokomoji versija NRG–3 3.1.0.3
28. „Šilumos tiekimo vamzdynų nuostolių nustatymo metodika“ įsakymo Nr. 262
29. „Danfoss“ Šilumokaičių parinkimo programa „Hexact“. Prieiga per internetą: <http://refrigerationandairconditioning.danfoss.com/support-center/apps-and-software/hexact/> [žiūrėta: 2015-12-09]
30. Čiuprinskienė, J. Čiuprinskas, K. „Pastato šildymo sistemos projektavimas“. 2-asis leidimas. Vilnius, Technika, 2006. 100 psl.
31. Informacija apie šildymo įrangą. Prieiga per internetą: <http://net.grundfos.com/Appl/WebCAPS/InitCtrl?mode=18> [žiūrėta: 2015-11-16].
32. „Reflex“ išsiplėtimo indų katalogas. Prieiga per internetą: <http://www.siltas.lt/išsiplėtimo-indai-181.html> [žiūrėta: 2015-12-10].
33. Saulės kolektorių parinkimo programa „Polysun“ educational version.
34. Juodis E. *Vėdinimas*. Vilnius, Technika, 2009. 161 psl.
35. UAB „Amalva“ vėdinimo įrenginių katalogas. Prieiga per internetą: <http://www.komfovent.lt/katalogai> [žiūrėta: 2015-11-25].
36. Viliūnas Gediminas „Statybos kainos apskaičiavimo metodiniai nurodymai“. Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, Kaunas 2011, 86 psl.
37. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje DT5-00
38. STR 1.14.01:1999 „Pastatų plotų ir tūrių skaičiavimo tvarka“
39. Įsakymo Nr. 4 – 184 „Išsamiojo energijos, energijos išteklių ir šalto vandens vartojimo audito atlikimo viešojo naudojimo paskirties pastatuose metodika“.
40. Martinaitis Vytautas, Rogoža Artur, Čiuprinskas Kęstutis „Pastatų energijos vartojimo auditas“. Vilnius, Technika, 2010. 96 psl.

PRIEDAI

1. Priedas. Pastato duomenys

1 Priedo 1 lentelė. Bendros žinios apie pastatą

1.	Duomenys apie viešojo naudojimo paskirties pastatą (toliau – pastatas)	
1.1.	Pastato paskirtis	Gyvenamasis
1.2.	Adresas	Jėgainės g. 23, Kaunas
1.3.	Pastato valdytojas arba jo įgaliotas asmuo, telefonas, elektroninis paštas	
1.4.	Pastato aukštų skaičius	2
1.5.	Laiptinių kiekis ir jų apibūdinimas	2 šildomos laiptinės
1.6.	Darbuotojų, lankytojų skaičius	24
1.7.	Pastato pastatymo metai	1956
1.8.	Pastate kitam juridiniam ar fiziniam asmeniui priklausančios patalpos	–
1.9.	Pastato nešildomos patalpos (rūsysis, pastogė, garažai ir pan.)	Rūsysis, pastogė
1.10.	Pastato geometriniai matmenys (ilgis x plotis x aukštis virš žemės)	38,65x11,38x6,9 m
1.11.	Pastato patalpų aukštis nuo grindų iki lubų	2,9 m
1.12.	Vidutinis rūsio ir cokolio aukštis, langų kiekis rūsyje	Rūsio patalpų aukštis 2,02 m, Cokolio - 0,7 m, langų rūsyje 28
2.	Pastato patalpų (toliau – patalpos) plotas, m²	
2.1.	Patalpų bendrasis plotas (iš viso)	981,06
2.2.	Patalpų bendrasis pagrindinis plotas	981,06
2.3.	Pagalbinių patalpų plotas	
2.4.	Kitiems juridiniams ar fiziniams asmenims priklausančių patalpų pastate plotas	–
2.5.	Bendrasis šildomų patalpų plotas	640,27
2.6.	Garažų (atskirai šildomų ir nešildomų) plotas	Nėra
2.7.	Rūsio plotas	340,79
2.8.	Pastogės plotas	340,79
2.9.	Laiptinių plotas	24,1
2.10.	Kiekviename aukšte esančių šildomų patalpų grindų plotai	1a.345,72; 2a.345,72
3.	Pastato patalpų tūriai, m³	
3.1.	Pastato tūris	2005,18 m ³
3.2.	Rūsio tūris	688,4 m ³
4.	Pastato atitvaros	
4.1.	Laikančiosios konstrukcijos (pvz.: plytų mūras arba gelžbetonio paneliai)	Plytų mūras
4.2.	Pertvaros (pvz.: plytų mūras arba gelžbetonio paneliai)	Plytų mūras
4.3.	Išorinės sienos (pvz.: iš 30 cm gelžbetonio plokščių, neapšiltintos, tinkuotos iš vidaus)	55 cm plytų mūras neapšiltintas, tinkuotas iš išorės
4.4.	Rūsio perdenginys (pvz.: 30 cm gelžbetonio plokštė, medinės grindys ant gulekšnių, apšiltintos 5 cm mineralinės vatos sluoksniu)	30 cm nešiltinta g/b plokštė, medinės grindys ant gulekšnių

1 lentelės tęsinys

4.5.	Aukšto perdenginys (pvz.: 30 cm gelžbetonio plokštė, medinės grindys ant gulekšnių, neapšiltintos, tarpas 10 cm)	30 cm g/b plokštė, medinės grindys ant gulekšnių				
4.6.	Stogas (pvz.: plokščias, neapšiltintas, arba šlaitinis, su apšiltinta pastoge šlaite 20 cm mineralinės vatos sluoksniu)	Stogas šlaitinis asbocementinio šiferio lapais, keramzitbetonių apšiltinta pastogė				
4.7.	Langai (pvz.: mediniais atskirais rėmais su dvigubu įstiklinimu, su orlaidėm, 50% balkonų įstiklinta, dalis langų užsandarinta)	66 % langų plastikiniai, 34 % langų mediniai, 6 balkonai				
4.8.	Kita	Lauko durys pakeistos				
5.	Pastato fasadų plotai, m²					
5.1.	Fasadas (toliau – F)	F1	F2	F3	F4	Kitas F (jei yra)
5.2.	F orientacija (pvz., Šiaurė / Rytai / Pietryčiai ...)	Šiaurė	Rytai	Vakarai	Pietūs	
5.3.	Sienos (be langų ir durų)	190,89	64,73	64,73	195,29	–
5.4.	Langai (įskaitant laiptinių langus)	69,82	11,52	11,52	71,4	–
5.5.	Laiptinių langai	7,8	–	–	–	–
5.6.	Lauko durys	5,98	–	–	–	–
5.7.	F atitvarų plotų suma	266,69	76,25	76,25	266,69	–
6.	Pastato stogo plotas, m²					
6.1.	Stoglangių plotas	-				
6.2.	Bendras stogo plotas	Perdangos plotas ~ 386 kv.m. Stogo dangos plotas ~558,6 kv.m.				
7.	Pastato angų ir durų matmenys, m					
7.1.	Pagrindiniai langai	1,4x1,8; 1,6x1,8; 1,8x0,8				
7.2.	Laiptinių langai	1,5x1,9; 1,5x0,7				
7.3.	Lauko durys	2,3x1,3				
7.4.	Kita	Rūsio langai – 0,5x0,5; Balkonai – 2,7x1,2;				

8.	Pastato vėdinimo sistema	
8.1.	Tipas:	Natūrali kanalinė
8.2.	Vėdinimo būklės apibūdinimas:	Nėra traukos, pastebėti pelėsiai
8.3.	Vėdinimo sistemos darbo laikas per parą.	24 val.
9.	Pastato karšto vandens tiekimo sistema	
9.1.	Karšto vandens (toliau – KV) ruošimo apibūdinimas	Šilumos punkte
9.2.	KV šilumokaitis (pvz., nežinomas / vamzdelinis –2 sekcijos, kiekviena iš jų po 2 m ilgio)	Greitaeigis vandens šildytuvas
9.3.	KV vamzdynų izoliacijos būklė (atskirai magistralės ir stovai)	Magistralės izoliuotos, stovai – ne.
9.4.	KV cirkuliacijos apibūdinimas (pvz.: atsukus KV čiaupą ilgai bėga šaltas vanduo – cirkuliacija bloga arba jos nėra)	Cirkuliacinio kontūro nėra
9.5.	KV temperatūra	55–60 °C
10.	Pastato šildymo sistema (toliau – ŠS)	
10.1.	Šilumos energijos šaltinis (pvz.: šilumos punktas ar vietinė katilinė)	Šilumos punktas
10.2.	Šilumos paskirstymas ŠS stovuose (viršutinis ar apatinis)	Viršutinis paskirstymas
10.3.	Magistralinių vamzdynų izoliacija (izoliuoti vamzdynai ar ne; kiek procentų vamzdynų izoliuota)	50 % vamzdynų izoliuota.
10.4.	ŠS prijungimas šilumos punkte (priklausomas / nepriklausomas)	Priklausomas
10.5.	Šilumos punkto tipas (elevatorinis / su šilumokaičiu / kitoks – nurodyti, koks)	Elevatorinis
10.6.	Vyraujantys šildymo prietaisai (sekciniai ketiniai / plokšti plieniniai / ...)	Ketiniai ir plieniniai radiatoriai.
11.	ŠS reguliavimas ir šiluminis komfortas	
11.1.	ŠS reguliavimas (automatinis ar rankinis; pagrindinio veiklos ciklo trukmė)	Rankinis reguliavimas. Palaikoma +18 °C temperatūra.
11.2.	Vidutinė šildymo sezono patalpų vidaus temperatūra	+18 °C,

11.3.	Pastato patalpų oro temperatūros apibūdinimas (ar yra šildomų patalpų, kuriose yra gerokai šalčiau ar šilčiau?)	Kampinėse patalpose yra vėsiau.
11.4.	Ar kas nors keitė radiatorius atskirose patalpose ir ar tai turėjo įtakos kitoms patalpoms?	Didžioji dalis daugiabučio gyventojų pasikeitę radiatorius į plieninius.
12.	Pastato šilumos energijos ir KV apskaita	
12.1.	Ar yra pastato atsiskaitomieji šilumos apskaitos prietaisai?	taip
12.2.	Ar yra bendri atsiskaitomieji pastato karšto vandens apskaitos prietaisai?	taip
12.3.	Ar šilumos energija KV ruošti registruojama (atskiru atsiskaitomuoju KV apskaitos prietaisu / ar kartu su šildymu / neregistruojama)	Skaičiuojama kartu su šildymu.
13.	Duomenys apie pastato atitvarų ir statinio inžinerinių sistemų modernizavimą	
13.1.	Apšiltinta išorinių sienų, m ²	–
13.2.	Pakeista langų, lauko durų, m ²	121,54
13.3.	Apšiltintas stogas, m ²	–
13.4.	Modernizuotas šilumos punktas	ne
13.5.	Modernizuotos pastato šildymo ir karšto vandens sistemos	ne
13.6.	Modernizuota vėdinimo sistema	ne
13.7.	Kita	Kai kurie butai naudoja papildomas šildymo priemones – el. radiatorius ir pan.

2. Priedas. Energijos balansas

Čia pateikti duomenys apie daugiabučio gyvenamojo namo energijos suvartojimus ir išlaidas per 2012–2014 metus, 3.4 lentelėje.

2 Priedo 1 lentelė. Energijos suvartojimai

<u>2012</u> metai				
Šilumos energija				
	Iš viso,	Iš to sk. karštas vanduo,	Iš to sk. patalpų šildymas,	Iš viso kaina,
Mėnuo	MWh	MWh	MWh	Eur (su PVM)
Sausis	23,93	1,67	22,26	1998,155
Vasaris	29,96	1,97	27,99	2501,66
Kovas	21,62	1,48	20,14	1805,27
Balandis	8,59	2,30	6,29	717,265
Gegužė	2,09	2,09	0	174,515
Birželis	2,41	2,41	0	201,235
Liepa	2,17	2,17	0	181,195
Rugpjūtis	1,98	1,98	0	165,33
Rugsėjis	2,1	2,1	0	175,35
Spalis	4,55	1,98	2,57	379,925
Lapkritis	19,53	1,99	17,54	1630,755
Gruodis	25,94	1,50	24,44	2165,99
IŠ VISO:		23,64	121,23	12096,645
<u>2013</u> metai				
Šilumos energija				
	Iš viso,	Iš to sk. karštas vanduo,	Iš to sk. patalpų šildymas,	Iš viso kaina,
Mėnuo	MWh	MWh	MWh	Eur (su PVM)
Sausis	28,26	1,39	26,87	2306,016
Vasaris	21,31	1,85	19,46	1738,896
Kovas	23,69	1,63	22,06	1933,104
Balandis	11,14	1,75	9,39	909,024
Gegužė	2,36	2,36	0	192,576
Birželis	2,05	2,05	0	167,28
Liepa	2,09	2,09	0	170,544
Rugpjūtis	1,83	1,83	0	149,328
Rugsėjis	1,69	1,69	0	137,904
Spalis	9,37	1,43	7,94	764,592
Lapkritis	16,73	1,52	15,21	1365,168
Gruodis	21,85	2,04	19,81	1782,96
IŠ VISO:		21,63	120,74	11617,392

1 lentelės tęsinys

2014 metai				
Šilumos energija				
Mėnuo	Iš viso,	Iš to sk. karštas vanduo,	Iš to sk. patalpų šildymas,	Iš viso kaina,
	MWh	MWh	MWh	Eur (su PVM)
Sausis	28,93	1,89	27,04	1680,833
Vasaris	20,72	1,86	18,86	1203,832
Kovas	18,02	1,79	16,23	1046,962
Balandis	8,87	2,47	6,4	515,347
Gegužė	2,45	2,45	0	142,345
Birželis	1,94	1,94	0	112,714
Liepa	1,33	1,33	0	77,273
Rugpjūtis	1,58	1,58	0	91,798
Rugsėjis	2,32	2,32	0	134,792
Spalis	7,84	1,84	6	455,504
Lapkritis	19,11	1,77	17,34	1110,291
Gruodis	23,69	1,36	22,33	1376,389
IŠ VISO:		22,6	114,2	7948,08

2 Priedo 2 lentelė. Faktinis šilumos suvartojimas

Metai	Mėnuo	Faktinės šildymo dienos per mėnesį	Faktinė lauko oro temperatūra tš, (oC)	Faktinis dienolaiptų skaičius (DL)	Faktinės šiluminės šildymo charakteristikos (kWh/DL)	Faktinis šilumos suvartojimas šildymui (MWh)
2012	Sausis	31	-2,9	648	34,35	22,26
	Vasaris	29	-9,1	786	35,61	27,99
	Kovas	31	1,9	499	40,36	20,14
	Balandis	10	2,6	185	34,00	6,29
	Spalis	19	4,2	166	15,48	2,57
	Lapkritis	31	4,8	396	44,29	17,54
	Gruodis	30	-4,3	691	35,37	24,44
Viso		181		3371	239,47	121,23
2013	Sausis	31	-6,7	766	35,08	26,87
	Vasaris	28	-1	676	28,79	19,46
	Kovas	31	-3,8	532	41,47	22,06
	Balandis	12	1,6	230	40,83	9,39
	Spalis	23	8,57	141	56,31	7,94
	Lapkritis	31	5	390	39,00	15,21
	Gruodis	30	1,7	505	39,23	19,81
Viso		186		3240	280,70	120,74

2 lentelės tęsinys

2014	Sausis	31	-5,2	719,2	37,60	27,04
	Vasaris	28	0,1	501,2	37,63	18,86
	Kovas	31	5,2	396,8	40,90	16,23
	Balandis	13	5,5	175	36,57	6,4
	Spalis	9	2,03	143,7	41,75	6
	Lapkritis	31	2,8	456	38,03	17,34
	Gruodis	30	-0,9	585,9	38,11	22,33
Viso		173		2977,8	270,59	114,2

2 Priedo 3 lentelė. Norminis šilumos suvartojimas

Metai	Mėnuo	Norminės šildymo dienos per mėnesį	Norminė lauko oro temperatūra t _{iš} , (oC)	Norminis dienolaispnių skaičius (DL)	Norminės šiluminės šildymo charakteristikos (kWh/DL)	Norminis šilumos suvartojimas šildymui (MWh)
2012	Sausis	31	-5,2	750	34,35	25,76
	Vasaris	28	-4,3	652	35,61	23,22
	Kovas	31	-0,4	601	40,36	24,26
	Balandis	30	-5,8	396	34,00	13,46
	Spalis	30	7,1	369	15,48	5,71
	Lapkritis	31	1,8	516	44,29	22,86
	Gruodis	30	-2,3	660	35,37	23,34
Viso		211		3944	239,47	138,61
2013	Sausis	31	-5,2	750	35,08	26,31
	Vasaris	29	-4,3	652	28,79	18,77
	Kovas	31	-0,4	601	41,47	24,92
	Balandis	30	-5,8	396	40,83	16,17
	Spalis	30	7,1	369	56,31	20,78
	Lapkritis	31	1,8	516	39,00	20,12
	Gruodis	30	-2,3	660	39,23	25,89
Viso		212		3944	280,70	152,96
2014	Sausis	31	-5,2	750	37,60	28,20
	Vasaris	28	-4,3	652	37,63	24,53
	Kovas	31	-0,4	601	40,90	24,58
	Balandis	30	-5,8	396	36,57	14,48
	Spalis	30	7,1	369	41,75	15,41
	Lapkritis	31	1,8	516	38,03	19,62
	Gruodis	30	-2,3	660	38,11	25,15
Viso		211		3944	270,59	151,98

2 Priedo 4 lentelė. Metinis šilumos suvartojimas

Metai	Metinis šilumos suvartojimas			Metinis šilumos suvartojimas tenkantis 1 m ² šildomo ploto		
	Šildymui (perskaičiavus norminiams metams), kWh /metus	Karšto vandens ruošimui, kWh /metus	Bendras, kWh /metus	Šildymui (perskaičiavus norminiams metams), kWh /m ² /metus	Karšto vandens ruošimui, kWh /m ² /metus	Bendras, kWh /m ² /metus
2012	138610	23640	162250	200,47	34,19	234,66
2013	152960	21630	174590	221,22	31,28	252,50
2014	151980	22600	174580	219,80	32,69	252,49

3. Priedas. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientų skaičiavimas

Išorinės sienos:

Vidaus apdaila $R = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Esama silikatinių plytų mūro siena $R = 0,85 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

EPS70 180 mm $\lambda_{ds}=0,041 \text{ W/m} \cdot \text{K}$; $R = 4,39 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Išorės apdaila $R = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Vidinio paviršiaus šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis horizontali: $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Išorinio paviršiaus šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis horizontali: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Sienų šiluminė varža: $\sum R = 5,43 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Sienų šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{5,43} \approx 0,19 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$

Perdanga tarp antro aukšto ir palėpės:

Vidaus apdaila $R = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Esama perdanga $R = 1,18 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Išlyginamasis sluoksnis $R = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Šiluminė izoliacija „Paroc extra“ 100 mm $\lambda_{ds}=0,036 \text{ W/m} \cdot \text{K}$; $R = 2,77 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Akmens vata 100mm $\lambda_{ds}=0,034 \text{ W/m} \cdot \text{K}$; $R = 2,94 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Vidinio paviršiaus šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis vertikaliai aukštyn: $R_{si} = 0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Išorinio paviršiaus šiluminė varža: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Perdangos šiluminė varža: $\sum R = 7,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Perdangos šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{7,05} \approx 0,14 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$

Perdanga tarp rūšio ir pirmo aukšto:

Vidaus apdaila $R = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Esama perdanga $R = 1,41 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Išlyginamasis sluoksnis $R = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

EPS70 50 mm $\lambda_{ds}=0,041 \text{ W/m} \cdot \text{K}$; $R = 1,22 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Vidinio paviršiaus šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis vertikaliai žemyn: $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Išorinio paviršiaus šiluminė varža: $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Perdangos šiluminė varža: $\sum R = 2,86 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Perdangos šilumos perdavimo koeficientas:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{2,88} \approx 0,35 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$

4. Priedas. Pastato šilumos nuostolių detalūs skaičiavimai

4 Priedo 1 lentelė. Šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius.

Patalpa, temp., °C	Šiluminio tiltelio priežastis	ψ , W/mK	l, m	Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisa dėl			SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H_ψ , W/K	ΣH_ψ , W/K
					atitv. orientac. Δk_o	šildymo priešaisų rūšies Δk_h	$1+\Sigma \Delta k$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I - 5 +18	2. Pamato ir sienos sandūra/P	0,30	3,34	1	0	0,02	1,02	1,02	2,26
	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	
I - 6 +20	2. Pamato ir sienos sandūra/R/P	0,30	8,17	1	0	0,02	1,02	2,50	4,66
	9. Lango angokraštis/P/R	0,21	10,20	1	0	0,02	1,02	2,18	
	11. Lango sąrama/P/R	0,12	3,00	1	0	0,02	1,02	0,37	
	17. Išorinis sienos kampas /PR	-0,11	3,50	1	0	0,02	1,02	-0,39	
I - 7 +20	2. Pamato ir sienos sandūra/R	0,30	5,12	1	0	0,02	1,02	1,57	6,31
	9. Lango angokraštis/R	0,21	5,20	1	0	0,02	1,02	1,11	
	2. Pamato ir sienos sandūra/R	0,30	5,12	1	0	0,02	1,02	1,57	
	11. Lango sąrama/R	0,12	1,60	1	0	0,02	1,02	0,20	
	11. Lango sąrama/Š	0,12	1,40	1	0,05	0,02	1,07	0,18	
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	5,00	1	0,05	0,02	1,07	1,12	
	2. Pamato ir sienos sandūra/R	0,30	3,05	1	0,05	0,02	1,07	0,98	
	17. Išorinis sienos kampas/ŠR	-0,11	3,50	1	0,05	0,02	1,07	-0,41	
I - 8 +20	2. Pamato ir sienos sandūra/Š	0,30	4,62	1	0,05	0,02	1,07	1,48	2,86
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	5,20	1	0,05	0,02	1,07	1,17	

1 lentelės tęsinys

	11. Lango sąrama/Š	0,12	1,60	1	0,05	0,02	1,07	0,21	
II - 4 +18	2. Pamato ir sienos sandūra/P	0,30	3,04	1	0	0,02	1,02	0,93	2,48
	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	
	14. Perdangos ir sienos sandūra/P	0,10	3,04	1	0	0,02	1,02	0,31	
II - 5 +20	2. Pamato ir sienos sandūra/P	0,30	2,70	1	0	0,02	1,02	0,83	2,07
	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	
II - 6 +20	2. Pamato ir sienos sandūra/P	0,30	3,36	1	0	0,02	1,02	1,03	2,34
	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,20	1	0	0,02	1,02	1,11	
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,60	1	0	0,02	1,02	0,20	
III - 2 +20	2. Pamato ir sienos sandūra/P	0,30	3,30	1	0	0,02	1,02	1,01	2,25
	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	
III - 5 +18	2. Pamato ir sienos sandūra/Š	0,30	3,30	1	0,05	0,02	1,07	1,06	2,36
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	5,00	1	0,05	0,02	1,07	1,12	
	11. Lango sąrama/Š	0,12	1,40	1	0,05	0,02	1,07	0,18	
III - 6 +20	2. Pamato ir sienos sandūra/Š	0,30	4,95	1	0,05	0,02	1,07	1,59	2,96
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	5,20	1	0,05	0,02	1,07	1,17	
	11. Lango sąrama/Š	0,12	1,60	1	0,05	0,02	1,07	0,21	
IV - 5 +18	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	1,58
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	
	14. Stogo ir sienos sandūra/P	0,10	3,34	1	0	0,02	1,02	0,34	
IV - 6 +20	2. Stogo ir sienos sandūra/R/P	0,10	8,17	1	0	0,02	1,02	0,83	2,99
	9. Lango angokraštis/P/R	0,21	10,20	1	0	0,02	1,02	2,18	
	11. Lango sąrama/P/R	0,12	3,00	1	0	0,02	1,02	0,37	

1 lentelės tęsinys

	17. Išorinis sienos kampas /PR	-0,11	3,50	1	0	0,02	1,02	-0,39	
IV - 7 +20	2. Stogo ir sienos sandūra/R	0,10	5,12	1	0	0,02	1,02	0,52	5,27
	9. Lango angokraštis/R	0,21	5,20	1	0	0,02	1,02	1,11	
	2. Pamato ir sienos sandūra/R	0,30	5,12	1	0	0,02	1,02	1,57	
	11. Lango sąrama/R	0,12	1,60	1	0	0,02	1,02	0,20	
	11. Lango sąrama/Š	0,12	1,40	1	0,05	0,02	1,07	0,18	
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	5,00	1	0,05	0,02	1,07	1,12	
	2. Stogo ir sienos sandūra/R	0,30	3,05	1	0,05	0,02	1,07	0,98	
	17. Išorinis sienos kampas/ŠR	-0,11	3,50	1	0,05	0,02	1,07	-0,41	
IV - 8 +20	2. Stogo ir sienos sandūra/Š	0,10	4,62	1	0,05	0,02	1,07	0,49	4,98
	Balkonas/Š	0,36	2,10	1	0,05	0,02	1,07	0,81	
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	15,00	1	0,05	0,02	1,07	3,37	
	11. Lango sąrama/Š	0,12	2,40	1	0,05	0,02	1,07	0,31	
V - 4 +18	2. Stogo ir sienos sandūra/P	0,10	3,04	1	0	0,02	1,02	0,31	1,55
	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	
V - 5 +20	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	2,34
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	
	14. Stogo ir sienos sandūra/P	0,10	2,70	1	0	0,02	1,02	0,28	
V - 6 +20	2. Stogo ir sienos sandūra/P	0,10	3,36	1	0	0,02	1,02	0,34	4,62
	Balkonas/P	0,36	2,10	1	0	0,02	1,02	0,77	
	9. Lango angokraštis/P	0,21	15,00	1	0	0,02	1,02	3,21	
	11. Lango sąrama/P	0,12	2,40	1	0	0,02	1,02	0,29	
VI - 2 +20	2. Stogo ir sienos sandūra/P	0,10	3,30	1	0	0,02	1,02	0,34	1,58
	9. Lango angokraštis/P	0,21	5,00	1	0	0,02	1,02	1,07	
	11. Lango sąrama/P	0,12	1,40	1	0	0,02	1,02	0,17	

1 lentelės tęsinys

VI - 5 +18	2. Stogo ir sienos sandūra/Š	0,10	3,30	1	0,05	0,02	1,07	0,35	1,66
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	5,00	1	0,05	0,02	1,07	1,12	
	11. Lango sąrama/Š	0,12	1,40	1	0,05	0,02	1,07	0,18	
VI - 6 +20	2. Stogo ir sienos sandūra/Š	0,10	4,95	1	0,05	0,02	1,07	0,53	5,02
	Balkonas/Š	0,36	2,10	1	0,05	0,02	1,07	0,81	
	9. Lango angokraštis/Š	0,21	15,00	1	0,05	0,02	1,07	3,37	
	11. Lango sąrama/Š	0,12	2,40	1	0,05	0,02	1,07	0,31	

4 Priedo 2 lentelė. Šilumos nuostolių dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos suvestinė.

Patalpa	Oro kaita n_{tv}, h^{-1}	Plotas A_p, m^2	h, m	Δk_C	Δk_b	N	N_i	\sqrt{N}	k_g	$L_{nv}, m^3/h$	$c \times \rho_i$	SŠN dėl vėdinimo ir inf. $H_v, W/K$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I - 5	0,5	6,22	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	10,95	0,34	3,72
I - 6	0,5	14,20	2,90	1,20	0,1	2	1	1,41	0,0035	27,27	0,34	9,27
I - 7	0,5	15,28	2,90	1,20	0,1	2	1	1,41	0,0035	29,35	0,34	9,98
I - 8	0,5	15,58	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	27,43	0,34	9,33
II - 4	0,5	5,74	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	10,11	0,34	3,44
II - 5	0,5	8,94	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	15,74	0,34	5,35
II - 6	0,5	16,14	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	28,42	0,34	9,66
III - 2	0,5	15,77	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	27,77	0,34	9,44
III - 5	0,5	6,45	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	11,36	0,34	3,86
III - 6	0,5	16,44	2,90	1,10	0,1	2	1	1,41	0,0035	28,95	0,34	9,84
IV - 5	0,5	6,34	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	11,12	0,34	3,78
IV - 6	0,5	14,18	2,90	1,20	0,1	2	2	1,41	0,0000	27,14	0,34	9,23
IV - 7	0,5	15,26	2,90	1,20	0,1	2	2	1,41	0,0000	29,21	0,34	9,93
IV - 8	0,5	15,71	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	27,56	0,34	9,37
V - 4	0,5	5,87	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	10,30	0,34	3,50
V - 5	0,5	9,04	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	15,86	0,34	5,39

2 lentelės tęsinys

V - 6	0,5	16,75	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	29,39	0,34	9,99
VI - 2	0,5	15,50	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	27,19	0,34	9,25
VI - 5	0,5	6,48	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	11,37	0,34	3,87
VI - 6	0,5	16,05	2,90	1,10	0,1	2	2	1,41	0,0000	28,16	0,34	9,57

4 Priedo 3 lentelė. Šilumos nuostolių suvestinė.

Patalpa, temp., °C	Atitvaros				Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisa dėl			SŠN per atitvaras H_{el} , W/K	SŠN per atitvaras ΣH_{el} $= H_{en}$, W/K	SŠN per ilginius šiluminius tirtelius H_{ψ} , W/K	SŠN dėl vedinimo ir inf. H_v , W/K	ΣH , W/K	$(\theta_i - \theta_e)$, °C	Šildymo galia P_h , W
	Pav., orient.	Matmenys, $A \times B$, m	Plotas, m^2	U , W/m^2K		atitv. orientac. Δk_o	šildymo prieštai- sų rūšies Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I - 1 +18	Gr/	1,56 x 4,62	7,18	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,74	2,94	-	0,00	2,94	40	117,42
	VS/V	1,56 x 3,5	5,46	1,64	0,24	0		1,02	2,19						
I - 2 +18	Gr/	3,05 x 1,33	4,07	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,42	0,42	-	0,00	0,42	40	16,85
I - 3 +20	Gr/	2,08 x 1,14	2,37	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,25	0,25	-	0,00	0,25	42	10,31
I - 4 +20	Gr/	2,08 x 1,9	3,95	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,41	0,41	-	0,00	0,41	42	17,18
I - 5 +18	IS/P	3,34 x 3,50	9,17	0,19	1	0	0,02	1,02	1,78	6,61	2,26	3,72	12,59	40	503,725
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11						
	Gr/	3,34 x 2,07	6,91	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,72						
I - 6 +20	IS/R	5,12 x 3,50	15,04	0,19	1	0	0,02	1,02	2,91	14,93	4,66	9,27	28,86	42	1212,03
	IS/P	3,05 x 3,50	8,16	0,19	1	0	0,02	1,02	1,58						
	L/R	1,6 x 1,8	2,88	1,60	1	0	0,02	1,02	4,70						
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11						
	Gr/	5,12 x 3,05	15,62	0,35	0,29	0	0,02	1,02	1,62						
I - 7 +20	IS/R	5,12 x 3,50	15,04	0,19	1	0	0,02	1,02	2,91	15,05	6,31	9,98	31,34	42	1316,37
	IS/Š	3,05 x 3,50	8,16	0,19	1	0,05	0,02	1,07	1,66						

3 lentelės tęsinys

	L/R	1,6 x 1,8	2,88	1,60	1	0	0,02	1,02	4,70							
	L/Š	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11							
	Gr/	5,12 x 3,05	15,62	0,36	0,29	0	0,02	1,02	1,66							
I - 8 +20	IS/Š	4,62 x 3,50	13,29	0,19	1	0,05	0,02	1,07	2,70	14,34	2,86	9,33	26,52	42	1113,90	
	VS/V	3,56 x 3,50	12,46	1,64	0,24	0	0,02	1,02	5,00							
	L/Š	1,6 x 1,8	2,88	1,60	1	0,05	0,02	1,07	4,93							
	Gr/	4,62 x 3,56	16,45	0,35	0,29	0	0,02	1,02	1,70							
II - 1 +18	Gr/	x	7,4	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,77	4,62	-	0,00	4,62	40	184,68	
	VS/S	2,01 x 3,50	7,04	2,13	0,24	0,05	0,02	1,07	3,85							
II - 2 +20	VS/S	0,79 x 3,50	2,77	2,13	0,24	0,05	0,02	1,07	1,52	1,76	-	0,00	1,76	42	73,81	
	Gr/	2,05 x 1,14	2,34	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,24							
II - 3 +20	Gr/	2,05 x 1,90	3,90	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,40	0,42	-	0,00	0,42	42	17,64	
II - 4 +18	IS/P	3,04 x 3,50	8,12	0,19	1	0	0,02	1,02	1,57	5,57	2,48	3,44	13,08	40	523,13	
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,30	1	0	0,02	1,02	3,34							
	Gr/	3,04 x 2,07	6,30	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,65							
II - 5 +20	IS/P	2,70 x 3,50	6,93	0,19	1	0	0,02	1,02	1,34	5,66	2,07	5,35	13,08	42	549,28	
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,30	1	0	0,02	1,02	3,34							
	Gr/	2,70 x 3,48	9,4	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,97							
II - 6 +20	IS/P	3,36 x 3,50	8,88	0,19	1	0	0,02	1,02	1,72	7,32	2,34	9,66	19,32	42	811,46	
	L/P	1,6 x 1,8	2,88	1,30	1	0	0,02	1,02	3,82							
	Gr/	5,12 x 3,36	17,2	0,35	0,29	0	0,02	1,02	1,78							
III - 1 +18	Gr/	x	11,1	0,35	0,29	0	0,02	1,02	1,15	3,34	-	0,00	3,34	40	133,65	
	VS/R	1,56 x 3,5	5,46	1,64	0,24	0	0,02	1,02	2,19							
III - 2 +20	IS/P	3,30 x 3,50	9,03	0,19	1	0	0,02	1,02	1,75	7,61	2,25	9,44	19,31	42	810,81	
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11							
	Gr/	3,30 x 5,12	16,9	0,35	0,29	0	0,02	1,02	1,75							
III - 3 +20	Gr/	2,14 x 1,04	2,23	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,23	0,23	-	0,00	0,23	42	9,70	
III - 4 +20	Gr/	2,14 x 1,88	4,02	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,42	0,42	-	0,00	0,42	42	17,48	
III - 5 +18	IS/S	3,30 x 3,50	9,03	0,19	1	0,05	0,02	1,07	1,84	6,90	2,36	3,86	13,13	40	525,02	
	L/S	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0,05	0,02	1,07	4,31							
	Gr/	3,30 x 2,20	7,26	0,35	0,29	0	0,02	1,02	0,75							

3 lentelės tęsinys

III - 6 +20	IS/S	4,95 x 3,50	14,445	0,19	1	0,05	0,02	1,07	2,94	14,72	2,96	9,84	27,52	42	1155,82
	L/S	1,6 x 1,8	2,88	1,60	1	0,05	0,02	1,07	4,93						
	VS/R	3,57 x 3,50	12,5	1,64	0,24	0	0,02	1,02	5,02						
	Gr/	3,57 x 4,95	17,67	0,35	0,29	0	0,02	1,02	1,83						
IV - 1 +18	Pr/	1,56 x 4,62	7,18	0,14	0,39	0	0,02	1,02	0,40	2,59	-	0,00	2,59	40	103,68
	VS/V	1,56 x 3,50	5,46	1,64	0,24	0	0,02	1,02	2,19						
IV - 2 +18	Pr/	3,05 x 1,33	4,07	0,14	0,39	0	0,02	1,02	0,23	0,58	-	0,00	0,58	40	23,20
IV - 3 +20	Pr/	2,08 x 1,14	2,37	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,14	0,37	-	0,00	0,37	42	15,54
IV - 4 +20	Pr/	2,08 x 1,9	3,95	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,24	0,61	-	0,00	0,61	42	25,62
IV - 5 +18	IS/P	3,34 x 3,50	9,17	0,19	1	0	0,02	1,02	1,78	6,27	1,58	3,78	11,64	40	465,586
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11						
	Pr/	3,34 x 2,07	6,91	0,14	0,39	0	0,02	1,02	0,38						
IV - 6 +20	IS/R	5,12 x 3,50	15,04	0,19	1	0	0,02	1,02	2,91	14,24	2,99	9,23	26,47	42	1111,54
	IS/P	3,05 x 3,50	8,16	0,19	1	0	0,02	1,02	1,58						
	L/R	1,6 x 1,8	2,88	1,60	1	0	0,02	1,02	4,70						
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11						
	Pr/	5,12 x 3,05	15,62	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,94						
IV - 7 +20	IS/R	5,12 x 3,50	15,04	0,19	1	0	0,02	1,02	2,91	14,52	5,27	9,93	29,72	42	1248,43
	IS/Š	3,05 x 3,50	8,16	0,19	1	0,05	0,02	1,07	1,66						
	L/R	1,6 x 1,8	2,88	1,60	1	0	0,02	1,02	4,70						
	L/Š	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0,05	0,02	1,07	4,31						
	Pr/	5,12 x 3,05	15,62	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,94						
IV - 8 +20	IS/Š	4,62 x 3,50	10,77	0,19	1	0,05	0,02	1,07	2,19	17,42	4,98	9,37	31,78	42	1334,62
	VS/V	3,56 x 3,50	12,46	1,64	0,24	0	0,02	1,02	5,00						
	L/Š	x	5,40	1,60	1	0,05	0,02	1,07	9,24						
	Pr/	4,62 x 3,56	16,45	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,99						
V - 1 +18	Pr/	x	7,4	0,14	0,39	0	0,02	1,02	0,41	4,26	-	0,00	4,26	40	170,52
	VS/S	2,01 x 3,50	7,04	2,13	0,24	0,05	0,02	1,07	3,85						
V - 2 +20	VS/S	0,79 x 3,50	2,77	2,13	0,24	0,05	0,02	1,07	1,52	0,99	-	0,00	0,99	42	41,58
	Pr/	2,05 x 1,14	2,34	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,14						
V - 3 +20	Pr/	2,05 x 1,90	3,90	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,23	0,60	-	0,00	0,60	42	25,20

3 lentelės tęsinys

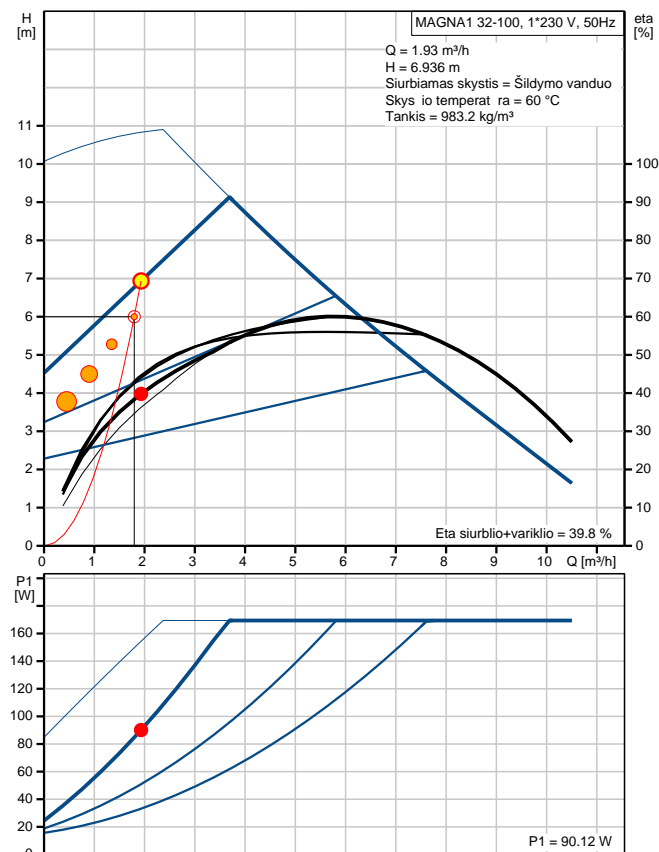
V - 4 +18	IS/P	3,04 x 3,50	8,12	0,19	1	0	0,02	1,02	1,57	6,04	1,55	3,50	11,09	40	443,65
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11						
	Pr/	3,04 x 2,07	6,30	0,14	0,39	0	0,02	1,02	0,35						
V - 5 +20	IS/P	2,70 x 3,50	6,93	0,19	1	0	0,02	1,02	1,34	6,02	2,34	5,39	13,76	42	577,75
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11						
	Pr/	2,70 x 3,48	9,4	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,56						
V - 6 +20	IS/P	3,36 x 3,50	6,36	0,19	1	0	0,02	1,02	1,23	11,08	4,62	9,99	25,69	42	1078,96
	L/P	x	5,4	1,60	1	0	0,02	1,02	8,81						
	Pr/	5,12 x 3,36	17,2	0,14	0,42	0	0,02	1,02	1,03						
VI - 1 +18	Pr/	x	11,1	0,14	0,39	0	0,02	1,02	0,62	2,81	-	0,00	2,81	40	112,41
	VS/R	1,56 x 3,50	5,46	1,64	0,24	0	0,02	1,02	2,19						
VI - 2 +20	IS/P	3,30 x 3,50	9,03	0,19	1	0	0,02	1,02	1,75	6,88	1,58	9,25	17,70	42	743,46
	L/P	1,4 x 1,8	2,52	1,60	1	0	0,02	1,02	4,11						
	Pr/	3,30 x 5,12	16,9	0,14	0,42	0	0,02	1,02	1,01						
VI - 3 +20	Pr/	2,14 x 1,04	2,23	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,13	0,34	-	0,00	0,34	42	14,28
VI - 4 +20	Pr/	2,14 x 1,88	4,02	0,14	0,42	0	0,02	1,02	0,24	0,62	-	0,00	0,62	42	26,04
VI - 5 +18	IS/S	3,30 x 3,50	9,03	0,19	1	0,05	0,02	1,07	1,84	5,75	1,66	3,87	11,27	40	450,69
	L/S	1,4 x 1,8	2,52	1,30	1	0,05	0,02	1,07	3,51						
	Pr/	3,30 x 2,20	7,26	0,14	0,39	0	0,02	1,02	0,40						
VI - 6 +20	IS/S	4,95 x 3,50	11,925	0,19	1	0,05	0,02	1,07	2,42	17,75	5,02	9,57	32,34	42	1358,23
	L/S	x	5,4	1,60	1	0,05	0,02	1,07	9,24						
	VS/R	3,57 x 3,50	12,5	1,64	0,24	0	0,02	1,02	5,02						
	Pr/	3,57 x 4,95	17,67	0,14	0,42	0	0,02	1,02	1,06						

5. Priedas. Siurblys šildymo sistemai

97924165 MAGNA1 32-100 50 Hz

Duomenys	
Bendra informacija	
Naudojimo sritis	Šildymas
Naudojimo sritis	Komeraciniai pastatai
rengimo tipas	Paskirstymas
rengimas	Pagrindinis cirkuliacinis siurblys
Debitas (Q)	1.8 m³/h
Sl gio aukštis (H)	6 m
J s reikalavimai	
Siurbiamas skystis	Šildymo vanduo
Min. skys io temperat ra	20 °C
Maks. skys io temperat ra	95 °C
Skys io temperat ra darbo metu	60 °C
Min. sl gis vade	1.5 bar
Galimas debito sumažinimas	10 %
Valdymo režimas	
Valdymo režimas	Proporcinis sl gis
Sumaž jimas esant mažam debitui	50 %
Korpuso klas	IP20
Keisti apkrovos profil	
Šildymo sezonas	291 dien.
Apkrovos diagrama	Standartinis profilis
Naktinis režimas	Ne
Konfig racija	
Pasirinkite hidraulikos tip	Viengubas
Eksploatavimo s lygos	
Dažnis	50 Hz
Faz	1 arba 3
Min. galios riba SD paleidimui	5.5 kW
tampa	1 x 230 arba 3 x 400 V
Aplinkos temperat ra	20 °C
Life cycle cost	
Include savings in heat energy	Taip
Water temperature difference	10 K
Consumption controlled by thermostatic valves	100 %
Thermostatic valves with P-band of	2 K
Hydraulic balancing	Taip
Price for heat energy (oil, gas etc.)	0.05 €/kWh
Paieškos rezultat s rašo nustatymai	
Energijos kaina	0.15 €/kWh
Energijos kainos padid jimas	6 %
Skai iavimo laikotarpis	15 m.

Parinkimo rezultatas	
Tipas	MAGNA1 32-100
Kiekis	1
Debitas	1.93 m³/h (+8%)
Sl gio aukštis	6.946 m (+16%)
Min. sl gis vade	0.88 bar (95 °C, atmosferos sl gio atžvilgiu)
Galia P1	0.09 kW
Eta siurblio+variklio	39.8 % =Eta siurblio * Eta variklio
Eta bendras	39.8 % =Eta pagal darbo tašk
Energijos suvartojimas	349 kWh/Metai
CO2 emisija	199 kg/Metai
Kaina	Pagal užsakym
Kaina + energijos kaštai	Pagal užsakym /15Metai
Viso tarnavimo laiko kaštai	2355 €/15Metai



kelti profil					
	1	2	3	4	
Debitas	100	75	50	25	%
Sl gio aukštis	113	103	94	85	%
P1	0.085	0.068	0.052	0.038	kW
Eta bendras	38.4	33.1	26.1	16.3	%
Laikas	419	1048	2444	3073	h/m
Energijos suvartojimas	35	71	127	115	kWh/Metai
Kiekis	1	1	1	1	

6. Priedas. Šilumokaičių techninės charakteristikos

6 priedo 1 lentelė. Šilumokaitis šildymo sistemai.

Heat exchanger	XB06H-1-60	Danfoss code	004B1221	Units in
Calculated parameters	Unit	Side1		Side2
Flow Type			Counter current	
Load	kW		42,00	
Inlet temperature	°C	110,00	60,00	65,00
Outlet temperature (Specified)	°C	70,00	80,00	75,00
Outlet temperature (Actual)	°C	60,16		75,00
Mass FlowRate	kg/h	721,1	1804,6	6446,6
Volumetric Flowrate	L/min	12,627	30,564	109,5
Surface margin	%		0,0	
LMTD	K		5,70	
Heat transfer coefficient (Available / Required)	W/m ² -K		4702/4702	
Total pressure drop	kPa	3,03	15,80	1,6
Pressure drop - In port	kPa	0,34	2,08	0,2
Port velocity	m/s	0,77	1,91	0,86
Properties of fluid	Unit	Side1		Side2
Fluid		Water		Water
Viscosity	mPa-s	0,3170		0,4058
Density	kg/m ³	966,2		978,6
Heat capacity	kJ/kg-K	4,205		4,188
Thermal conductivity	W/m-K	0,674		0,659
Technical	Unit	Side1		Side2
Channel pressure drop	kPa	2,69		13,72
Channel velocity	m/s	0,11		0,25
Reynolds number	---	458		915
Film coefficient	W/m ² -K	7630,3		14640,9
Viscosity wall	mPa-s	0,3745		0,3795
Reference temperature	°C	85,08		70,00
Ave. wall temperature	°C	76,10		75,06

6 priedo 2 lentelė. Šilumokaitis karšto vandens sistemai sistemai.

Heat exchanger	XB10-1-70	Danfoss code	004B1035	Units in
Calculated parameters	Unit	Side1		Side2
Flow Type			Counter current	
Load	kW		82	
Inlet temperature	°C	110,00		5,00
Outlet temperature (Specified)	°C	70,00		60,00
Outlet temperature (Actual)	°C			
Mass FlowRate	kg/h	1753,1		1280,4
Volumetric Flowrate	L/min	30,699		21,328
Surface margin	%		237,4	
LMTD	K		57,17	
Heat transfer coefficient (Available / Required)	W/m ² -K		6063/17997	
Total pressure drop	kPa	19,30		10,77
Pressure drop - In port	kPa	4,80		2,41
Port velocity	m/s	1,98		1,40
Properties of fluid	Unit	Side1		Side2
Fluid		Water		Water
Viscosity	mPa-s	0,3170		0,7609
Density	kg/m ³	966,2		995,5
Heat capacity	kJ/kg-K	4,205		4,176
Thermal conductivity	W/m-K	0,674		0,616
Technical	Unit	Side1		Side2
Channel pressure drop	kPa	14,50		8,35
Channel velocity	m/s	0,37		0,25
Reynolds number	---	2246		649
Film coefficient	W/m ² -K	17680,9		10166,4
Viscosity wall	mPa-s	0,4120		0,4321
Reference temperature	°C	90		32,50
Ave. wall temperature	°C	68,90		65,48

7. Priedas. Šildymo sistemos medžiagų žiniaraštis

3.41 lentelė. Šildymo sistemos medžiagų ir įrenginių kiekių žiniaraštis.

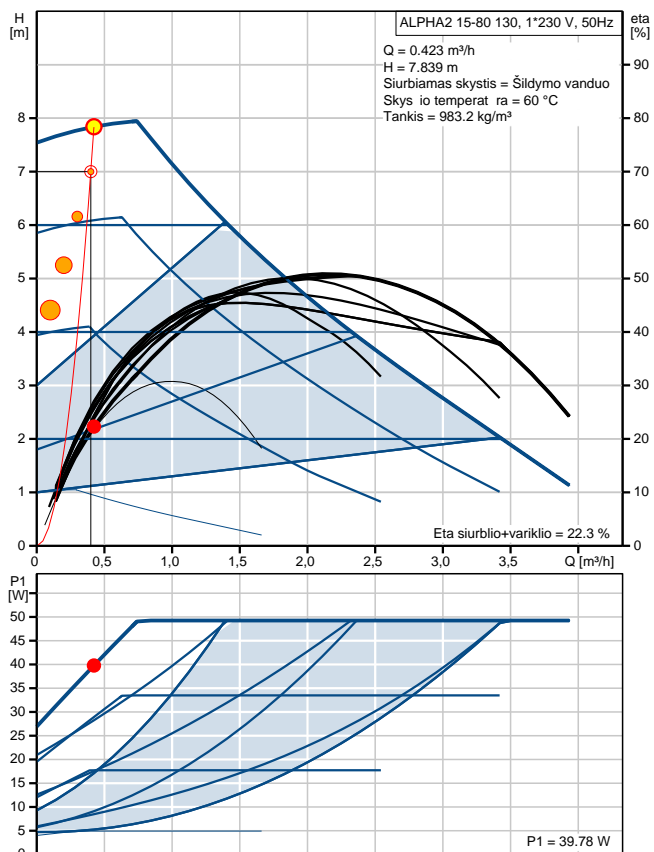
Eilės Nr.	Pavadinimas	Techninė charakteristika	Matavimo vienetai	Kiekis
1	2	3	4	5
1	Šilumokaitis, XB06H-1-60	42 kW	vnt.	1
2	Šilumos skaitiklis, WFN21.B131	DN20, Qn=2,5m ³ /h	vnt.	1
3	Šildymo sistemos papildymo skaitiklis, WFH.E130	DN20, Qn=2,5m ³ /h	vnt.	1
4	Išsiplėtimo indas	N50/6, REFLEX,	vnt.	1
5	Cirkuliacinis siurblys	MAGNA1-32-100F, 1,8 m ³ /h	vnt.	1
6	Temperatūrinis jutiklis	-	vnt.	5
7	Atbulinės eigos vožtuvas	-	vnt.	3
8	Termometras	-	vnt.	8
9	Monometras	-	vnt.	10
10	Vandens išleidimo ventilis	-	vnt.	5
11	Separatorius purvo dalelėms	-	vnt.	2
12	Rutulinis vožtuvas	-	vnt.	18
13	Separatorius mikro burbuliukams	-	vnt.	2
14	šildymo sistemos valdiklis	-	vnt.	1
15	Slėgio perkryčio reguliatorius	-	vnt.	10
16	Apsauginis vožtuvas	-	vnt.	2
17	Filtras	-	vnt.	2
18	Balansinis ventilis	-	vnt.	9
19	Triegis pamaišymo vožtuvas	-	vnt.	1
20	Radiatorius apatinio pajungimo	500x600, 521 W	vnt.	5
21	Tas pats	500x800, 694 W	vnt.	7
22	Tas pats	500x800, 1176 W	vnt.	2
23	Tas pats	500x700, 608 W	vnt.	3
24	Tas pats	500x1000, 868 W	vnt.	1
25	Tas pats	500x800, 925 W	vnt.	1
26	Tas pats	500x500, 735 W	vnt.	4
27	Tas pats	500x900, 781 W	vnt.	1
28	Tas pats	500x400, 588 W	vnt.	2
29	Tas pats	500x500, 434 W	vnt.	1
30	Nerūdijantis presuojamas plieninis vamzdis su fasoninėmis dalimis ir šilumine izoliacija	42x1,5	m	26,7
31	Tas pats	35x1,5	m	26,4
32	Tas pats	28x1,2	m	26,6
33	Tas pats	22x1,2	m	22,5
34	Tas pats	18x1	m	269,6
35	Daugiasluoksnis PEX vamzdis su fasoninėmis jungtimis	Ø16	m	75,2
36	Tas pats	Ø14	m	61,6

98676765 ALPHA2 15-80 130 50 Hz

Duomenys	
Bendra informacija	
Naudojimo sritis	Šildymas
Naudojimo sritis	Gyvenamieji namai
rengimo tipas	Pagrindinis cirkuliacinis siurblys
Debitas (Q)	0.4 m ³ /h
Slgio aukštis (H)	7 m
Js reikalavimai	
Siurbiamas skystis	Šildymo vanduo
Min. skysio temperatūra	20 °C
Maks. skysio temperatūra	60 °C
Skysio temperatūra darbo metu	60 °C
Min. slgis vade	1.5 bar
Galimas debito sumažinimas	10 %
Valdymo režimas	
Valdymo režimas	Dviejų vamzdžių sistema / kintamas debitas
Sumažinimas esant mažam debitui	Proporcinis slgis 50 %
Korpuso klasė	IP20
Keisti apkrovos profilis	
Šildymo sezonas	285 dien.
Apkrovos diagrama	Standartinis profilis
Naktinis režimas	Ne
Eksploatavimo sąlygos	
Dažnis	50 Hz
Fazė	1 arba 3
Min. galios riba SD paleidimui	5.5 kW
tampa	1 x 230 arba 3 x 400 V
Aplinkos temperatūra	20 °C
Life cycle cost	
Include savings in heat energy	Taip
Water temperature difference	10 K
Consumption controlled by thermostatic valves	100 %
Thermostatic valves with P-band of	2 K
Hydraulic balancing	Taip
Price for heat energy (oil, gas etc.)	0.05 €/kWh
Paieškos rezultatai ir nustatymai	
Energijos kaina	0.15 €/kWh
Energijos kainos padidėjimas	6 %
Skaičiavimo laikotarpis	15 m.

kelti profilis					
	1	2	3	4	
Debitas	100	75	50	25	%
Slgio aukštis	112	111	110	109	%
P1	0.039	0.036	0.033	0.03	kW
Eta bendras	21.4	17.3	12.5	6.8	%
Laikas	410	1026	2394	3010	h/m
Energijos suvartojimas	16	37	79	90	kWh/Metai
Kiekis	1	1	1	1	

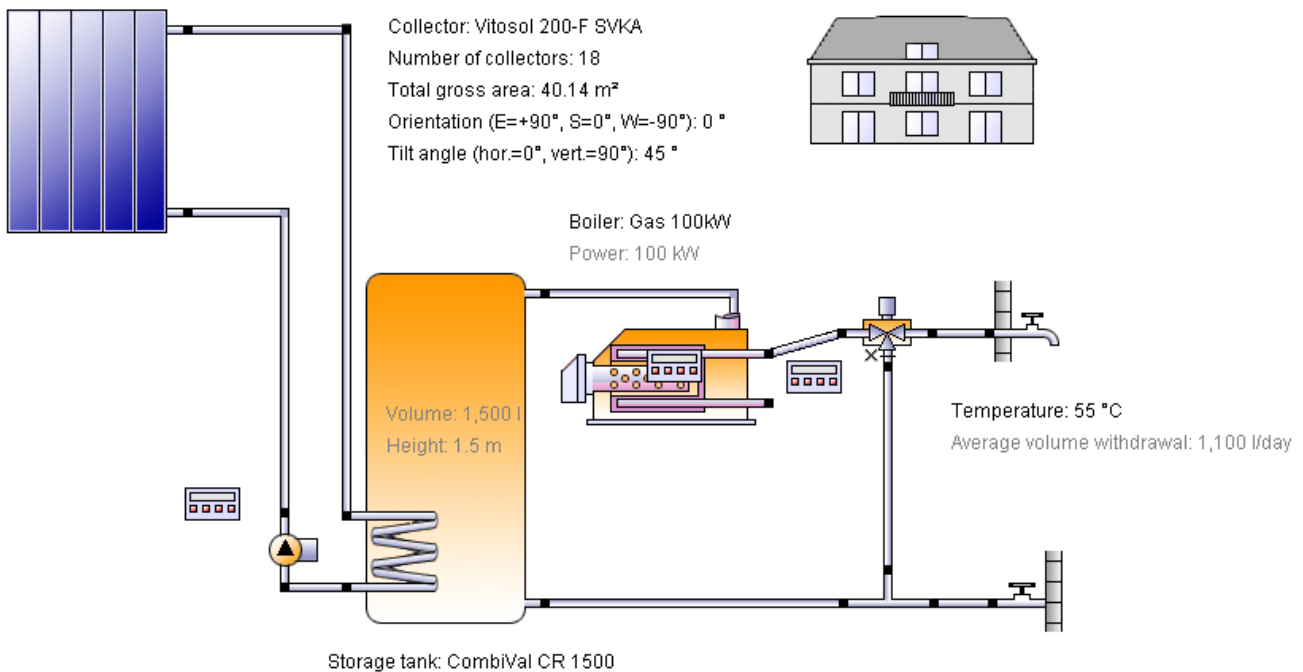
Parinkimo rezultatas	
Tipas	ALPHA2 15-80 130
Kiekis	1
Debitas	0.423 m ³ /h (+6%)
Slgio aukštis	7.842 m (+12%)
Min. slgis vade	0.2 bar (60 °C, atmosferos slgis atžvilgiu)
Galia P1	0.04 kW
Eta siurblio+variklio	22.3 % =Eta siurblio * Eta variklio
Eta bendras	22.3 % =Eta pagal darbo tašką
Energijos suvartojimas	223 kWh/Metai
CO2 emisija	127 kg/Metai
Kaina	Pagal užsakymą
Kaina + energijos kaštai	Pagal užsakymą /15Metai
Viso tarnavimo laiko kaštai	1329 €/15Metai



9. Priedas. Saulės kolektorių parinkimas

Daugiabutis gyvenamasis namas

8v: Hot water (solar thermal + modular heat generator)



Location of the system

Lithuania
Kaunas
Longitude: 23.92°
Latitude: 54.87°
Elevation: 52 m

This report has been created by:

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Rokas Valancius
Studentų st. 54
51367 Kaunas

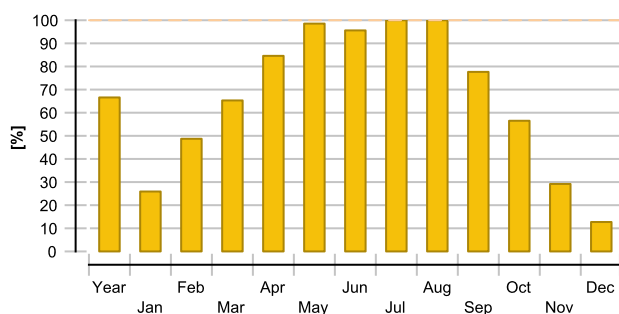
System overview (annual values)

Total fuel and/or electricity consumption of the system [E _{tot}]	11,363.4 kWh
Total energy consumption [Q _{use}]	24,141.1 kWh
System performance [(Q _{use} +E _{inv}) / (E _{aux} +E _{par})]	2.12
Comfort demand	Energy demand covered

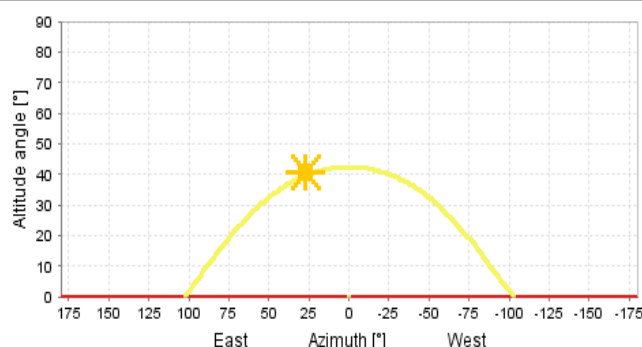
Overview solar thermal energy (annual values)

Collector area	40.1 m ²
Solar fraction total	66.6%
Total annual field yield	16,637.4 kWh
Collector field yield relating to gross area	414.5 kWh/m ² /Year
Collector field yield relating to aperture area	459.8 kWh/m ² /Year
Max. fuel savings	1,760.6 m ³ (gas): [Natural gas H]
Max. energy savings	18,486 kWh
Max. reduction in CO2 emissions	4,281.1 kg

Solar fraction: fraction of solar energy to system [SF_n]



Horizon line



Meteorological data-Overview

Average outdoor temperature	7.2 °C
Global irradiation, annual sum	984.5 kWh/m ²
Diffuse irradiation, annual sum	523.5 kWh/m ²

Component overview (annual values)

Boiler Continuous flow gas heater	Gas 100kW	
Power	kW	100
Total efficiency	%	73.5
Energy from/to the system [Q _{aux}]	kWh	8,344.5
Fuel and electricity consumption [E _{aux}]	kWh	11,354.4
Fuel consumption of the back-up boiler [B _{aux}]	m ³ (gas)	1,081.4
Energy savings solar thermal	kWh	18,486
CO2 savings solar thermal	kg	4,281.1
Fuel savings solar thermal	m ³ (gas)	1,760.6

Collector Collector field		Vitosol 200-F SVKA
Data Source		ISFH
Number of collectors		18
Number of arrays		1
Total gross area	m ²	40.14
Total aperture area	m ²	36.18
Total absorber area	m ²	36.18
Tilt angle (hor.=0°, vert.=90°)	°	45
Orientation (E=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Collector field yield [Qsol]	kWh	16,637.4
Irradiation onto collector area [Esol]	kWh	42,287.5
Collector efficiency [Qsol / Esol]	%	39.3
Direct irradiation after IAM	kWh	20,864.9
Diffuse irradiation after IAM	kWh	18,028.4
Hot water demand		Daily peaks
Volume withdrawal/daily consumption	l/d	1,100
Temperature setting	°C	55
Energy demand [Qdem]	kWh	22,280.4
Pump Solar loop		Eco, small
Circuit pressure drop	bar	1.042
Flow rate	l/h	1,447.2
Fuel and electricity consumption [Epar]	kWh	9
Storage tank Potable water tank		CombiVal CR 1500
Volume	l	1,500
Height	m	1.5
Material		Stainless steel
Insulation		PU flexible
Thickness of insulation	mm	110
Heat loss [Qhl]	kWh	339.2
Connection losses	kWh	71

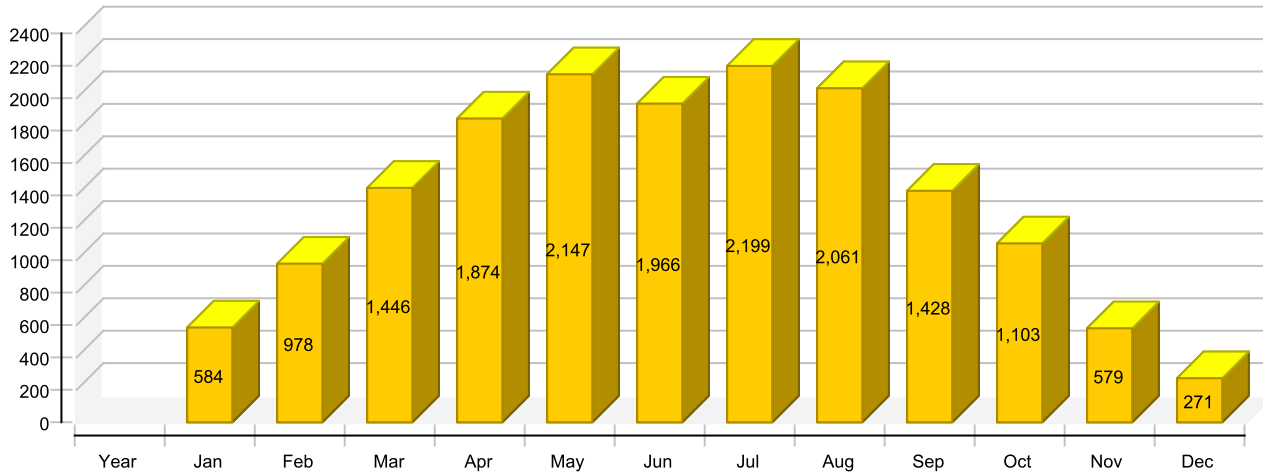
Loop

Solar loop		
Fluid mixture		Propylene mixture
Fluid concentration	%	40
Fluid domains volume	l	47.8
Pressure on top of the circuit	bar	4

Educational Version

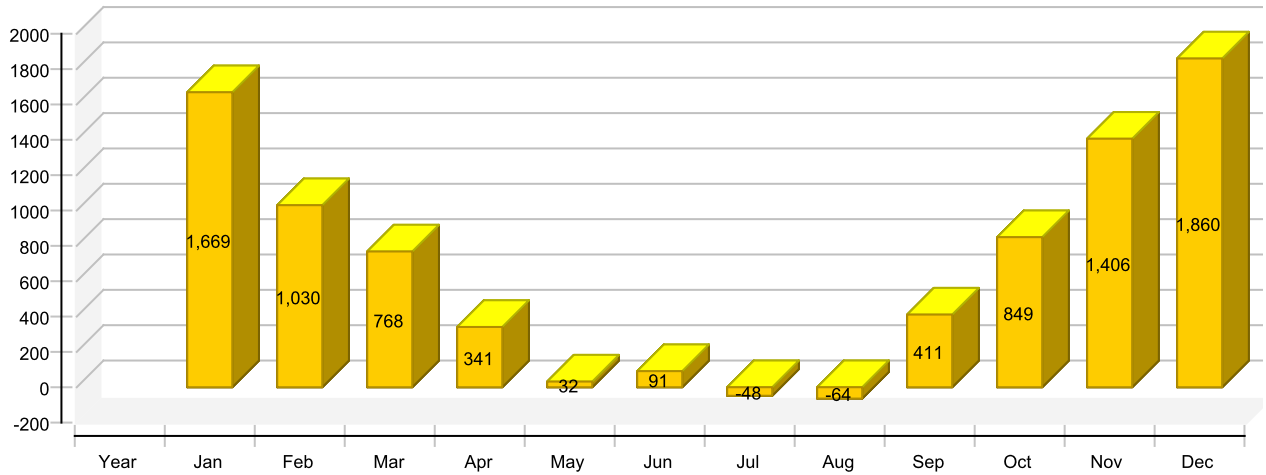
Solar thermal energy to the system [Qsol]

kWh



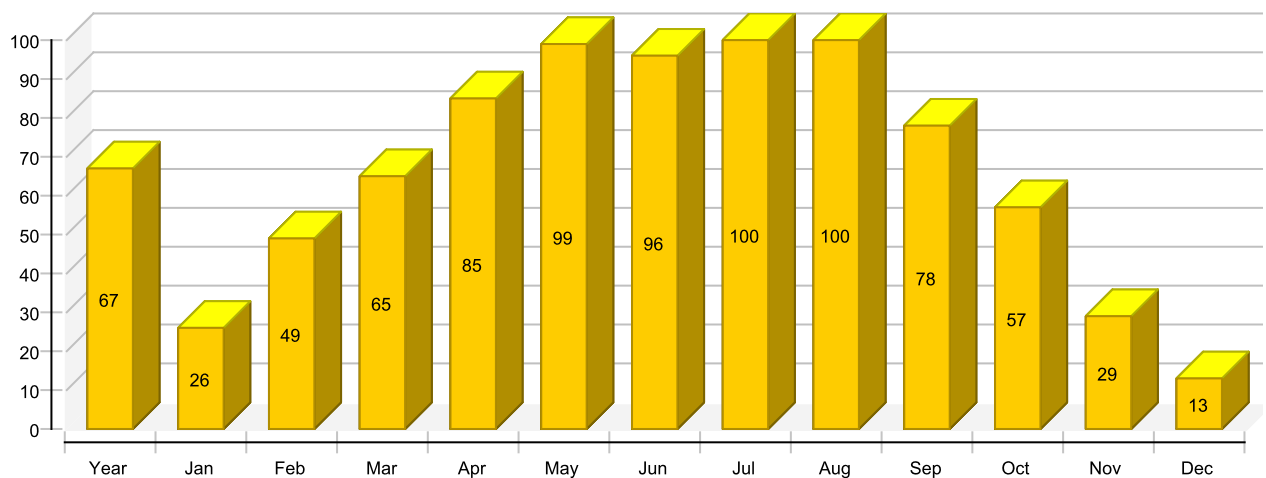
Heat generator energy to the system (solar thermal energy not included) [Qaux]

kWh



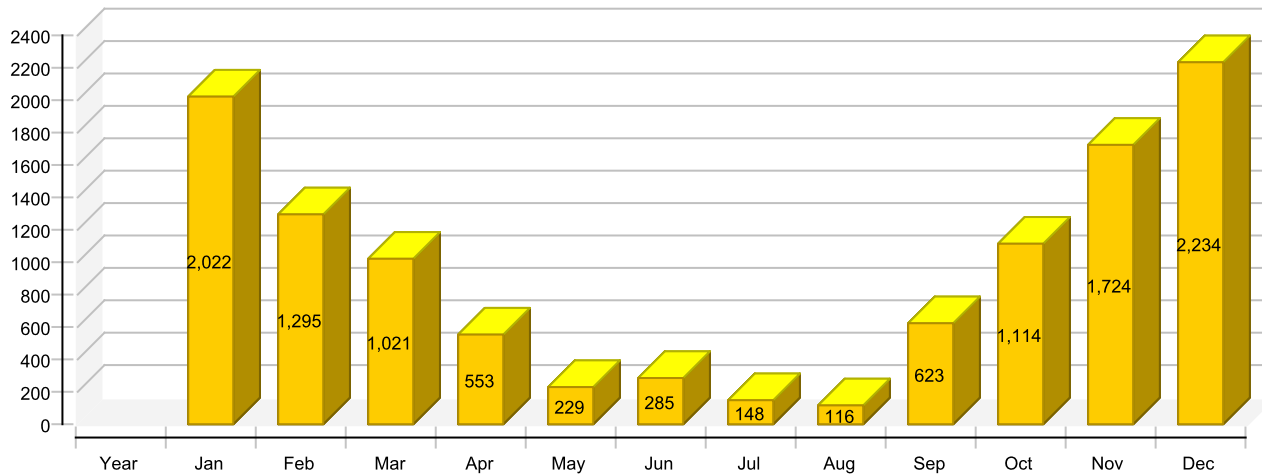
Solar fraction: fraction of solar energy to system [SF_n]

%



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

kWh



Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Solar thermal energy to the system [Qsol]

kWh	16637	584	978	1446	1874	2147	1966	2199	2061	1428	1103	579	271
-----	-------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----

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

kWh	8344	1669	1030	768	341	32	91	-48	-64	411	849	1406	1860
-----	------	------	------	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	------	------

Heat generator fuel and electricity consumption [Eaux]

kWh	11354	2022	1294	1020	552	228	284	147	116	622	1113	1724	2234
-----	-------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

Solar fraction: fraction of solar energy to system [SFn]

%	66.6	25.9	48.7	65.3	84.6	98.5	95.6	100	100	77.7	56.5	29.2	12.7
---	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	------	------	------	------

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

kWh	11363	2022	1295	1021	553	229	285	148	116	623	1114	1724	2234
-----	-------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

Irradiation onto collector area [Esol]

kWh	42288	1438	2419	3632	4664	5754	5356	5705	5150	3434	2622	1363	749
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

Electricity consumption of pumps [Epar]

kWh	9	0.5	0.7	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.6	0.4	0.3
-----	---	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Total energy consumption [Quse]

kWh	24141	2210	1980	2174	2068	2079	1919	1930	1882	1811	1933	1976	2180
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

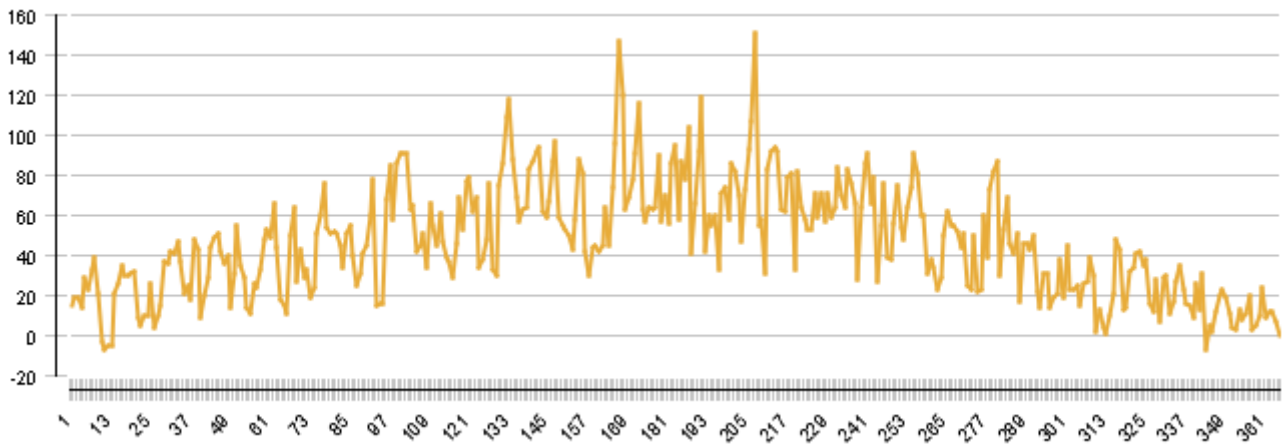
Heat loss to indoor room (including heat generator losses) [Qint]

kWh	2558	137	144	185	229	291	275	313	293	218	193	148	131
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Heat loss to surroundings (without collector losses) [Qext]

kWh	167	7	11	15	18	22	20	21	20	13	10	6	3
-----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Collector Collector field Daily maximum temperature [°C]



Education Version

10. Priedas. Karšto vandens sistemos medžiagų žiniaraštis

3.45 lentelė. Karšto vandens sistemos medžiagų ir įrenginių kiekių žiniaraštis.

Eil. Nr.	Pavadinimas	Techninė charakteristika	Mato vnt	Kiekis
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Nerūdijančio plieno presuojami geriamojo vandens vamzdžiai, jungiami presuojant, kartu su visomis fasoninėmis dalimis	DN25	m	6,5
2	Tas pats	DN20	m	42,1
	Tas pats	DN10		44
3	Uždaromasis ventilis	DN20	vnt	3
4	Tas pats	DN25	vnt	1
	Tas pats	DN10	vnt	4
5	Atbulinis vožtuvas	DN10	vnt	1
6	Termo-balansiniai ventiliai	DN10	vnt	3
7	Rankšluosčių džiovintuvas	600x600 Q= 200 W	vnt	12
8	ALPHA2-15-80-130“ cirkuliacinis siurblys		vnt	1
9	Šilumokaitis XB05M-1-40	82 kW	vnt	1
10	Akumuliacinės talpos	750 l	vnt	2
11	Plokštieji saulės kolektoriai	2,33x1,05 m	vnt	18
12	Saulės kolektorių siurblio grupė		vnt	1
13	Išsiplėtimo indas	33 l	vnt	2

11. Priedas. Difuzorių parinkimas

Document type: **Product card**
 Document date: **2015-10-23**
 Generated by: **Systemair Online Catalogue**

Item no. **6965**

Description

Description

Systemair Balance-S supply diffuser for installation on ceiling or wall.

Function

The Balance-S is a round supply-air diffuser with an aerodynamically shaped valve cone. The Balance-S performs extremely well with regard to sound level, pressure drop, air flow and self-damping. The Balance-S is installed in a frame or directly into the duct.

Design

The Balance-S is manufactured from recyclable polypropylene and tolerates temperatures up to 100°C. This material also withstands most chemicals in small concentrations. Polyether gasket. The Balance-S is supplied in a white finish which matches RAL 9010.

This device can be used for extract air.

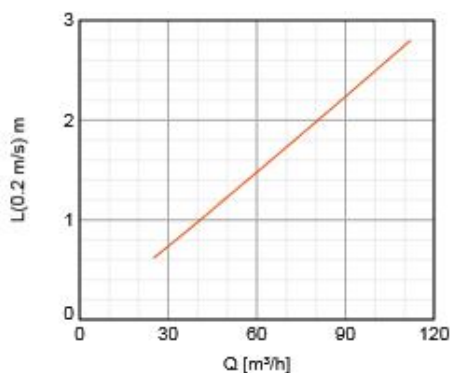
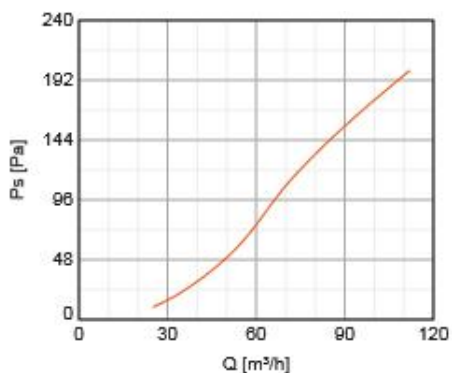
Adjustment

The valve cone is screwed a number of turns clockwise or anti-clockwise so as to achieve the air gap in mm which corresponds to the pressure drop and required air flow shown in the diagram. The pressure drop is checked by removing the front plug and pushing in a suitable test probe.



Diagramos

Diagrams



Diagrama

Balance-S-100

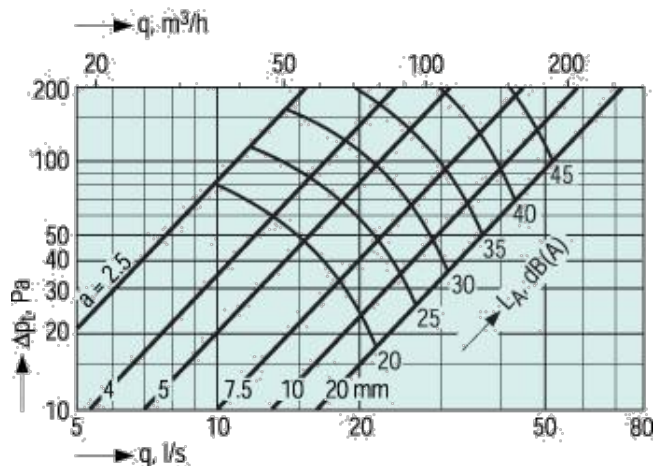
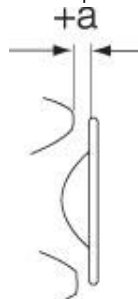
Diagramoje rodomi parametrai

Oro debitas (l/s ir m³/h), pilnutinis slėgis (Pa), garso slėgio lygis [dB(A)].

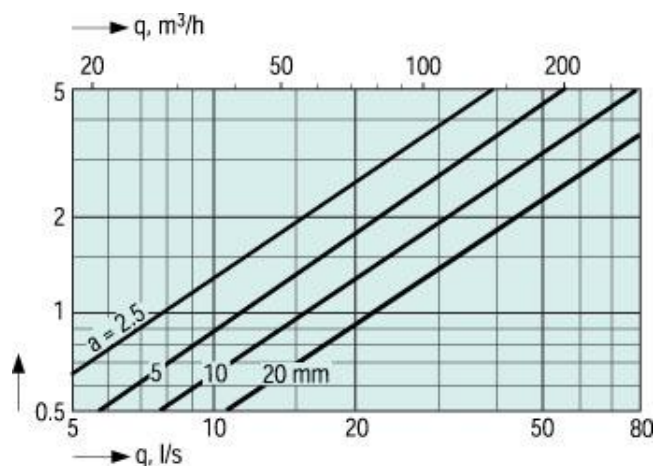
Diagramoje nurodytas dydis 'a' reiškia oro tarpelį, t.y. atstumą milimetrais nuo centrinio kūgio formos skirstytuvo elemento iki jo apdangalo.

Srovės ilgis nurodytas prie oro srovės greičio $v=0.2\text{m/s}$.

a=oro tarpelis milimetrais



Balance-S	a, mm	2,5	4	5	7,5	10	20
100	k-factor	1,08	1,67	2,16	3,10	4,05	5,17
125	k-factor	1,15	1,96	2,92	3,73	4,79	7,59
160	k-factor	1,86	2,75	3,43	4,81	6,62	10,32



Garso slopinimas, L (dB)

Balance-S	Garso lygio korekcija, dB prie Hz						
	63	125	250	500	1k	2k	4k
100	22	19	13	9	6	7	7
125	20	17	12	8	6	7	7
160	19	15	11	8	7	8	7

Garso galios lygis, Lw

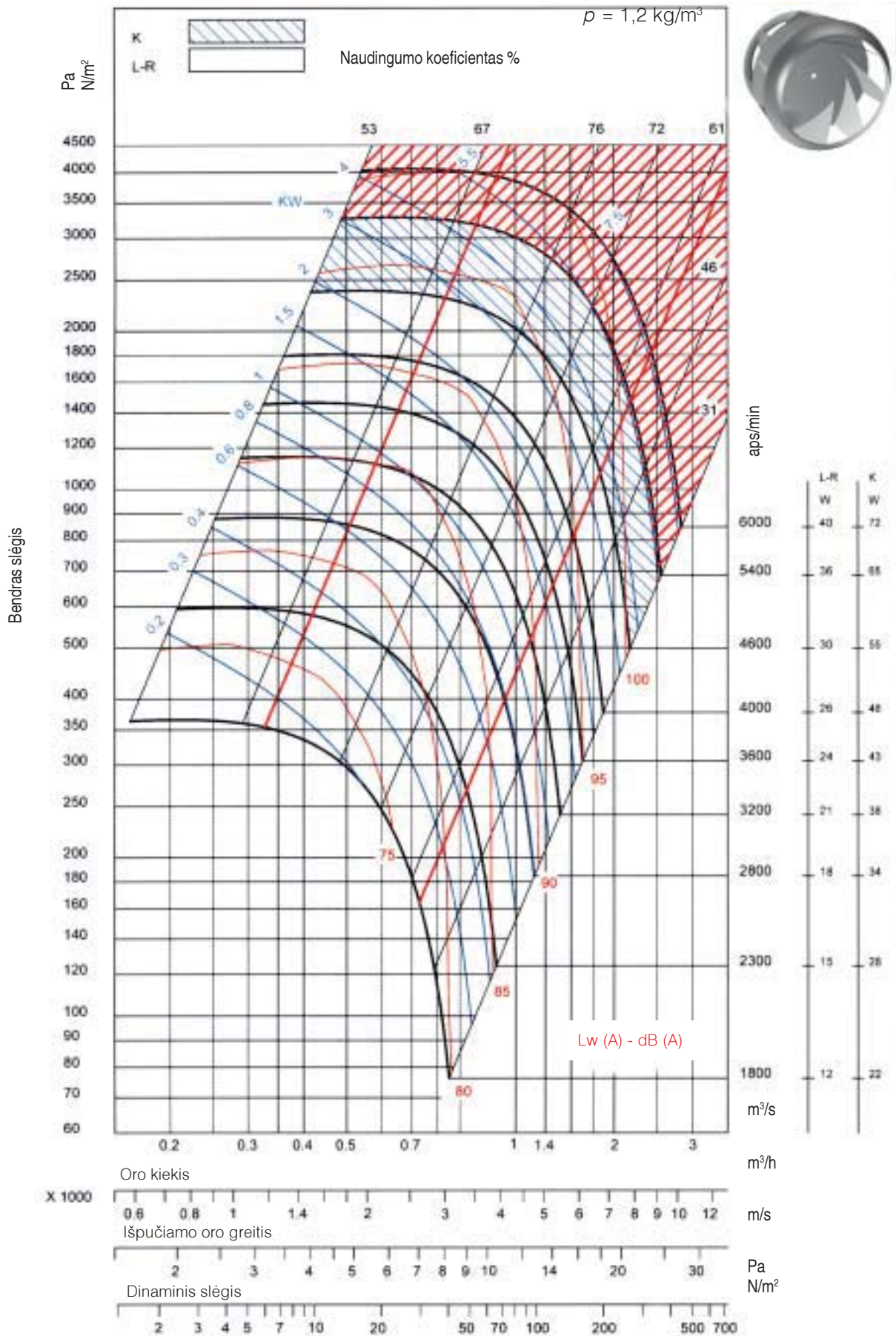
Balance-S	Garso lygio korekcija, dB prie Hz						
	63	125	250	500	1k	2k	4k
100	-3	3	7	4	-5	-13	-19
125	-1	2	5	3	-1	-10	-19
160	0	5	8	3	-4	-11	-20

$L_w(\text{dB}) = L_{pA} + K_{ok}$ (L_{pA} = diagrama Kok = lentelė)

Korekcijos koeficientas Kok

12. Priedas. Ventiliatoriaus vėdinimo sistemai parinkimas

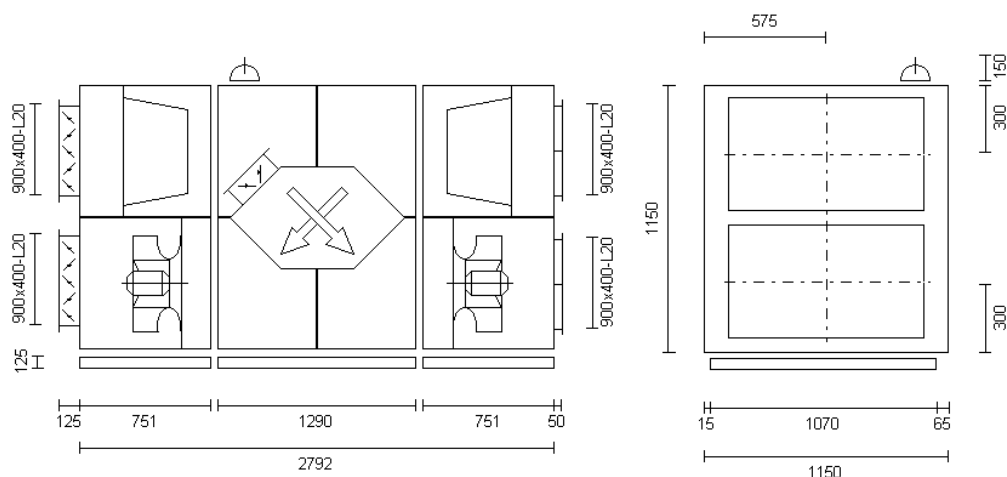
Darbo rato diametras 250 mm



Diagramoje galingumas (kW) nurodytas neįvertinus nuostolių pavaroje.

13. Priedas. Vėdinimo įrenginys

Air handling unit model:

VERSO-PCF-20-2.5/2.5-F7/F7-X-IS1-C5

TECHNICAL SPECIFICATION

AHU size		20
Typology	NRVU	
	BVU	
Type of HRS	other (Plate heat exchanger)	
AHU parameters		
RLT class		A+
Supply		
Nominal flow rate	[m³/h] / [m³/s]	2050 / 0,57
Nominal external pressure (Ps, ext)	[Pa]	700
Exhaust		
Nominal flow rate	[m³/h] / [m³/s]	2050 / 0,57
Nominal external pressure (Ps, ext)	[Pa]	700
Int. pressure drop of ventilation components (Ps, int)	[Pa]	381
Int. pressure drop of non-ventilation components (Ps, add)	[Pa]	2
Design outdoor temperature winter	[°C]	-23
Face velocity at design flow rate	[m/s]	1,03
SFPv	[kW/m³/s]	3,26
Atmosphere pressure	[Pa]	101325
Air density	[kg/m³]	1,2



Full load I (3x400V)	[A]	8,2
Effective electric power input	[kW]	1,85

COMMISSION REGULATION (EU) No 1253 (ecodesign requirements, valid from 2016.01)

The thermal efficiency of HRS, t_{nrvu} 67	[%]	88
Internal specific fan power, SFPint 1734	[W/m ³ /s]	692
Type of drive		variable speed
Thermal by-pass facility		YES
Unit conformity assessment		Complies

Basic construction

Panels from two galvanized steel sheets, filled with thermal and sound insulation fire-resistant min.wool ($\lambda=0,037$ W/mK).

AHU painted C3 class, RAL 7035.

Maximum external leakage rate	[%]	< 1
Maximum internal leakage rate	[%]	< 1

AHU configuration

Separate sections with base frame connected to each section

Panels thickness	[mm]	45
------------------	------	----

ACOUSTIC DATA

Sound power level L _w	to the air ducts				to surrounding
	Supply air volume [dB]		Exhaust air volume [dB]		[dB]
F[Hz]	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
63	70,5	76,1	72,1	76,0	72,0
125	65,8	75,0	68,0	74,1	68,5
250	67,7	81,2	71,3	78,0	67,7
500	62,0	77,1	66,1	73,3	49,8
1000	55,2	79,3	60,1	73,5	52,3
2000	45,1	78,4	48,0	74,3	48,2
4000	40,7	73,9	42,9	71,0	38,1
8000	35,9	69,5	37,8	66,7	31,8
dB(A)	63,1	84,1	67,1	79,8	61,2

Unit weight

Weight (netto)	[kg]	444
----------------	------	-----

Pallets

FVS	[mm]	950x1300(138kg)
FVS	[mm]	950x1300(138kg)

VERSO-PCF-20-2.5/2.5-F7/F7-X-IS1-C5

www.komfovent.com

PCF	[mm]	1500x1300(169kg)
-----	------	------------------

Accessories

Adjustable feet (RegKoj)

Control automatics

Type	C5
------	----



Plate heat exchanger

REK+81-800-26

Atmosphere pressure	[Pa]	101325
Plates		Al

Specification

Temp. efficiency wet	[%]	94,1
Temp. efficiency dry	[%]	87,6
Power wet	[kW]	26,2
Heat recovery class		H1
Efficiency bonus (E), (EU 1253)		619

		Winter		Summer	
		Supply	Exhaust	Supply	Exhaust
Air volume	[m ³ /h]	2050	2050	2050	2050
Inlet temperature	[°C]	-23	20	26	22
Relat. humidity	[%]	82	55	50	55
Outlet air temp.	[°C]	17,5	-5,7	22,6	25,4
Relat. humidity	[%]	3,9	95,6	61,4	45,0
Pressure drop	[Pa]	118	138	118	118
Velocity	[m/s]	1,3	1,2	1,3	1,3
Condensation	[l/h]		-14,7		0,0

Droplet separator with drainage

Pressure drop	[Pa]	4
---------------	------	---

Dumper actuator

Actuator type	[Nm]	5
---------------	------	---

SUPPLY AIR VOLUME

Damper with actuator

Aluminium profile air damper		
Actuator type	ON/OFF (AC/DC 24V)	
Torque	[Nm]	5
Pressure drop	[Pa]	1

Air filter

Filter correction (F), (EU 1253)	0	
Type	Bag filter	
Energy performance		
Quantity of bags	10	
Quantity of filters	2	
Dimensions bxhxl	[mm]	490x490x500
Filter class	F7	
Pressure drop (clean filter)	[Pa]	44
Pressure drop	[Pa]	97
Recomended max. pressure drop (EN 137792007)	[Pa]	150
Velocity in the AHU filter section	[m/s]	1,03

Fan EC

Type	114488	RH31C-ZID.DC.CR
Wheel diameter	[mm]	315
Air volume	[m ³ /h]	2050
Built-in loss	[Pa]	17
Static pressure	[Pa]	932
Total pressure	[Pa]	953
Electric power to motor	[kW]	0,97
Electric power to motor (clean filters)	[kW]	0,91
Speed	[1/min]	2705
K-value	95	

Motor

Power	[kW]	2,5
Speed	[1/min]	3640
Frequency	[Hz]	50
Rated current at 400V 50Hz	[A]	4
One speed		
SFPv	[kW/m ³ /s]	1,6
SFP class (EN13779)	SFP 4	
Total efficiency	[%]	56,14

EXHAUST AIR VOLUME

Damper with actuator

Aluminium profile air damper		
Actuator type	ON/OFF (AC/DC 24V)	
Torque	[Nm]	5
Pressure drop	[Pa]	1

Air filter

Filter correction (F), (EU 1253)	0	
Type	Bag filter	
Energy performance		
Quantity of bags	10	
Quantity of filters	2	
Dimensions bxhxl	[mm]	490x490x500
Filter class	F7	
Pressure drop (clean filter)	[Pa]	44
Pressure drop	[Pa]	97
Recomended max. pressure drop (EN 137792007)	[Pa]	150
Velocity in the AHU filter section	[m/s]	1,03

Fan EC

Type	114488	RH31C-ZID.DC.CR
Wheel diameter	[mm]	315
Air volume	[m ³ /h]	2050
Built-in loss	[Pa]	17
Static pressure	[Pa]	957
Total pressure	[Pa]	978
Electric power to motor	[kW]	1
Electric power to motor (clean filters)	[kW]	0,94
Speed	[1/min]	2737
K-value	95	

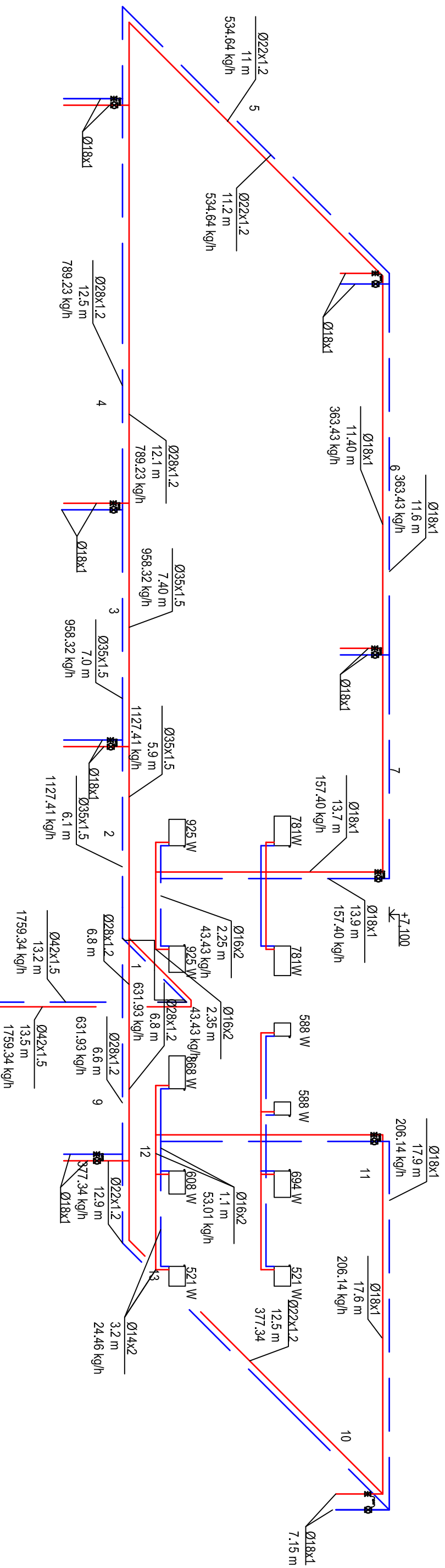
Motor

Power	[kW]	2,5
Speed	[1/min]	3640
Frequency	[Hz]	50
Rated current at 400V 50Hz	[A]	4
One speed		
SFPv	[kW/m ³ /s]	1,65
SFP class (EN13779)	SFP 4	
Total efficiency	[%]	55,95

14. Priedas. Vėdinimo sistemos medžiagų žiniaraštis

3.49 lentelė. Vėdinimo sistemos medžiagų ir įrenginių kiekių žiniaraštis.

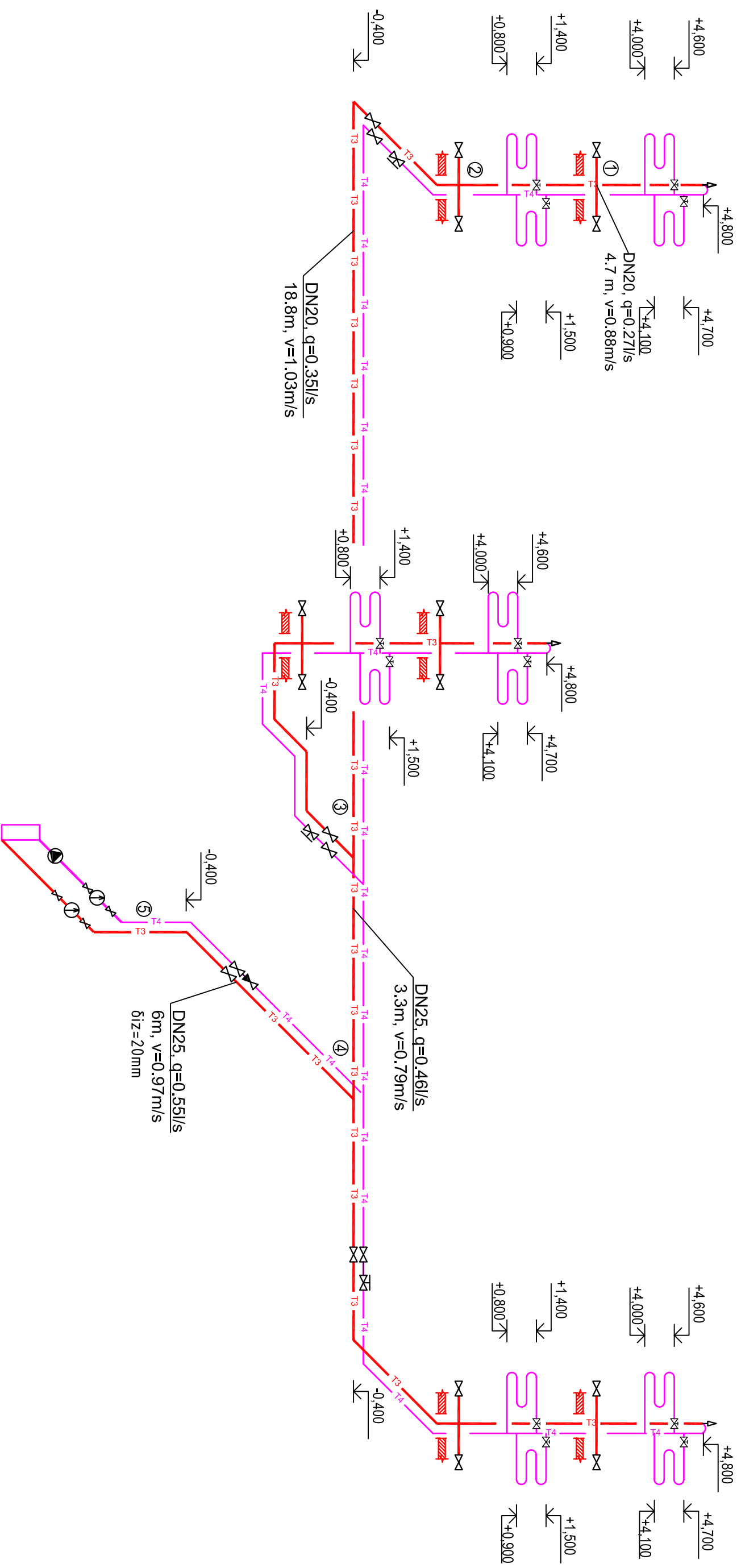
Eil. Nr.	Pavadinimas	Techninė charakteristika	Mato vnt	Kiekis
1	2	3	4	5
1	Oro paruošimo įrenginys VERSO-PCF-20-2.5	2050m ³ /h	vnt	1
2	Apvalus triukšmo slopintuvas	AGS 315-100-900	vnt	2
3	Ortakis, cinkuota skarda, su fasoninėmis dalimis	Ø100	m	344,6
4	Tas pats	Ø125	m	11,0
5	Tas pats	Ø160	m	17,0
6	Tas pats	Ø200	m	7,0
7	Tas pats	Ø250	m	85,1
8	Tas pats	Ø315	m	7,7
9	Tas pats	Ø630	m	8
10	Oro tiekimo skirstytuvas	BALANCE-S-100	vnt	40
11	Oro ištraukimo skirstytuvas,	BALANCE-S-100	vnt	24
12	Ugnies vožtuvas	IE30	vnt	20
13	Oro paėmimo grotelės	Ø630	vnt	1
14	Oro išmetimo grotelės	Ø630	vnt	1
15	Oro srauto reguliavimo ir matavimo sklendė IRIS	Ø100	vnt	32
16	Oro srauto uždarymo sklendė su el. pavara	Ø100	vnt	12
17	Slėgio jutiklis	PS 200	vnt	12
18	Oro srauto reguliavimo sklendė	Ø250	vnt	4
19	Tas pats	Ø125	vnt	2



Sutartiniai žymėjimai:

- Šildymo sistemos tiekiamasis vamzdis
- Šildymo sistemos grįžtamasis vamzdis
- Apatinio pajungimo radiatorius
- Automatinis balansinis vožtuvas
- Stėgio perkryčio reguliatorius

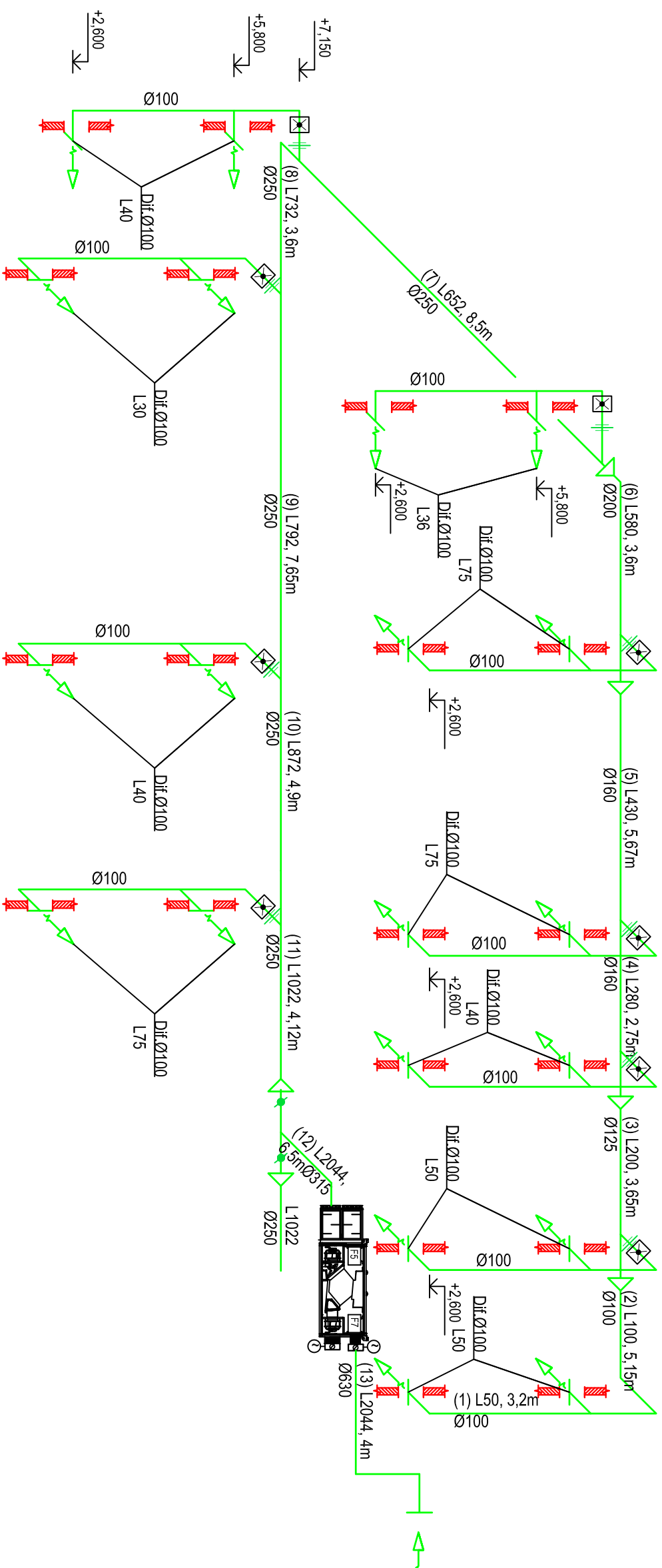
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas
SPM-4	Studentas	V. Virganavičius	Dauglabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų tyrimai ir modernizavimas Skaičiuojamoji šildymo sistemos aksonometrinė schema
	Vadovas	K. Barionis	
	Konsult.		
	Konsult.		
	Konsult.		
	Konsult.		
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra		
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas		2015-MBD-PES-ŠV
	Lapas	Lapų	
	1	3	



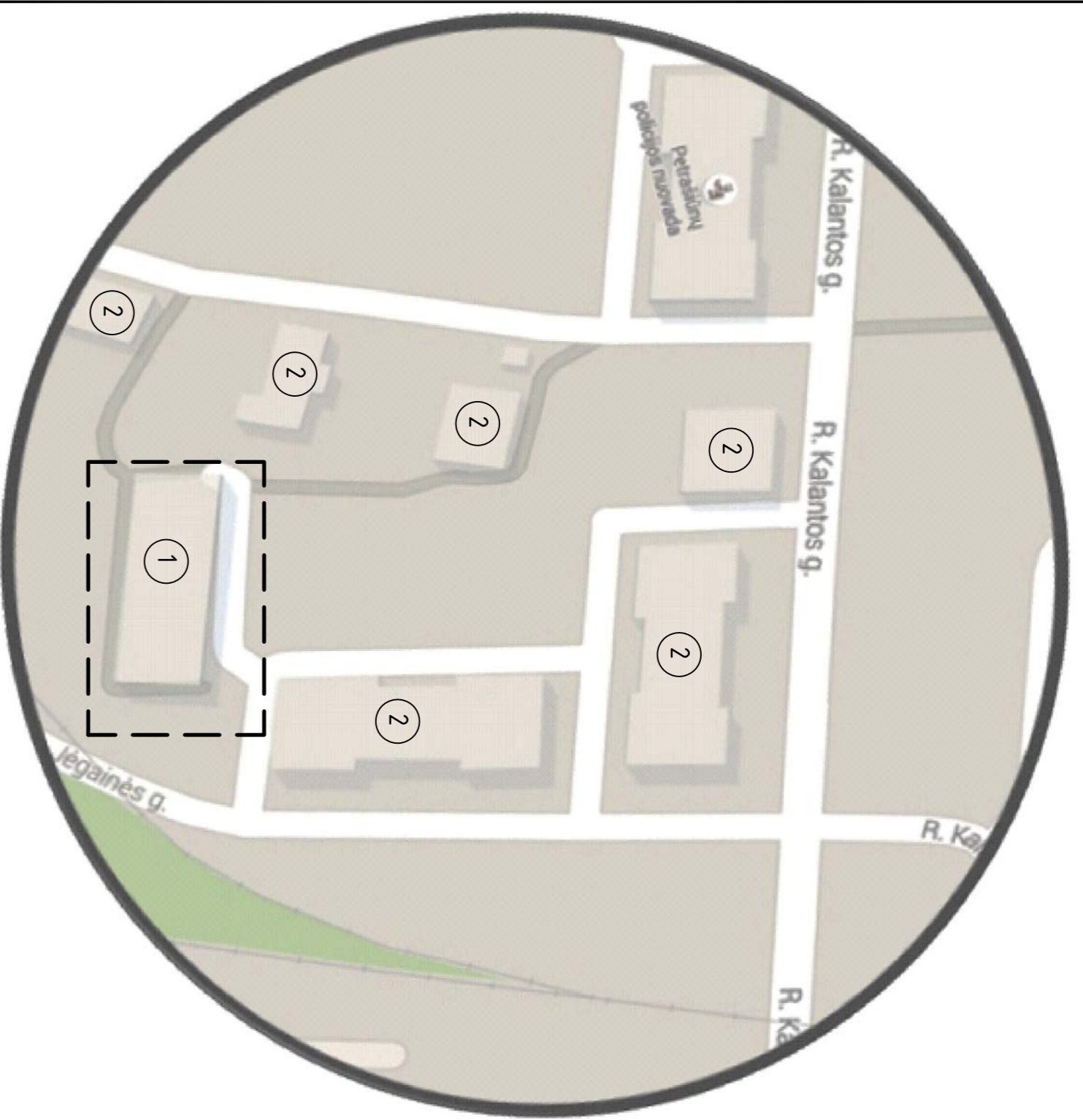
Sutartiniai žymėjimai:

- T3 — Karšto vandentiekis
- T4 — Recirkuliacinė linija

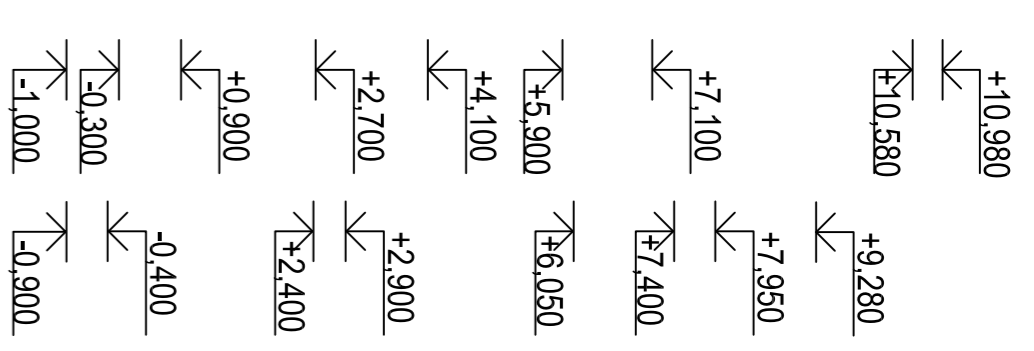
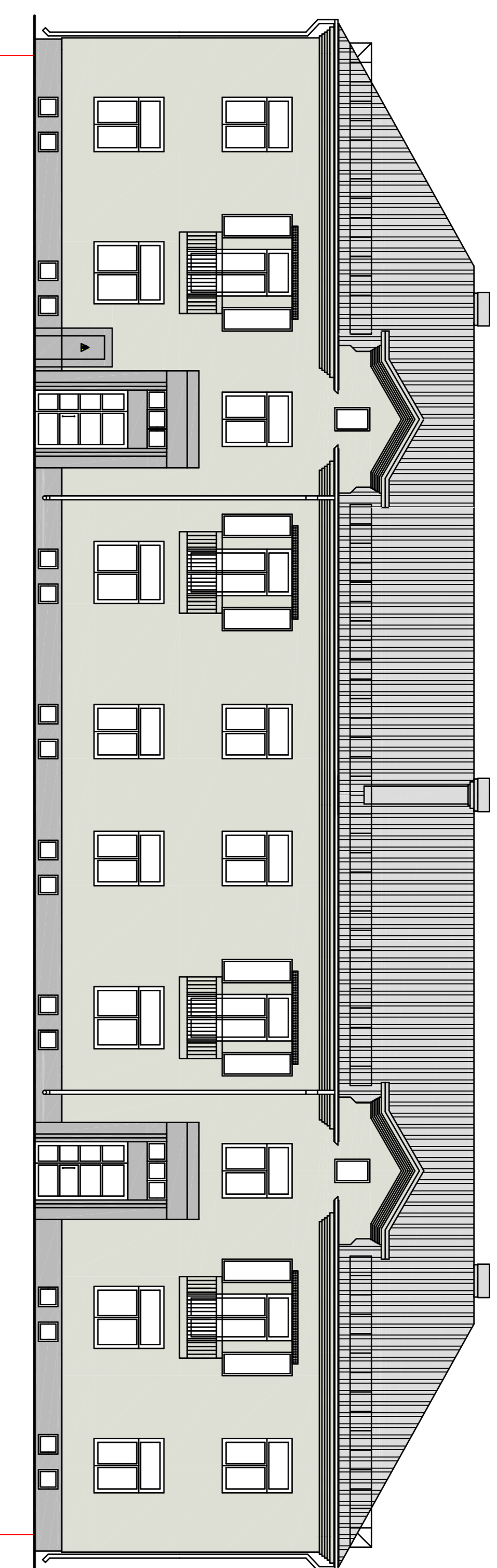
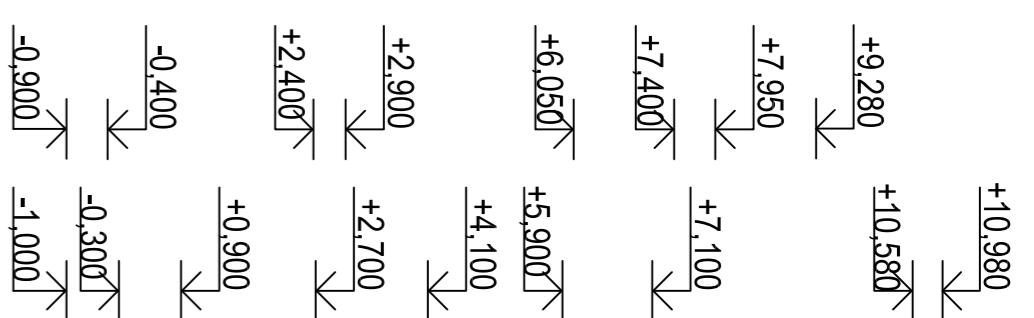
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
SPM-4	Studentas	V. Virganaavičius	Dauglabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų tyrimai ir modernizavimas	
	Vadovas	K. Barionis		
	Konsult.			
	Konsult.			
	Konsult.		Skačiuojamoji karšto vandentiekio sistemos aksionometrinė schema	
	Konsult.			
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra		2015-MBD-PES-ŠV	
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			
	Lapas	2	Lapų	3



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
SPM-4	Studentas	V. Virganaavičius	Dauglabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų tyrimai ir modernizavimas	
	Vadovas	K. Barionis		
	Konsult.			
	Konsult.			
	Konsult.			
	Konsult.		Skačiuojamoji vėdinimo sistemos aksonometrinė schema	
	Konsult.			
Pr. etapas	Pastatų energinių sistemų katedra			2015-MBD-PES-ŠV
MBD	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas			
	Lapas	3	Lapų	3

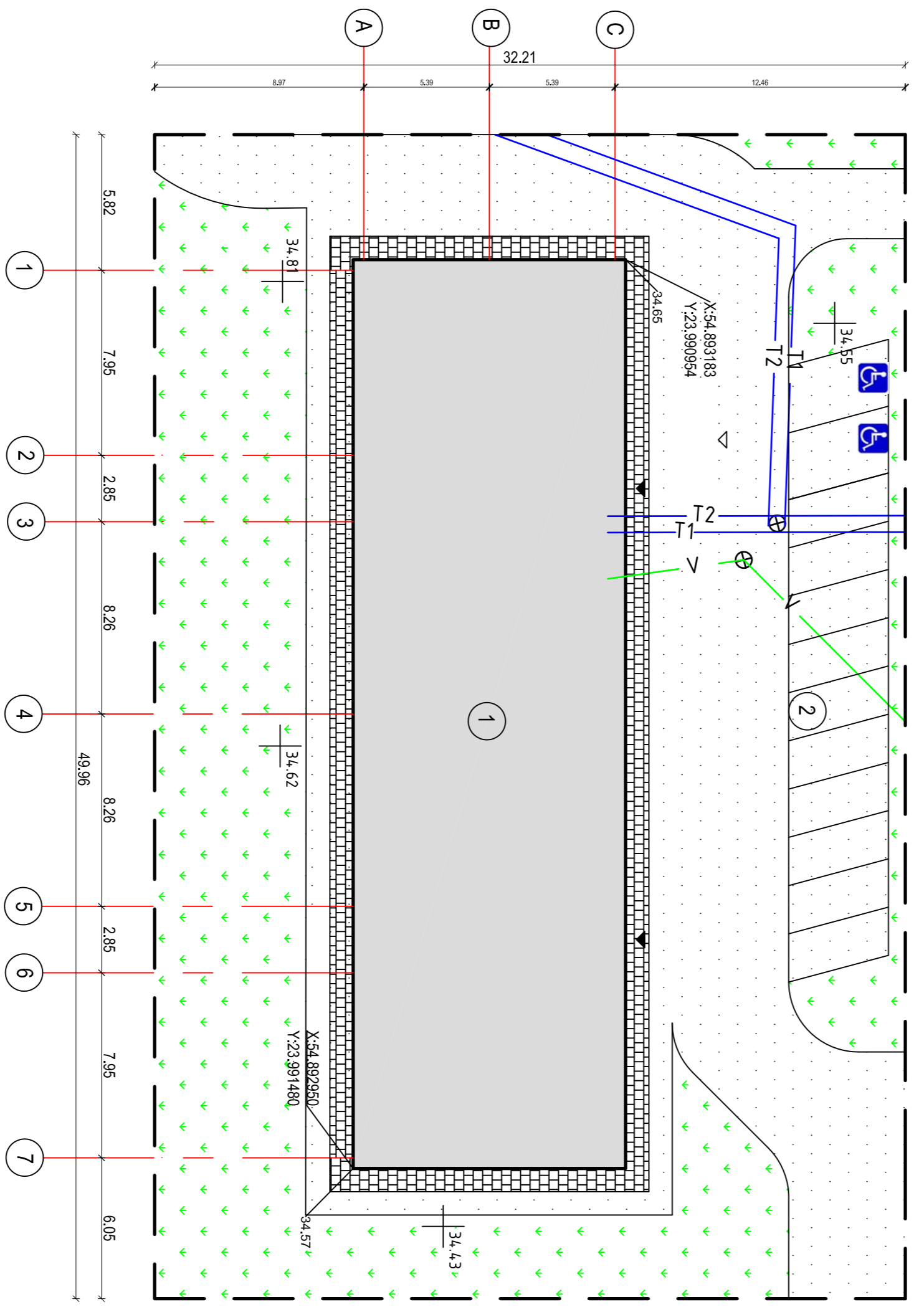


- Ekspikacija**
- 1 Modernizuojamas pastatas
 - 2 Esami gyvenamieji pastatai
- Sutartiniai žymėjimai:**
- Sklypo riba



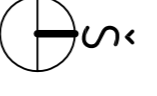
- Sutartiniai žymėjimai:**
- Tinkas
 - Tinkas
 - Stogo danga
 - Stogelis

SKLYPO PLANAS MASTELIS 1:200

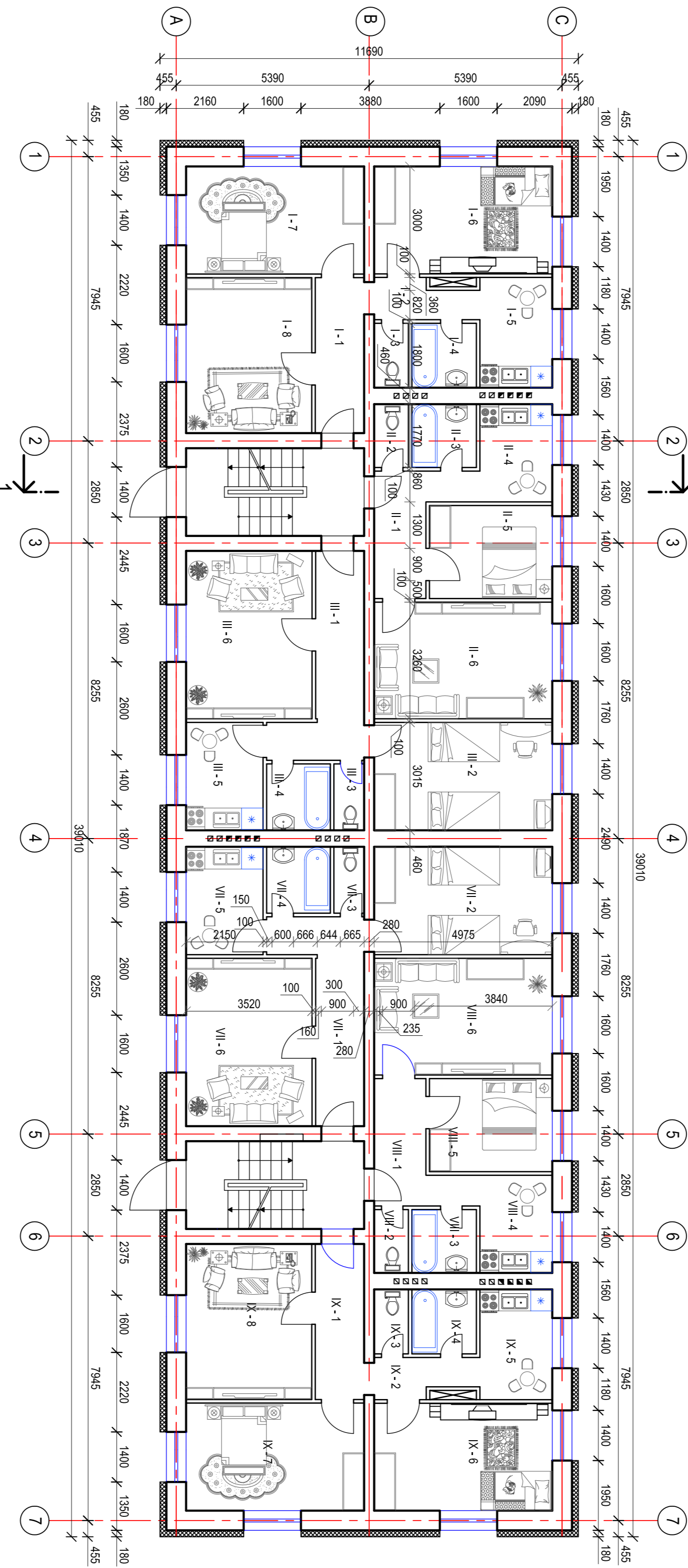


- Sutartiniai žymėjimai:**
- Modernizuojamas pastatas
 - Žolė
 - Asfaltas
 - Grindinio plyvelės
 - Šilumos tinklai
 - Šilumos tinklai
 - Šaltos vandenies
 - Sklypo riba
 - lėjinas / išėjimas
 - Automobilių stovėjimo vieta neapneigiamoms
 - Esami inžinerinių tinklų šuliniai

- Ekspikacija**
- 1 Modernizuojamas pastatas
 - 2 Automobilių stovėjimo aikštelė



PIRMO AUKŠTŲ PLANAS MASTELIS 1:100



Bendrieji statinio rodikliai

Paravimas	Matavimo vnt.	Kiekis
I Sklypas:		
1.1 Sklypo plotas	m ²	1693.21
1.2 Sklypo užstatymo plotas	m ²	456.03
1.3 Sklypo užstatymo intensyvumas	%	60.97
1.4 Statinio užtarnas plotas	m ²	456.03
1.5 Apzeldintas plotas	m ²	227.64
1.6 Automobilių stovėjimo vielių sk.	vnt.	12
1.7 Sklypo užstatymo tankumas	%	26.34
II Pastatas:		
2.1 Bendrasis plotas	m ²	981.06
2.2 Naudojamas plotas	m ²	640.27
2.3 Gyvenamasis plotas	m ²	407.36
2.4 Raudų / Pervidų plotas	m ²	340.79
2.5 Patalpų tūris	m ³	3826
2.6 Patalpų aukštis	m	10.98
2.7 Aukštų skaičius	vnt.	2
Patalpų atsparumo ugniai laipsnis		II

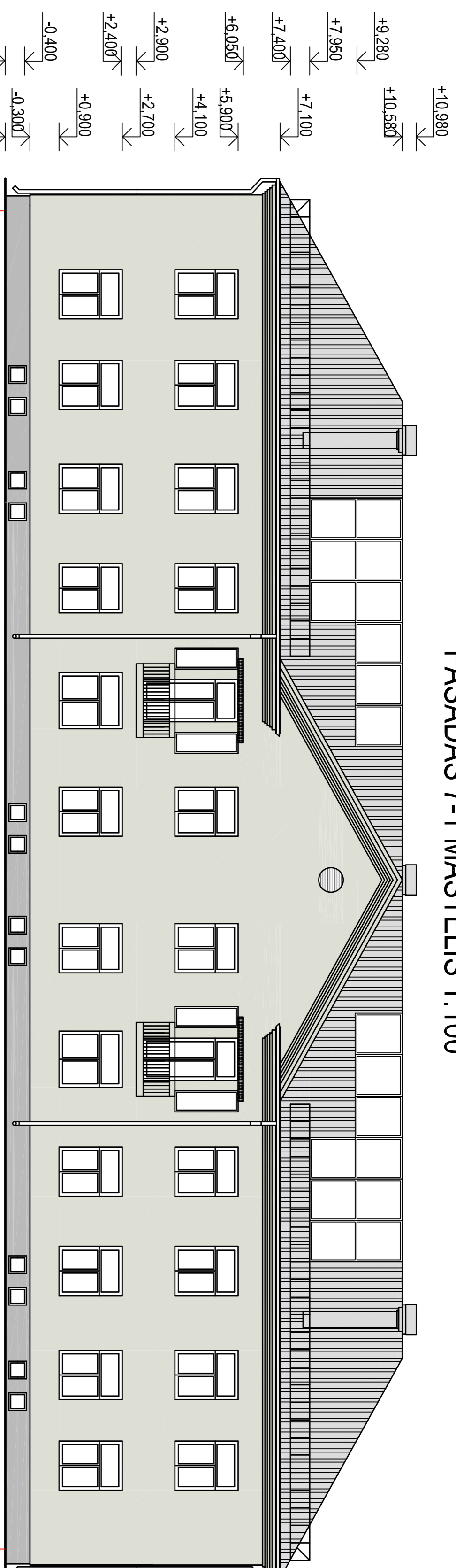
Patalpų ekspikacija

Patalpos Nr.	Patalpos pv.	Plotas m ²	Ploatas Nr.	Patalpos pv.	Plotas m ²
I-1	Prieškambnis	6.15	VII-1	Prieškambnis	9.42
I-2	Prieškambnis	3.32	VII-2	Miegamasis	15.01
I-3	WC	1.59	VII-3	WC	1.51
I-4	Vonia	3.19	VII-4	Vonia	3.22
I-5	Virtuvė	6.22	VII-5	Virtuvė	6.41
I-6	Miegamasis	14.20	VII-6	Sveitainė	16.08
I-7	Miegamasis	15.28	VIII-1	Prieškambnis	6.11
I-8	Sveitainė	15.58	VIII-2	WC	1.59
II-1	Prieškambnis	6.21	VIII-3	Vonia	3.13
II-2	WC	1.63	VIII-4	Miegamasis	5.23
II-3	Vonia	3.18	VIII-5	Miegamasis	9.13
II-4	Virtuvė	5.74	VIII-6	Sveitainė	15.87
II-5	Miegamasis	8.94	IX-1	Prieškambnis	6.16
II-6	Sveitainė	16.34	IX-2	Prieškambnis	3.47
III-1	Prieškambnis	9.34	IX-3	WC	1.58
III-2	Miegamasis	15.77	IX-4	Vonia	3.03
III-3	WC	1.61	IX-5	Miegamasis	6.93
III-4	Vonia	3.26	IX-6	Miegamasis	14.40
III-5	Virtuvė	6.45	IX-7	Miegamasis	15.31
III-6	Sveitainė	16.44	IX-8	Sveitainė	15.68
I buito plotas		65.53	VII buito plotas		51.65
II buito plotas		42.04	VIII buito plotas		41.06
III buito plotas		52.87	IX buito plotas		66.56
Bendrasis butų plotas		329.13			

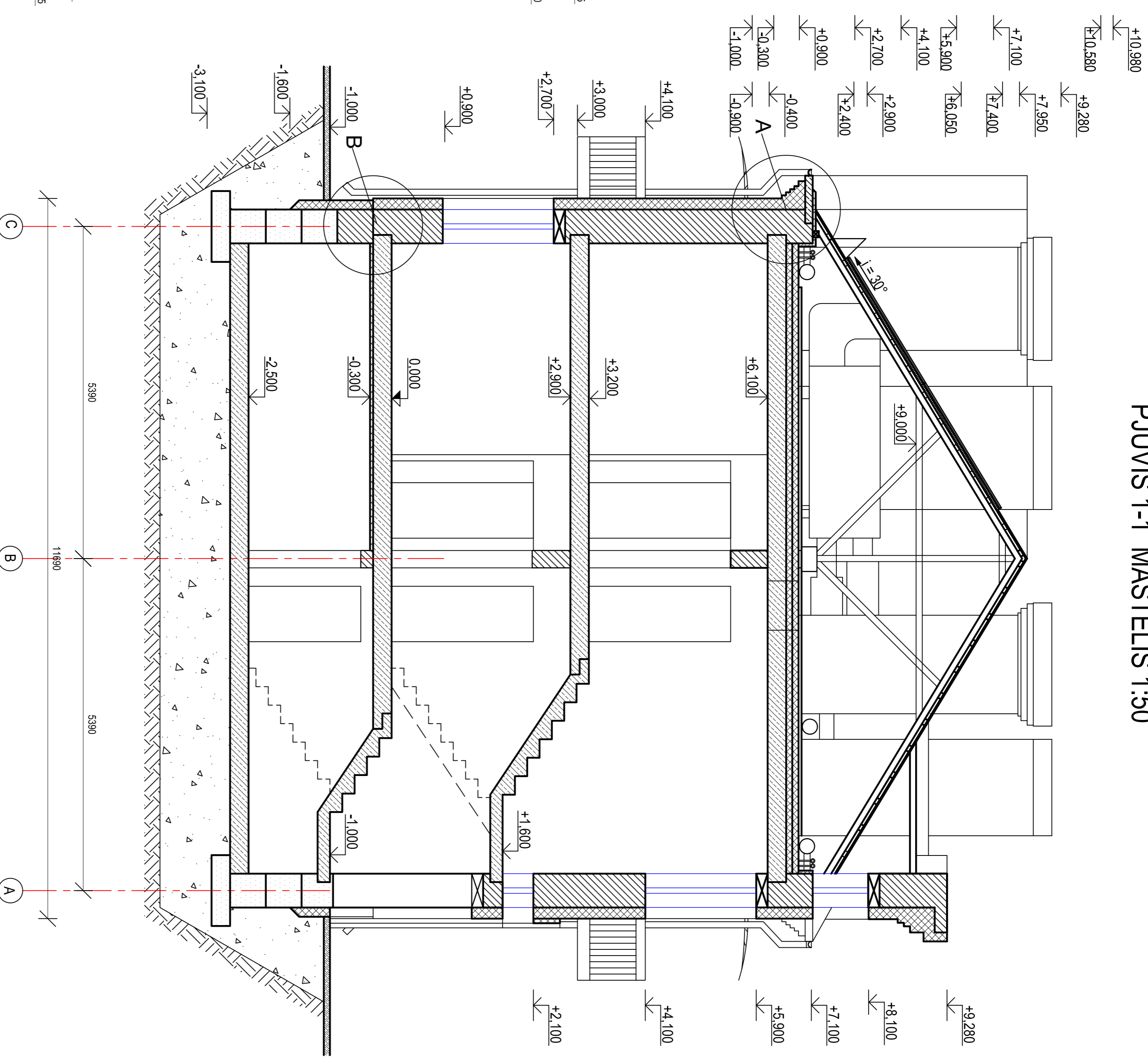
KTU Statybos ir Architektūros fakultetas

Grupė	Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPN-4	Statybos inžinierius	Daugabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų lyriniai ir modernizavimas
Vadovas	KTU dėstytojas	
Konsult.	G.Šturbaitė	
Konsult.	I.Šturbaitė	
Konsult.		
Patalpas		Situacijos planas, Sklypo planas, Pirmo aukšto planas, Fasadas 1-7
MBD	Patalpų energinių sistemų katedra	2015-MBD-PES-AR
	LT-51367 Studentų 48, Kaunas	
		Lapų skaičius 1 / 7
		Lapų skaičius 0

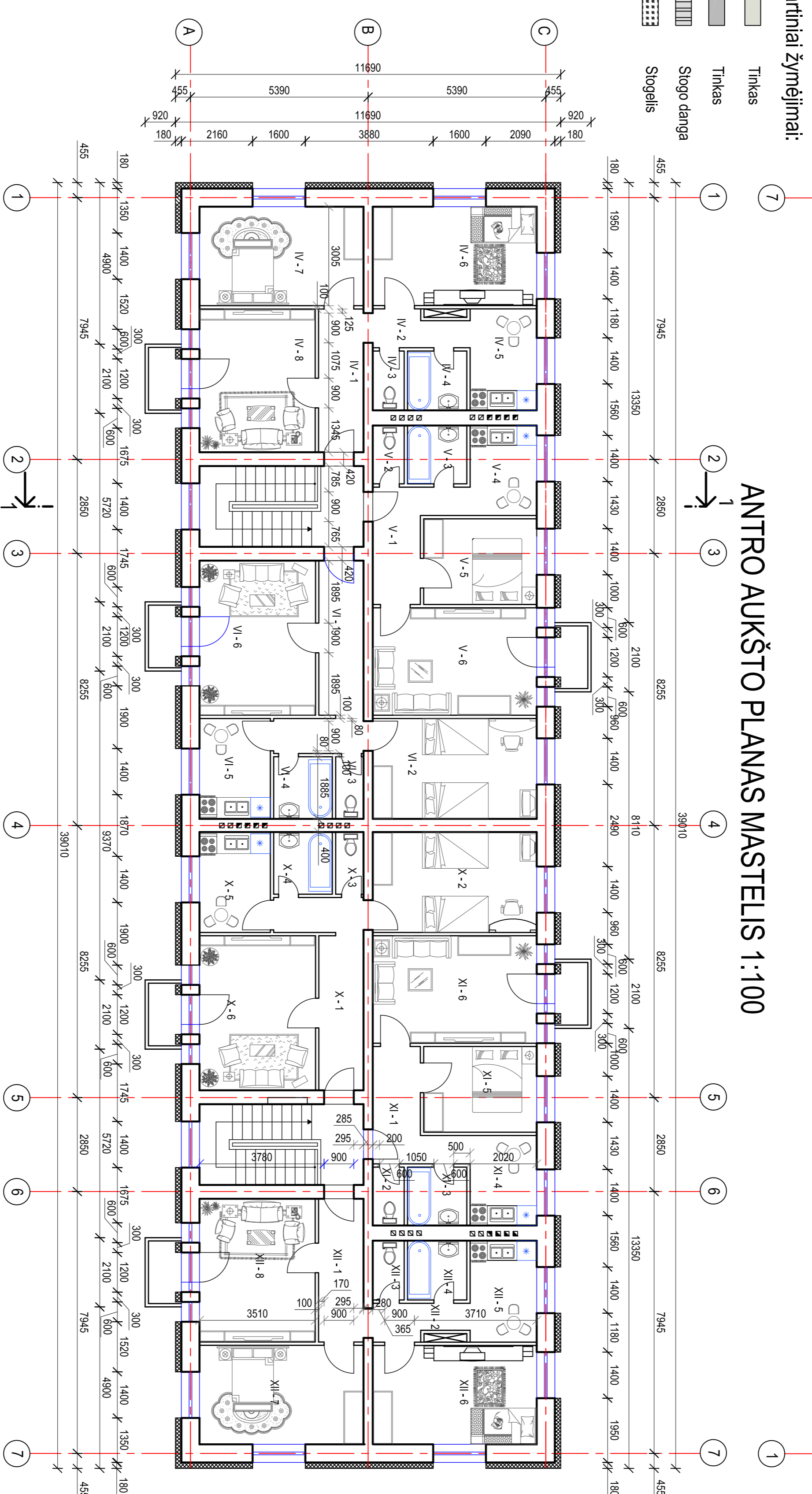
FASADAS 7-1 MASTELIS 1:100



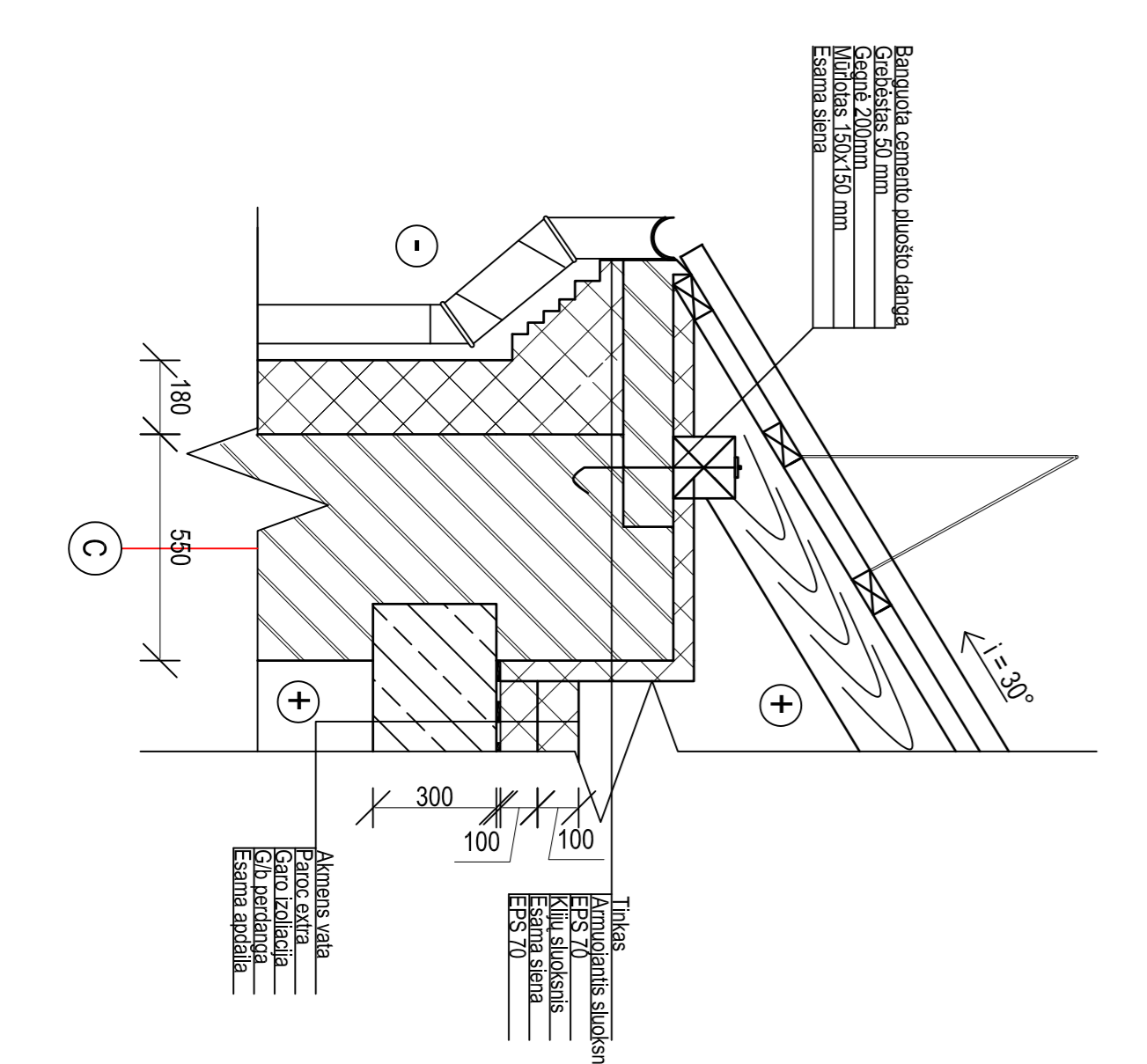
PJŪVIS 1-1 MASTELIS 1:50



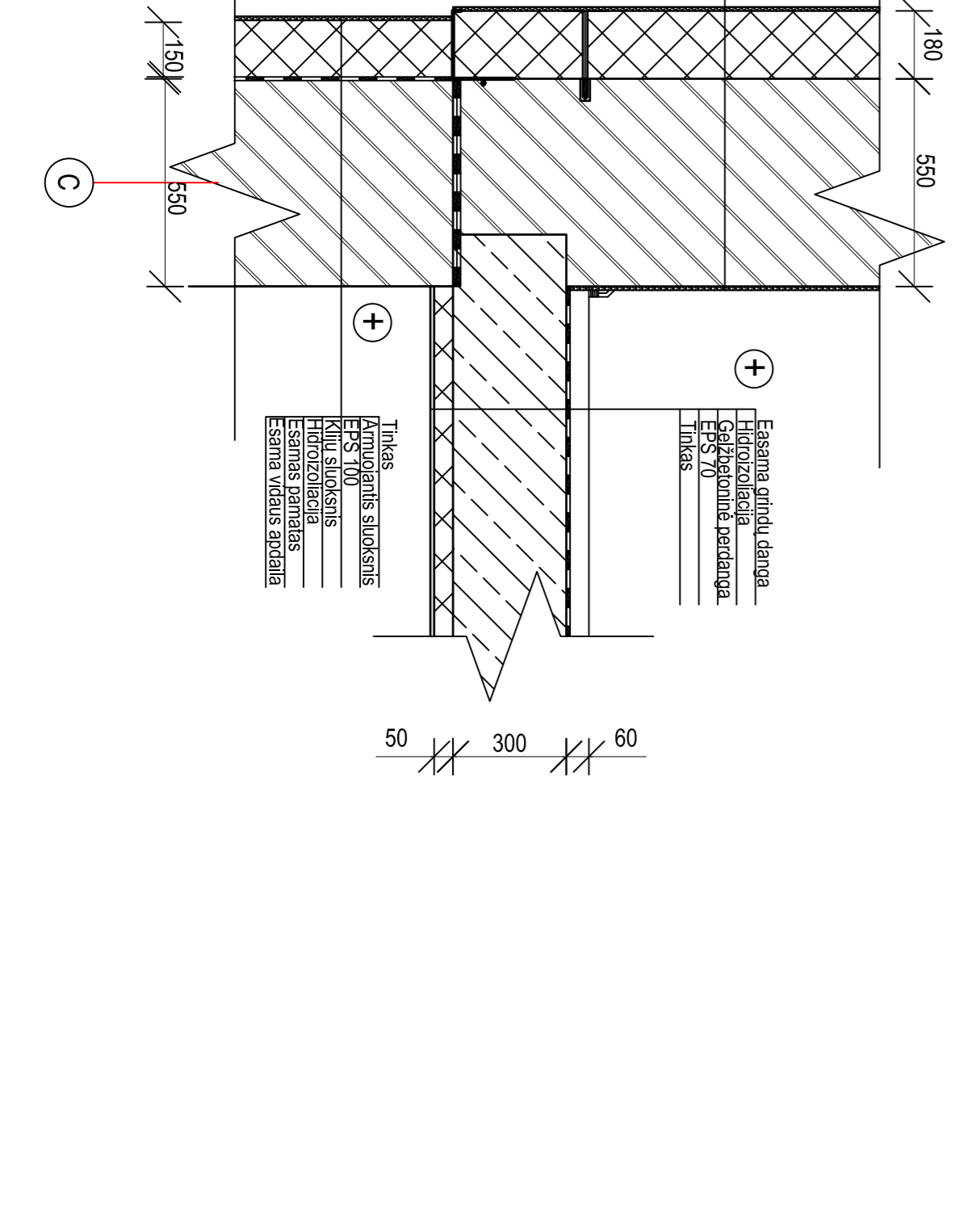
ANTRO AUKŠTO PLANAS MASTELIS 1:100



MAZGAS "A" MASTELIS 1:15



MAZGAS "B" MASTELIS 1:15



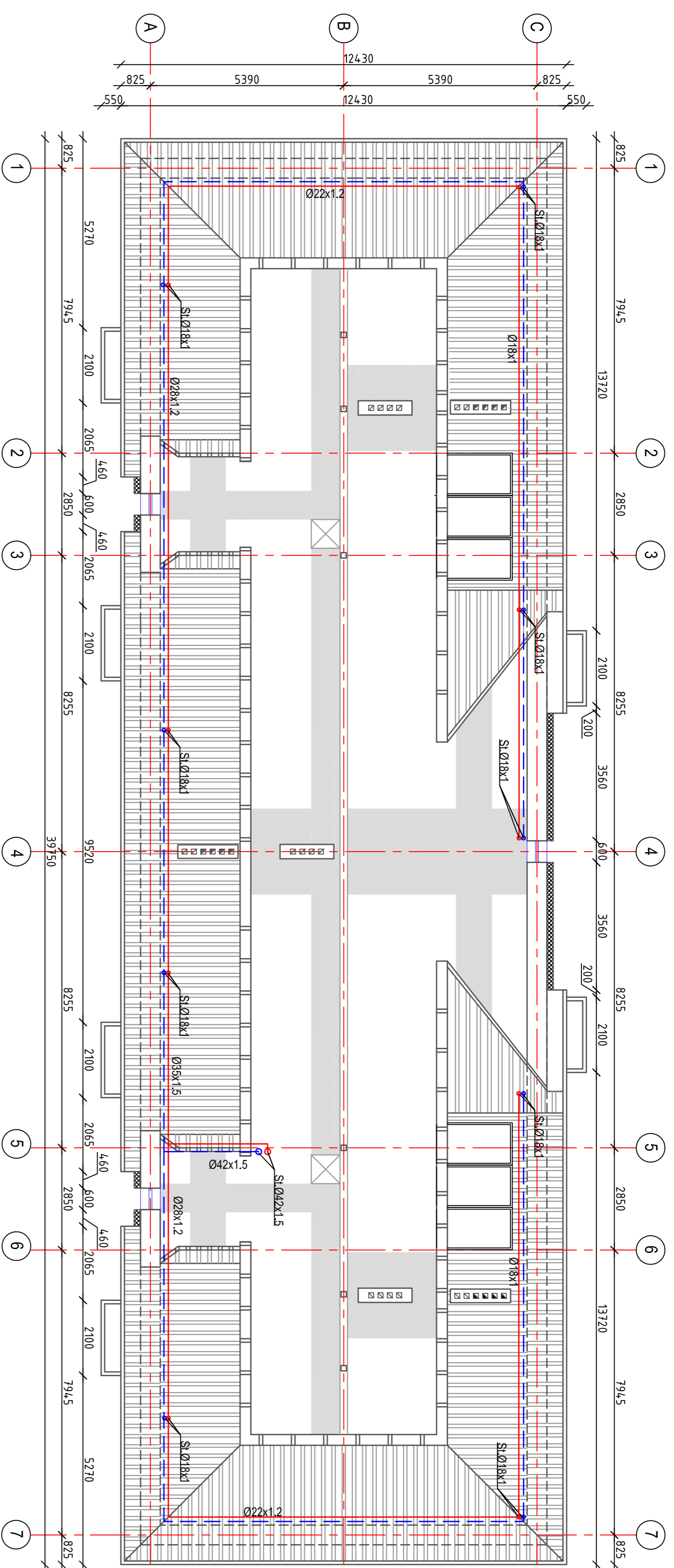
Patalpos Nr.	Patalpos pv.	Patalpos Nr.	Patalpos pv.	Plotas m ²
IV-1	Priekambartis	X-1	Priekambartis	9,42
IV-2	Priekambartis	X-2	Miegamasis	15,01
IV-3	WC	X-3	WC	1,51
IV-4	Vonia	X-4	Vonia	1,51
IV-5	Virtuvė	X-5	Virtuvė	3,22
IV-6	Miegamasis	X-6	Svetainė	6,41
IV-7	Miegamasis	XI-1	Priekambartis	16,08
IV-8	Svetainė	XI-2	WC	6,11
V-1	Priekambartis	XI-3	Vonia	1,59
V-2	WC	XI-4	Virtuvė	3,13
V-3	Vonia	XI-5	Miegamasis	9,13
V-4	Virtuvė	XI-6	Svetainė	15,87
V-5	Miegamasis	XII-1	Priekambartis	6,16
V-6	Svetainė	XII-2	WC	3,47
V-1	Priekambartis	XII-3	WC	1,56
V-2	Miegamasis	XII-4	Vonia	3,03
V-3	WC	XII-5	Virtuvė	6,93
V-4	Vonia	XII-6	Miegamasis	14,40
V-5	Virtuvė	XII-7	Miegamasis	15,31
V-6	Svetainė	XII-8	Svetainė	15,68
VI buto plotas				51,65
V buto plotas				41,06
VI buto plotas				66,56
Bandras buto plotas				329,13

Patalpos Nr.	Patalpos pv.	Patalpos Nr.	Patalpos pv.	Plotas m ²
IV-1	Priekambartis	X-1	Priekambartis	9,42
IV-2	Priekambartis	X-2	Miegamasis	15,01
IV-3	WC	X-3	WC	1,51
IV-4	Vonia	X-4	Vonia	1,51
IV-5	Virtuvė	X-5	Virtuvė	3,22
IV-6	Miegamasis	X-6	Svetainė	6,41
IV-7	Miegamasis	XI-1	Priekambartis	16,08
IV-8	Svetainė	XI-2	WC	6,11
V-1	Priekambartis	XI-3	Vonia	1,59
V-2	WC	XI-4	Virtuvė	3,13
V-3	Vonia	XI-5	Miegamasis	9,13
V-4	Virtuvė	XI-6	Svetainė	15,87
V-5	Miegamasis	XII-1	Priekambartis	6,16
V-6	Svetainė	XII-2	WC	3,47
V-1	Priekambartis	XII-3	WC	1,56
V-2	Miegamasis	XII-4	Vonia	3,03
V-3	WC	XII-5	Virtuvė	6,93
V-4	Vonia	XII-6	Miegamasis	14,40
V-5	Virtuvė	XII-7	Miegamasis	15,31
V-6	Svetainė	XII-8	Svetainė	15,68
IV buto plotas				51,65
V buto plotas				41,06
VI buto plotas				66,56
Bandras buto plotas				329,13

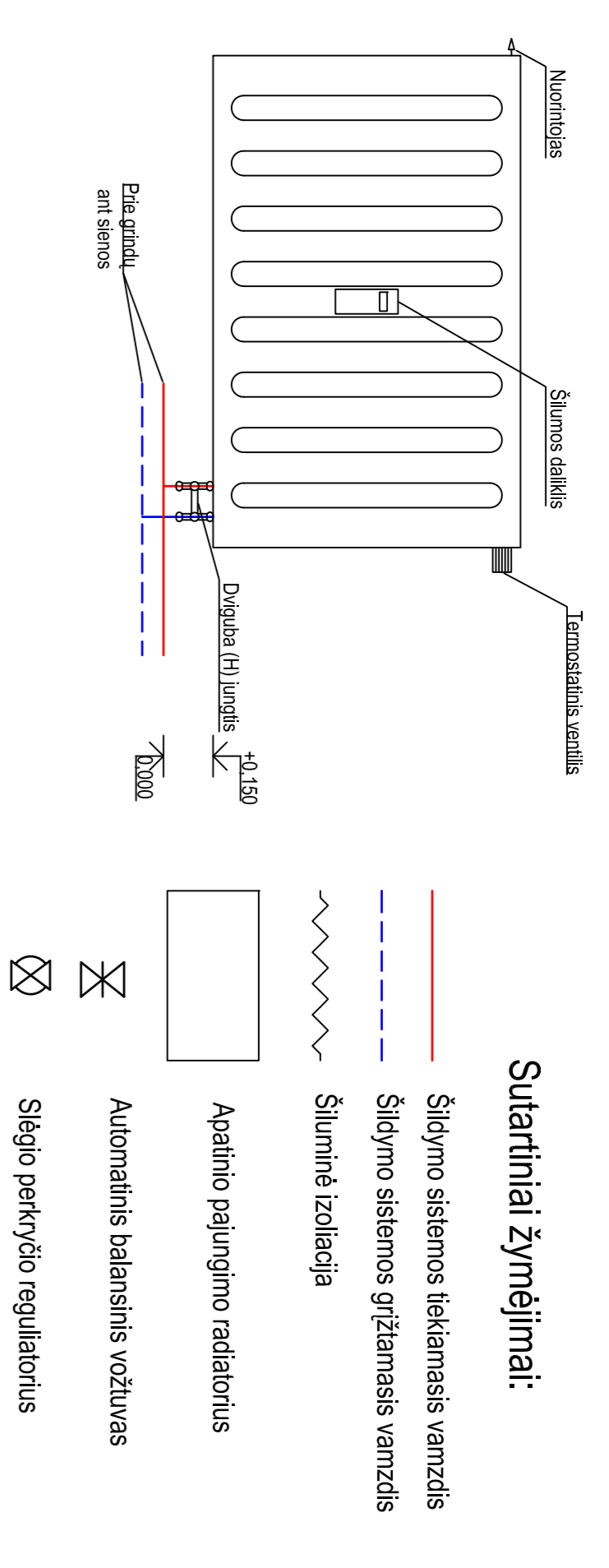
Grupė	Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPV-4	Sužadėjęs V.V. Vainauskas	Daugiabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų lydimas ir modernizavimas
	Vadovė: I. K. Benišienė	
	Konsult. G. Šušnytė	
	Konsult. I. Šturbaitis	
	Konsult.	
Pratėjęs		
MBD	Pastatų inžinerinių sistemų katedra	2015-MBD-PES-AR
	LT-51367 Studentų 48, Kaunas	Lapų 2
		Lapų 7

Grupė	Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPV-4	Sužadėjęs V.V. Vainauskas	Daugiabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų lydimas ir modernizavimas
	Vadovė: I. K. Benišienė	
	Konsult. G. Šušnytė	
	Konsult. I. Šturbaitis	
	Konsult.	
Pratėjęs		
MBD	Pastatų inžinerinių sistemų katedra	2015-MBD-PES-AR
	LT-51367 Studentų 48, Kaunas	Lapų 2
		Lapų 7

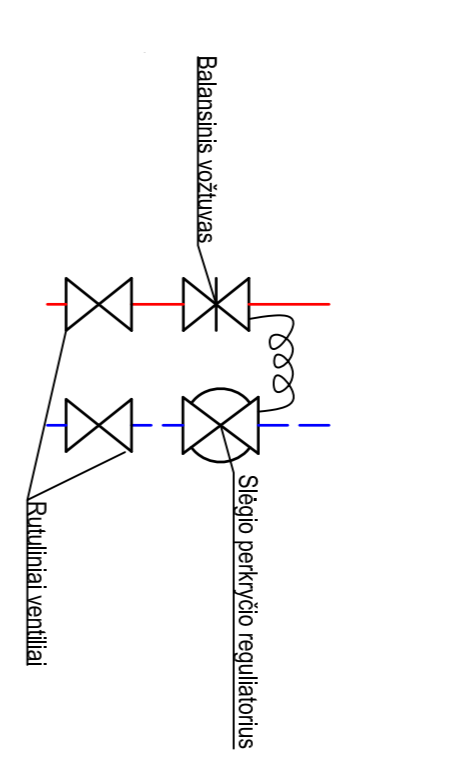
PAĖPĖS PLANAS MASTELIS 1:100



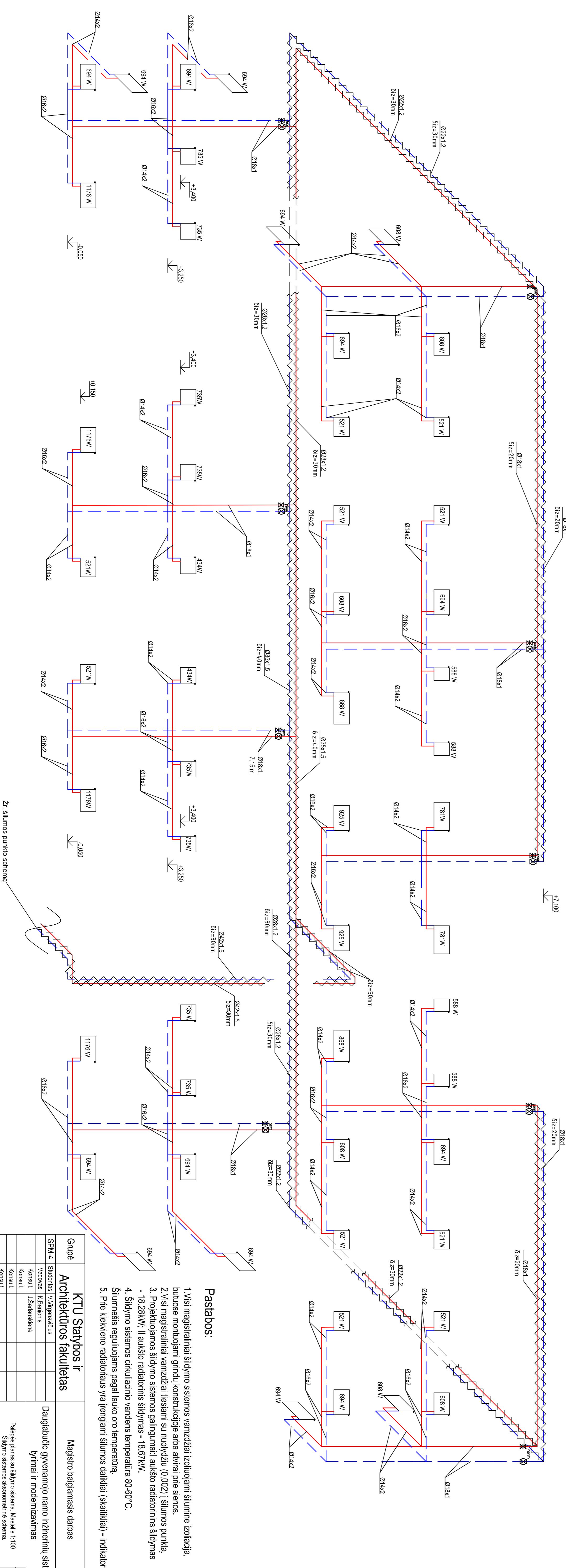
APATINIO PAJUNGIMO RADIATORIAUS MAZGAS



PRINCIPINĖ STOVŲ ARMATŪROS SCHEMA



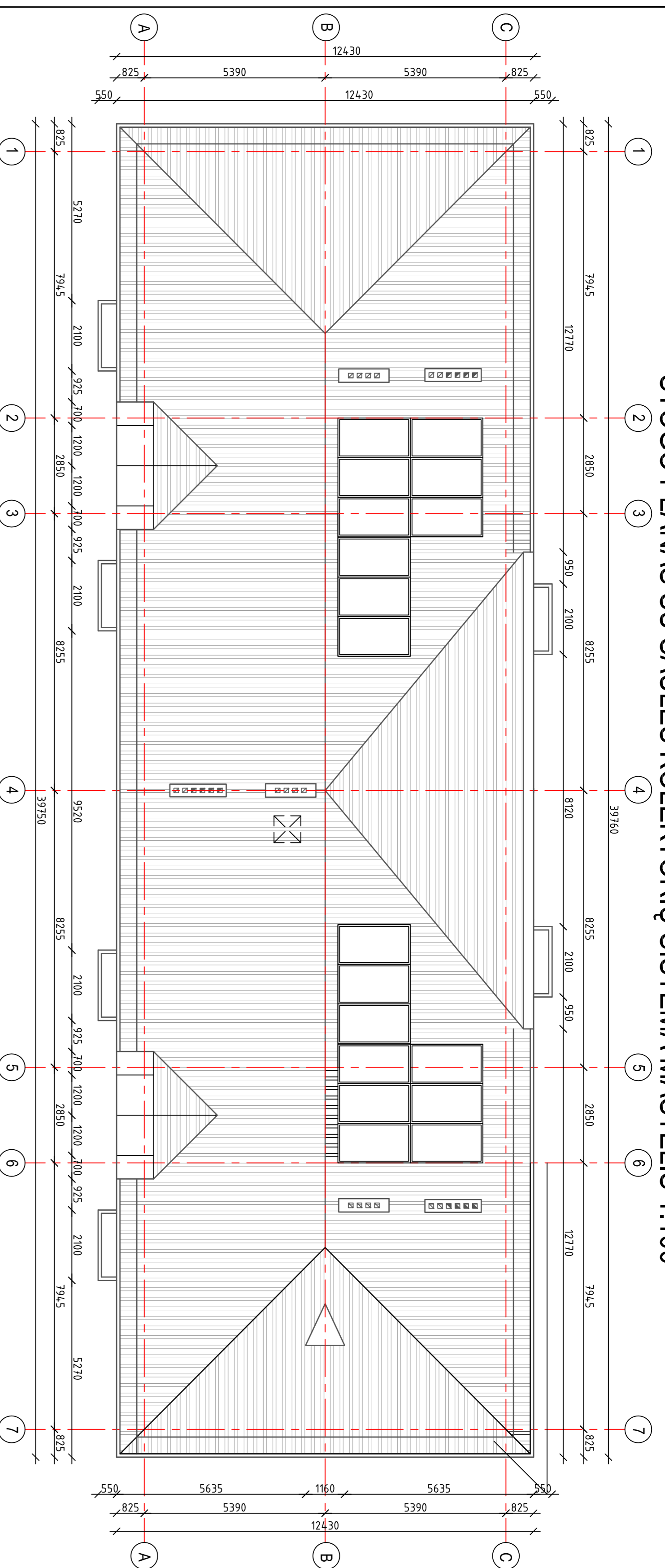
ŠILDYMO SISTEMOS AKSONOMETRINĖ SCHEMA



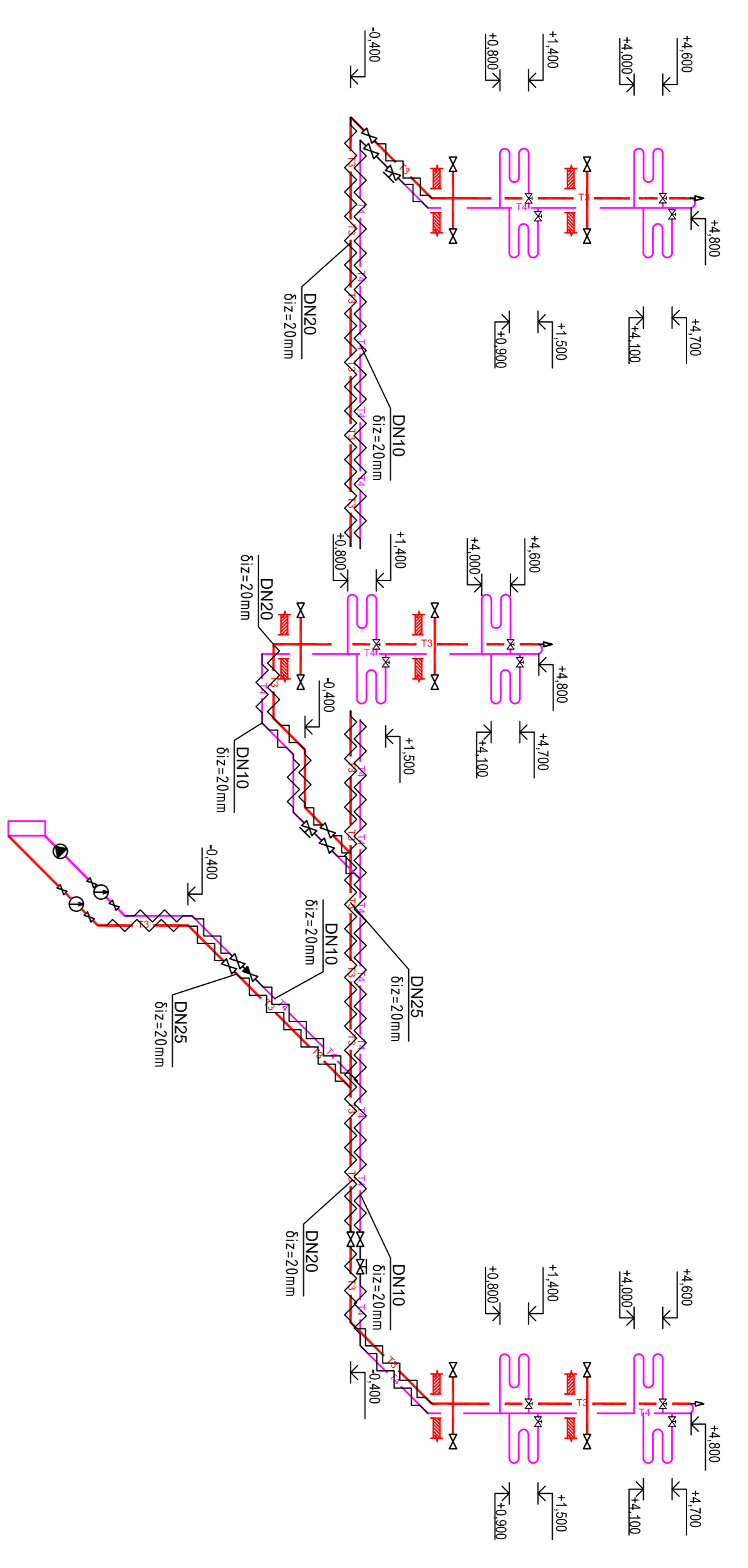
- Pastabos:**
1. Visi magistriniai šildymo sistemos vamzdziai izoliuojami šilumine izoliacija, butuose montuojami grindų konstrukcijoje arba akivairi prie sienos.
 2. Visi magistriniai vamzdziai tiesiami su nuolydžiu (0,002) į šilumos punktą.
 3. Projektuojamos šildymo sistemos galios suma: aukšto radiatorinis šildymas - 18,28kW; II aukšto radiatorinis šildymas - 18,67kW.
 4. Šildymo sistemos cirkuliacinio vandens temperatūra 80-90°C.
 5. Šilumėsis reguliuojamas pagal lauko oro temperatūrą.
 6. Šilumėsis radiatorius yra (rengiami) šilumos dalikliai (skaitikliai) - indikatoriai.

KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis darbas	
Grupė	SPV-4	Daugiabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų tyrimai ir modernizavimas	
Sudarytojas	Vytautas V. Vilkavainis	Paldies pažinai su šildymo sistema. Mastelis: 1:100	
Vadovas	K. Benionis	Šildymo sistemos aksonometrinė schema.	
Konst. I	J. Šeštokaitis	Laidis	
Konst. II		O	
Konst. III		Laidis	
Pr. redaktorius		Laidis	
MBD	Pastatų inžinerinių sistemų katedra LT-51367 Studentų 48, Kaunas	2015-MBD-PES-ŠV	
		Lapais	4
		Lapų	7

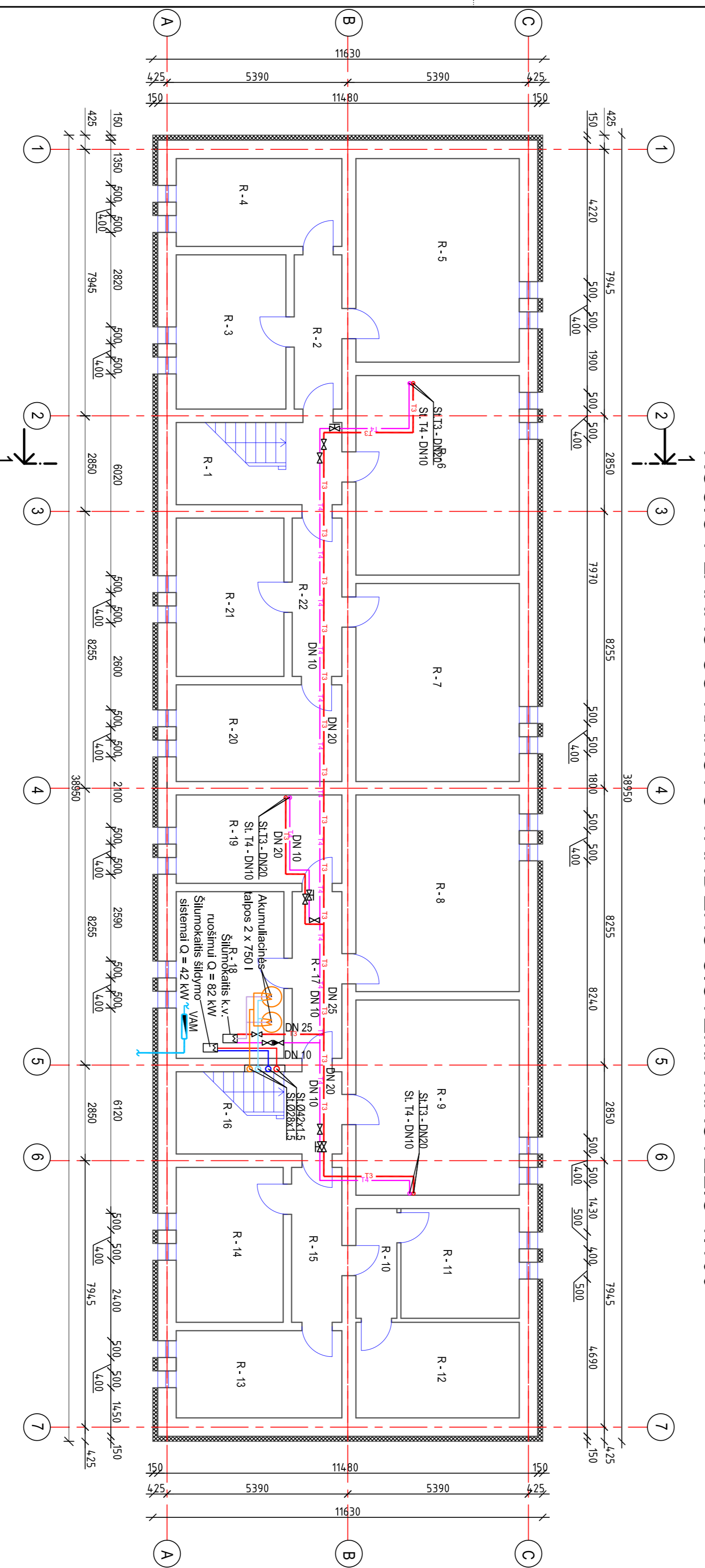
STOGO PLANAS SU SAULĖS KOLEKTORIŲ SISTEMA MASTELIS 1:100



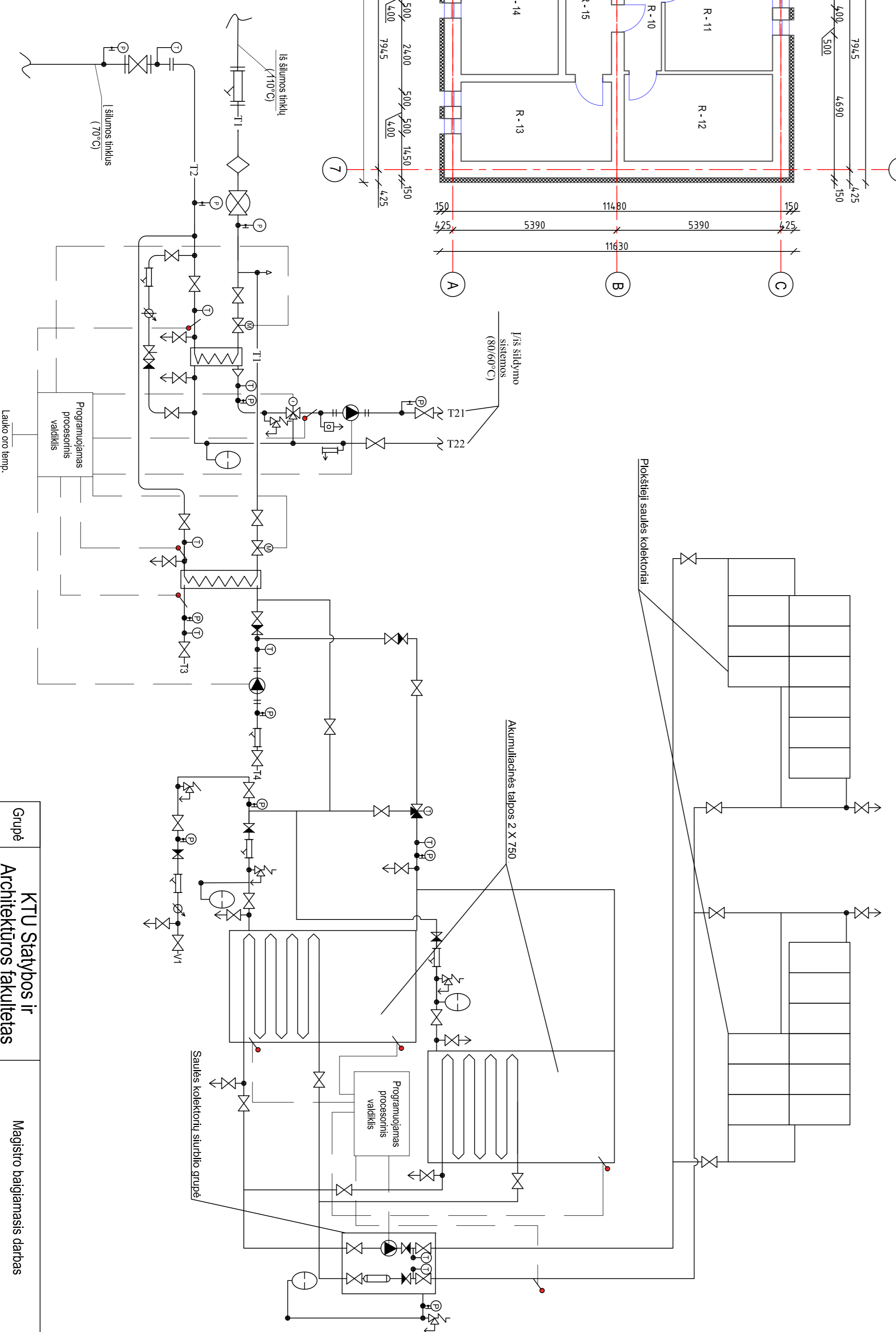
KARŠTO VANDENTIEKIO AKSONOMETRINĖ SCHEMA



RŪŠIO PLANAS SU KARŠTO VANDENS SISTEMA MASTELIS 1:100



ŠILUMOS PUNKTO SCHEMA



Sutartiniai žymėjimai:

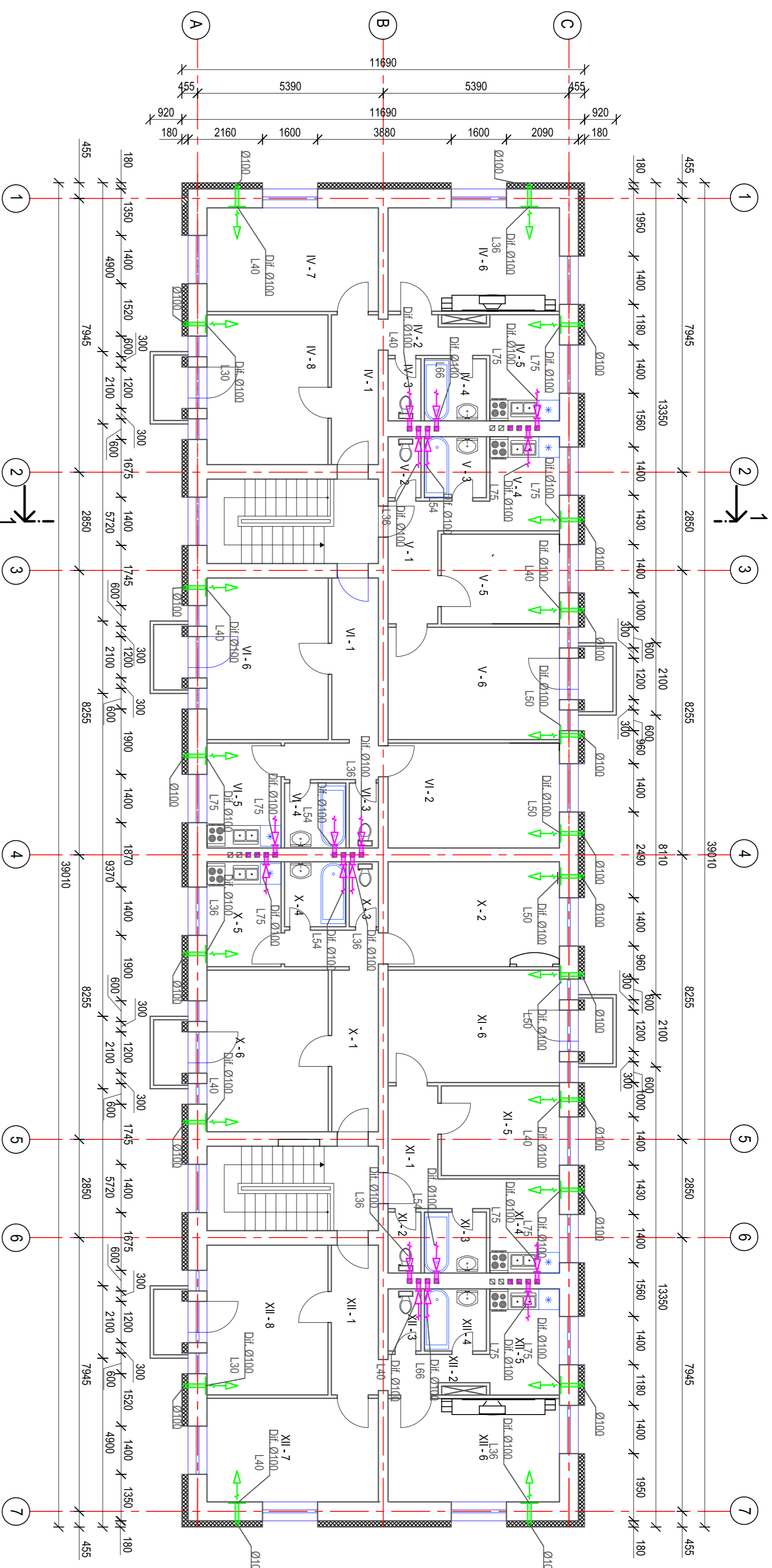
- ⊠ Regulatorius su elektrine pavara
- ⊠ Rutulinė rankinio valdymo sklendė
- ⊠ Stiegio perkėvio regulatorius
- ⊠ Balansinis vožtuvas
- ⊠ Apsauginis vožtuvas
- ⊠ Atbulinis vožtuvas
- ⊠ Purno dalelių atskirtuvas
- ⊠ Mikro burbuliukų atskirtuvas
- ⊠ Filtras
- Temperatūros jutiklis
- ⊠ Termosistatinis balansinis ventilis
- ◇ Šilumos skaitiklis
- ⊠ Šilumos nuotruhuvas
- ⊠ Manometras
- ⊠ Termometras
- ⊠ Automatinis šilumos papildymo reduktorius, su atbuliniu vožtuvu
- ⊠ Šildymo sistemos papildymo skaitiklis
- ⊠ Flansinė rutulinė rankinio valdymo sklendė
- ⊠ Šilumokalis
- ⊠ Trikampis paraišymo vožtuvas su el. pavara
- ⊠ Išspjėtimo indas

- T3 — Karšto vandentiekis
- T4 — Reakuliacinė linija
- Akumuliacinė talpa
- Šiluminė izoliacija
- Saulės kolektorių sistemos vamzdis
- Saulės kolektorių sistemos vamzdis
- Vandens apskaitos mazgas
- Šaltas vandentiekis

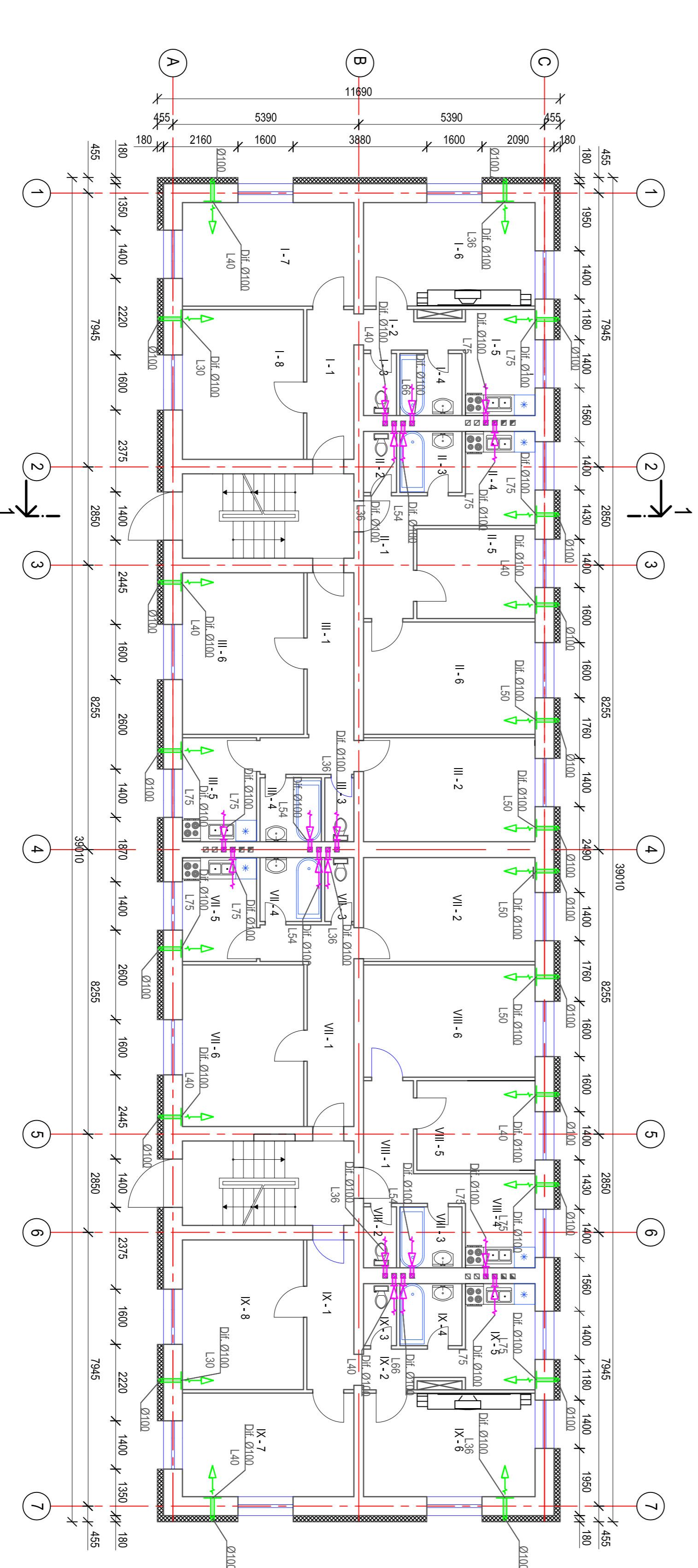
Patalpų eksplikacija			
Patalpos Nr.	Ploia p.v.	Patalpos Nr.	Ploia p.v.
R-1	Lapinė 12,08	R-12	Sandėlis 14,06
R-2	Koridorius 6,79	R-13	Sandėlis 12,74
R-3	Sandėlis 14,81	R-14	Sandėlis 14,95
R-4	Sandėlis 12,94	R-15	Koridorius 7,08
R-5	Sandėlis 29,62	R-16	Lapinė 12,01
R-6	Sandėlis 29,16	R-17	Koridorius 7,02
R-7	Sandėlis 29,37	R-18	Šilumos punktas 15,50
R-8	Sandėlis 28,71	R-19	Sandėlis 12,84
R-9	Sandėlis 28,75	R-20	Sandėlis 14,85
R-10	Sandėlis 11,77	R-21	Sandėlis 15,15
R-11	Koridorius 3,98	R-22	Koridorius 6,91

Grupė	Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPM-4	Studentas V.Vilgavaičius	Daugjaučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų ypatumai ir modernizavimas
	Vadovė: K.Banaitis	
	Konsult. J.Sedulskaitė	
	Konsult.	
	Konsult.	
Pratėpus		Šioje ir rūšio planai su karšto vandentiekio sistema, karšto vandentiekio aksonometrija ir šilumos punkto schema.
MBD	Pastatų energinių sistemų katedra	2015-MBD-PES-ŠV
	LT-51367 Studentų 48, Kaunas	Lapų 5
		Lapų 7

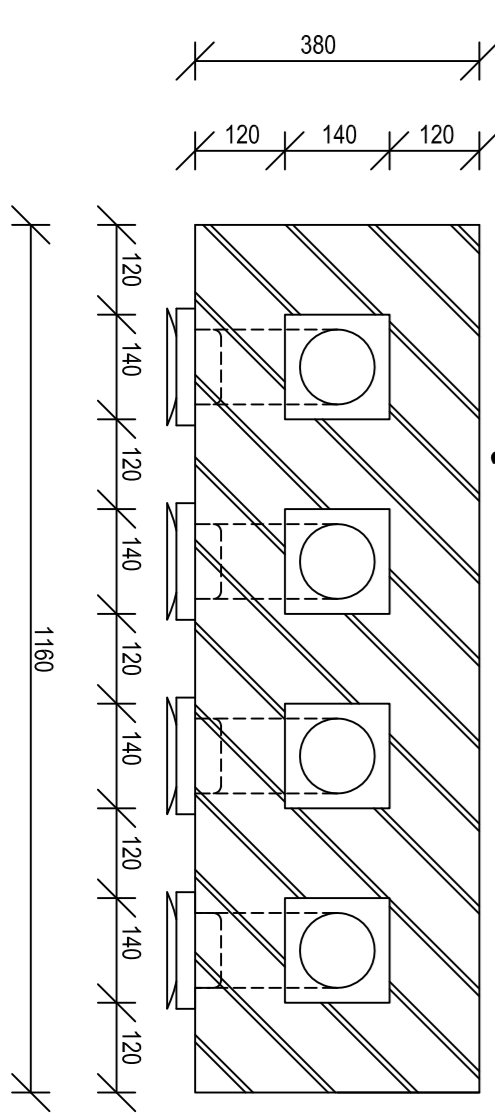
ANTRO AUKŠTO PLANAS SU VĒDINIMO SISTEMA MASTELIS 1:100



PIRMO AUKŠTO PLANAS SU VĒDINIMO SISTEMA MASTELIS 1:100



VĒDINIMO KANALŪ SKERSPJŪVIS MASTELIS 1:10



- Oro šalinimo difuzorius
- Oro tiekimo difuzorius
- Oro tiekimo ortakis
- Oro šalinimo ortakis

Sutartiniai žymėjimai

II a. Pataipų eksplikacija

Pataipos Nr.	Pataipos pv.	Tiekiamo oro kiekis m³	Šalinamo oro kiekis m³	Pataipos Nr.	Pataipos pv.	Tiekiamo oro kiekis m³	Šalinamo oro kiekis m³
IV-1	Priekambars	-	-	X-1	Priekambars	-	-
IV-2	Priekambars	-	-	X-2	Miegamasis	15,01	-
IV-3	WC	-	40	X-3	WC	-	36
IV-4	Vonija	-	66	X-4	Vonija	-	54
IV-5	Virtuvė	75	75	X-5	Virtuvė	75	75
IV-6	Miegamasis	36	-	X-6	Svetainė	16,08	-
IV-7	Miegamasis	40	-	X-1-1	Priekambars	-	-
IV-8	Svetainė	30	-	X-1-2	WC	-	36
V-1	Priekambars	-	-	X-1-3	Vonija	-	54
V-2	WC	-	36	X-1-4	Virtuvė	75	75
V-3	Vonija	-	54	X-1-5	Miegamasis	50	-
V-4	Virtuvė	75	75	X-1-6	Svetainė	40	-
V-5	Miegamasis	50	-	X-1-1	Priekambars	-	-
V-6	Svetainė	40	-	X-1-2	Priekambars	-	-
VI-1	Priekambars	-	-	X-1-3	WC	-	36
VI-2	Miegamasis	50	-	X-1-4	Vonija	-	54
VI-3	WC	-	36	X-1-5	Virtuvė	75	75
VI-4	Vonija	-	54	X-1-6	Miegamasis	14,40	-
VI-5	Virtuvė	75	75	X-1-7	Miegamasis	15,31	-
VI-6	Svetainė	40	-	X-1-8	Svetainė	15,68	-

I a. Pataipų eksplikacija

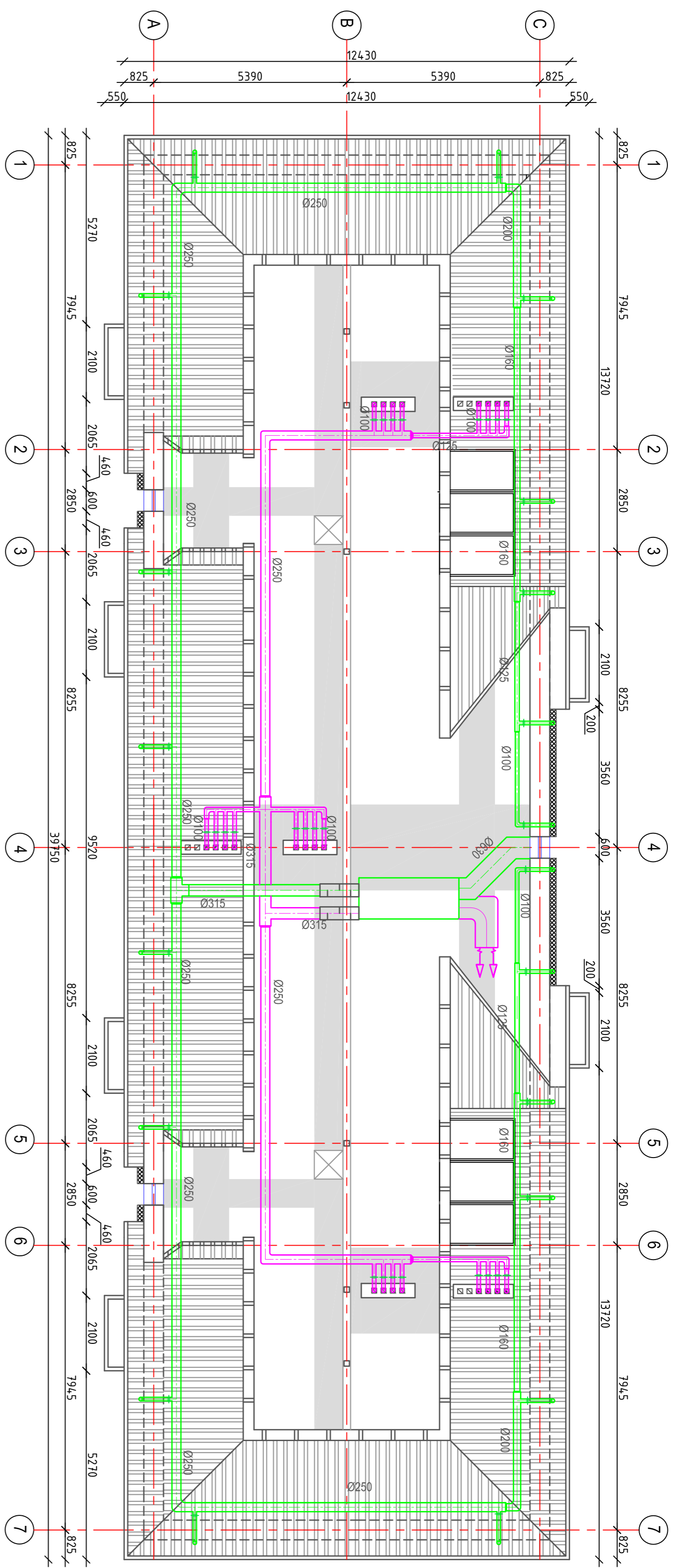
Pataipos Nr.	Pataipos pv.	Tiekiamo oro kiekis m³	Šalinamo oro kiekis m³	Pataipos Nr.	Pataipos pv.	Tiekiamo oro kiekis m³	Šalinamo oro kiekis m³
I-1	Priekambars	-	-	VII-1	Priekambars	-	-
I-2	Priekambars	-	-	VII-2	Miegamasis	15,01	-
I-3	WC	-	40	VII-3	WC	-	36
I-4	Vonija	-	66	VII-4	Vonija	-	54
I-5	Virtuvė	75	75	VII-5	Virtuvė	75	75
I-6	Miegamasis	36	-	VII-6	Svetainė	16,08	-
I-7	Miegamasis	40	-	VII-1	Priekambars	-	-
I-8	Svetainė	30	-	IX-2	WC	-	36
II-1	Priekambars	-	-	IX-3	Vonija	-	54
II-2	WC	-	36	IX-4	Virtuvė	75	75
II-3	Vonija	-	54	IX-5	Miegamasis	50	-
II-4	Virtuvė	75	75	IX-6	Svetainė	40	-
II-5	Miegamasis	40	-	IX-1	Priekambars	-	-
II-6	Svetainė	50	-	IX-2	Priekambars	-	-
III-1	Priekambars	-	-	IX-3	WC	-	36
III-2	Miegamasis	50	-	IX-4	Vonija	-	54
III-3	WC	-	36	IX-5	Virtuvė	75	75
III-4	Vonija	-	54	IX-6	Miegamasis	14,40	-
III-5	Virtuvė	75	75	IX-7	Miegamasis	15,31	-
III-6	Svetainė	40	-	IX-8	Svetainė	15,68	-

Pastabos:

1. Tose vietose, kuriose ortakai kerta perdangas, sienas ir pertvaras, numatomi ugni sulaikantys vožtuvai.
2. Ortakai, keramių pastato atitvaras, turi būti dėkluose iš cinkuotos skardos. Dėklų diametras turi būti didesnis už ortako diametrą ne mažiau kaip 50mm. Tarpus tarp atitvaros ir dėklo, dėklo ir ortako užpildyti mineraline vata ir užsandarinti.
3. Šalinamo oro ortakai įleisti į pastatą esančius natūralius vėdinimo kanalus.
4. Ant atšakų kuriomis oras šalinamas iš virtuvės patalpų įrengiami stiegių juokštai ir oro srauto uždarymo sklendės su pavara.
5. Oro tiekimo ortakai montuojami prieš išorinių pastato sienų ir apdengiamų sienų šiluminę izoliaciją.

Grupė	Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPM-4	Studentai V. Vagneravičius	Daugiabučio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų tyrimai ir modernizavimas Aukštų planai su vėdinimo sistema. Mastelis 1:100
	Vadovai: R. Rabinavičius	
	Konst. J. Šeštas	
	Konst. M. Šeštas	
MBD	Pastatų inžinerinių sistemų katedra LT-51367 Studentų 48. Kaunas	2015-MBD-PES-ŠV
		Lapų 6
		Lapų 7

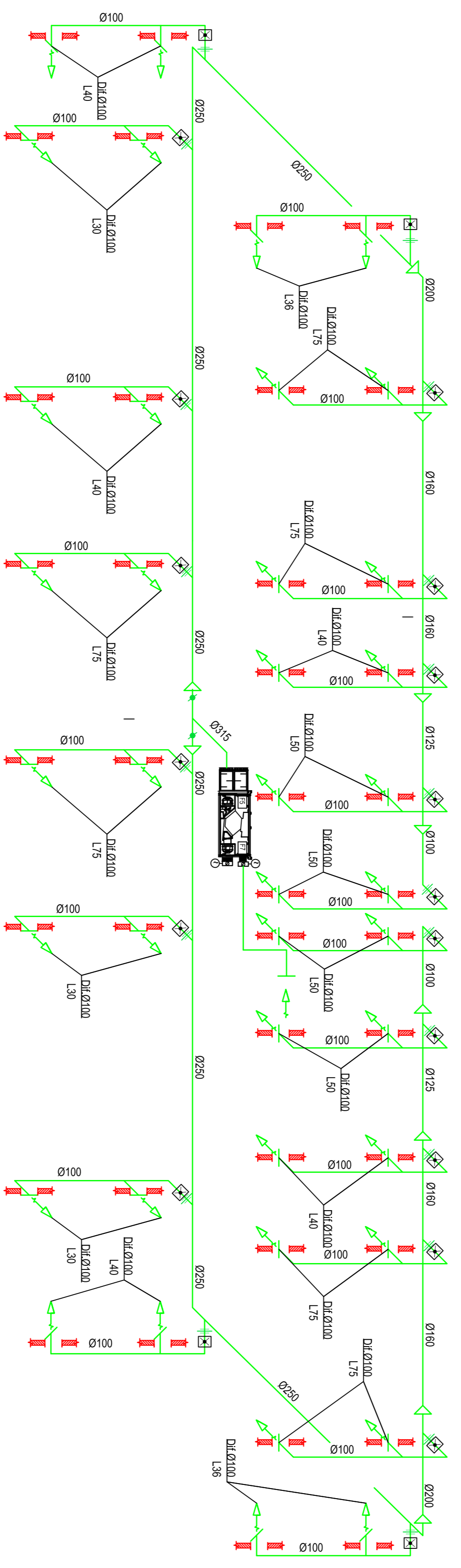
PALĖPĖS PLANAS SU VĒDINIMO SISTEMA MASTELIS 1:100



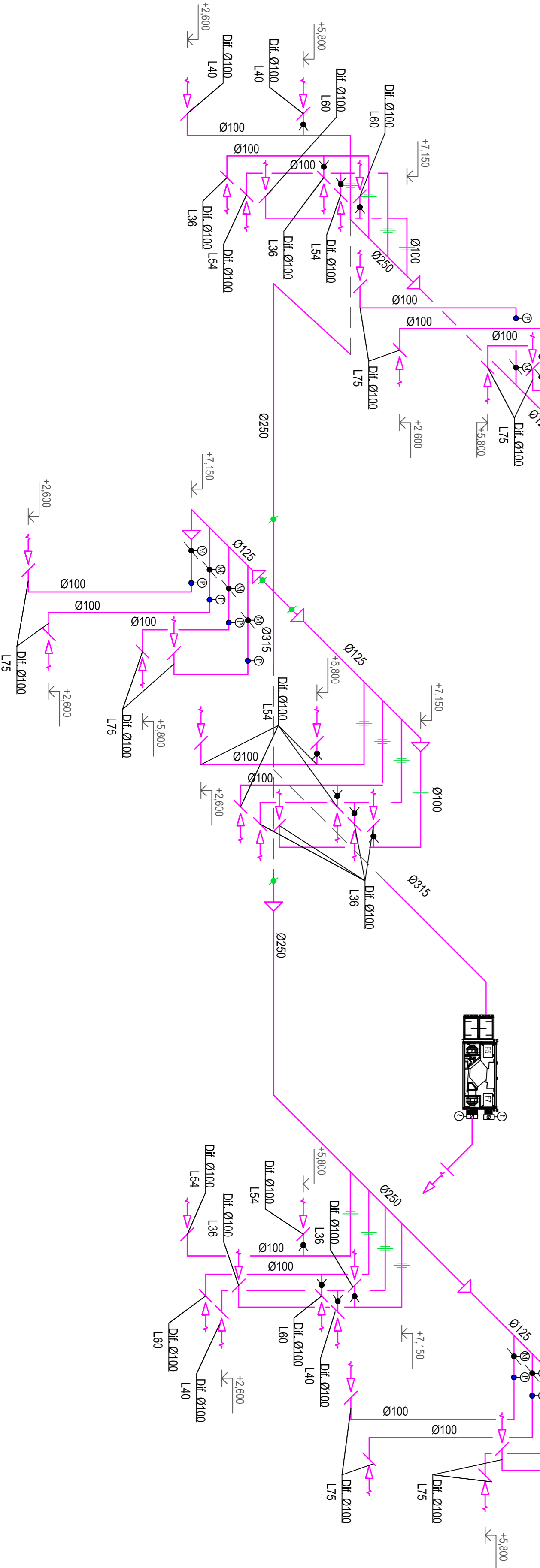
Sutarfinaai žymėjimai:

- 1 Oro tiekimo-šalinimo įrenginys
- 2 - lauko oro pėmimo vožtuvas valdomas elektros pavara
- 3 - oro valymo filtras
- 4 - rekuperatorius - plėkštelinis
- 5 - ventilatorius
- 6 - oro valymo filtras
- 7 - ventiliatorius
- 8 - oro šnektinio vožtuvas su el. pavara
- 9 Ortakas
- 10 Oro srutuo reguliavimo sklendė
- 11 Oro srutuo reguliavimo ir malavimo sklendė
- 12 Adbūnė traukos sklendė
- 13 Ugnies vožtuvas su išsilydantiu elementu
- 14 Trūkimo slopintuvas
- 15 Oro srutuo uždarymo sklendė su el. pavara
- 16 Ortakio pravedimas per sieną ar stogą
- 17 Ortakio altitudė: apvalus - ašies
- 18 Ortakio diametro paskelimas - pereinimas
- 19 Oro slėgio jutiklis
- 20 Oro šalinimo difuzorius
- 21 Oro tiekimo difuzorius
- 22 Oro tiekimo ortakis
- 23 Oro šalinimo ortakis

ORO TIEKIMO SISTEMOS AKSONOMETRINĖ SCHEMA



ORO ŠALINIMO SISTEMOS AKSONOMETRINĖ SCHEMA



Pastabos:

1. Tose vietose, kuriose ortakiai kerta perdangas, sienas ir pertvaras, numatomi ugni sulaikantys vožtuvai.
2. Ortakiai, kertantys pastato atkvaras, turi būti dėkluose iš cinkuotos skardos. Dėklų diametras turi būti didesnis už ortakio diametrą ne mažiau kaip 50mm. Tarpus tarp atkvaros ir dėklo, dėklo ir ortakio užpildyti mineraline vata ir užsandarinti.
3. Saitnamo oro ortakiai įleidžiami į pastate esančius natūralaus vėdinimo kanalus.
4. Ani atšakų kurioms oras šalinamas iš virtuvės patalpų, įrengiami slėgio jutikliai ir oro srutuo uždarymo sklendės su pavara.
5. Oro tiekimo ortakiai montuojami prie išorinių pastato sienų ir apdengiami sienų šiluminio izoliacija.

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis darbas
SPM-4	Suaukštinti Vytoriaus vidurinė mokykla	Daugiabutio gyvenamojo namo inžinerinių sistemų ymūnai ir modernizavimas
Vadovė	K. Banišius	
Konsult.	J. Šeškus	
Konsult.	K. Šeškus	
Pr. redaktorius	Konsult.	
BBD	Pastatų inžinerinių sistemų katedra	2015-MBD-PES-ŠV
	LT - 51367 Studentų 48, Kaunas	Lapų 7
		Lapų 7