



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Povilas Bolys

BEKANALIŲ ASMENINIŲ VĖDINIMO SISTEMŲ TYRIMAI

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Prof. dr. Andrius Jurelionis

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas
(parašas) Prof. dr. Tadas Ždankus
(data)

BEKANALIŲ ASMENINIŲ VĖDINIMO SISTEMŲ TYRIMAI

Baigiamasis magistro projektas
Pastatų inžinerinės sistemos (kodas M6056N21)

Vadovas

(parašas) Prof. dr. Andrius Jurelionis
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Lina Šeduikytė
(data)

Projektą atliko

(parašas) Povilas Bolys
(data)

KAUNAS, 2017

Projektą atliko SPM-5 gr. studentas:

Povilas Bolys

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Ekonominė dalis

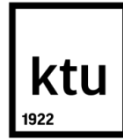
vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

vardas, pavardė

parašas, data



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS

(Fakultetas)

Povilas Bolys

(Studento vardas, pavardė)

Pastatų inžinerinės sistemos, M6056N21

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Bekanalų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. sausio 13 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Povilo Bolio**, baigiamasis projektas tema „Bekanalų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

TURINYS

TURINYS.....	8
NAUDOJAMI SUTRUMPINIMAI	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS	10
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	10
PRIEDŲ SĄRAŠAS.....	12
ĮVADAS	13
2. MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO TIRIAMOJI DALIS	14
2.1 Sistemos apžvalga.....	14
2.2 Eksperimentas.....	23
2.2.1 Patalpos ir įrenginių charakteristikos, pagrindiniai matavimų taškai	23
2.2.2 Kompiuterinis modeliavimas	24
2.2.3 Palyginimas ir alternatyvus variantas.....	31
2.3 Apibendrinimas.....	35
3. MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO PROJEKTINĖ DALIS.....	37
3.1 Kompiuterinių skaičiavimų ir bandymo rezultatų palyginimas.....	37
3.2 Tiriamosios DPV sistemos pritaikymas projektuojam atviro plano biuro patalpų pastate.....	38
3.3 Aiškinamasis raštas.....	39
3.4 Pastato vietovės klimato duomenys bei patalpų mikroklimatas ir jo palaikymo sistemos.....	41
3.4.1 Pastato statybos vietovės klimato duomenys	41
3.4.2 Pastato mikroklimatas ir jo palaikymo sistemos	41
3.4.3 Pastato savitieji šilumos nuostoliai	42
3.4.4 Patalpų mikroklimato palaikymo sistemų projektinės galios.....	43
3.5 Pastato vidaus patalpų mikroklimato sistemų projektavimas.....	45
3.5.1 Pastato vėdinimo sistemų projektavimas	45
3.5.2 Pastato vėsinimo sistemos projektavimas	50
3.5.3 Pastato šildymo sistemos projektavimas	53
3.6 Ekonominis skaičiavimas	56
IŠVADOS.....	58
LITERATŪRA	60
PRIEDAI	61

Naudojami sutrumpinimai

DPV – bekanalė asmeninio vėdinimo sistema

DV – Išstumiamasis vėdinimas

MV – sumaišomasis vėdinimas

PAQ – juntamąją oro kokybę

CFD – skaitinė fluidų dinamika

PMV – nuspėjamas vidutinis vertinimas

ppm – milijoninė dalis

STR – statybos techninis reglamentas

RSN – respublikos statybos normos

HN – higienos normos

S – išorinė siena

GG – grindys ant grunto

St – stogas

L – langai

D – durys

ŠV – šiaurės vakarai

R – rytai

PR – pietryčiai

V – vakarai

PI – mechaninė oro tiekimo–šalinimo sistema

I – mechaninė oro šalinimo sistema

NI – natūrali oro šalinimo sistema

Lentelių sąrašas

Lentelė 3.1. Pastato patalpų projektinių parametru suvestinė.....	42
Lentelė 3.2. Pastato patalpų šilumos nuostolių per atitvaras suvestinė.....	42
Lentelė 3.3. Pastato patalpų šilumos nuostolių per ilginius šiluminius tiltelius suvestinė. ..	43
Lentelė 3.4. Pastato patalpų šilumos nuostolių dėl infiltracijos suvestinė.	43
Lentelė 3.5. Pastato mechaninio vėdinimo sistemų tiekiamo oro šildymui reikiamo šilumos kiekio suvestinė.	44
Lentelė 3.6. Pastato vėsinimo galios poreikis darbo dienos metu.....	44
Lentelė 3.7. Aerodinaminis oro tiekimo sistemos skaičiavimo suvestinė. PI-1 sistemai.	46
Lentelė 3.8. Aerodinaminis oro ištraukimo sistemos skaičiavimo suvestinė. PI-1 sistemai.	46
Lentelė 3.9. Vėdinimo sistemos medžiagų žiniaraštis. PI–1 sistemai.....	49
Lentelė 3.10. Patalpų vėsinimo sistemos galinių įrenginių parinkimo suvestinė.	52
Lentelė 3.11. Vėsinimo sistemos medžiagų žiniaraštis.....	52
Lentelė 3.12. Šildymo sistemos prietaisų ir perskaičiuotų šiluminių suvestinė.....	54
Lentelė 3.13. Ekonominis sistemų palyginimas.....	57

Paveikslų sąrašas

2.1 pav. Asmeninio bekanalio vėdinimo sistemos darbo vietoje modelis (<i>B. Halvonova ir A. K. Melikov 2009</i>).....	14
2.2 pav. Procentas darbuotojų nepatenkintų juntamąja oro kokybe darbo vietoje. (<i>M. Dalewski ir kt. 2012</i>)	15
2.3 pav. Procentas darbuotojų nepatenkintų šiluminiu komfortu darbo vietoje. (<i>M. Dalewski ir kt. 2012</i>)	15
2.4 pav. Procentas darbuotojų nepatenkintų oro judėjimu darbo vietoje. (<i>M. Dalewski ir kt. 2012</i>).....	15
2.5 pav. DPV sistemos įsiurbiamo oro užterštumas manekenu iškvepiamomis sekimo dujomis. (<i>B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010</i>).....	17
2.6 pav. Darbuotojų šiluminio komforto vertinimas. (<i>M. Dalewski ir kt. 2013</i>).....	19
2.7 pav. Darbuotojų juntamosios oro kokybės vertinimas. (<i>M. Dalewski ir kt. 2013</i>).....	20
2.8 pav. Darbo vietų išdėstymas patalpoje (<i>B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010</i>).....	21

2.9 pav. Eksperimentų patalpos išdėstymas (<i>B. Halvonova, A. K. Melikov 2010</i>).....	22
2.10 pav. Žmonių vaikščiojimo patalpoje vietos eksperimentų metu. (<i>B. Halvonova, A. K. Melikov 2010</i>).....	22
2.11 pav. Normalizuota sekimo dujų taršos koncentracija įkvėpiamame ore. (<i>B. Halvonova, A. K. Melikov 2010</i>).....	23
2.12 pav. 3D Grafinis modelio vaizdas.	24
2.13 pav. Grafinis modelio vaizdas.	25
2.14 pav. Skaičiavimų tinklelio parametrai.	25
2.15 pav. Maketo su skaičiavimų tinkleliu grafinis vaizdas.	26
2.16 pav. Iteracijų priklausomybė nuo liekamosios paklaidos.	27
2.17 pav. Temperatūrų verčių pasirinktuose stebėjimo taškuose priklausomybė nuo iteracijų skaičiaus.	27
2.18 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje DPV veikimo zonoje.	28
2.19 pav. CO ₂ koncentracijos kitimas patalpos pjūvyje.	29
2.20 pav. Judančio oro srauto izo-paviršių temperatūros, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2$ m/s.....	30
2.21 pav. Šiluminio komforto PMV rodiklis darbo vietose.....	30
2.22 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje, kai patalpa vėdinama DV būdu.	31
2.23 pav. CO ₂ koncentracijos kitimas patalpos pjūvyje, kai patalpa vėdinama DV būdu. ...	32
2.24 pav. Šiluminio komforto PMV rodiklis darbo vietose, kai patalpa vėdinama DV būdu.	32
2.25 pav. Judančio oro srauto izo-paviršių temperatūros, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,1$ m/s ir patalpa vėdinama DV būdu.....	33
2.26 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje, kai DPV oro tiekimo grotelės viršuje. ...	33
2.27 pav. CO ₂ koncentracijos kitimas patalpos pjūvyje, kai DPV oro tiekimo grotelės aukščiau.	34
2.28 pav. Šiluminio komforto PMV rodiklis darbo vietose, kai DPV oro tiekimo grotelės aukščiau.	34
2.29 pav. Judančio oro srauto izo-paviršių temperatūros, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2$ m/s ir DPV oro tiekimo grotelės aukščiau.	35
3.1 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje. Maketas pagal M. Dalewski (2014) atliktą eksperimentą.....	37

3.2 pav. 1-13 biuro patalpos modelis.....	38
3.3 pav. Principinis įrengiamos DPV sistemos arbo vietoje vaizdas.....	39
3.4 pav. Lėto judesio skirstytuvų tiekiamo oro izo-paviršius, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2$ m/s. Vaizdas iš viršaus.....	47
3.5 pav. Principinis vieno lėto judesio DV su numatomais DPV tiekuvais įrengimo vaizdas.	48
3.6 pav. Lėto judesio skirstytuvų tiekiamo padidėjusio oro kiekio izo-paviršius, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2$ m/s.Vaizdas iš viršaus.....	51
3.7 pav. Lyginamų sistemų derinių akumuliuojami pinigų srautai.	58

Priedų sąrašas

1 Priedas. „Pastato atitvarų savitųjų šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė.....“	62
2 Priedas. „Pastato savitųjų šilumos nuostolių ir projektinės šiluminės galios skaičiavimo suvestinė“.....“	64
3 Priedas. „Pastato mechaninių vėdinimo sistemų tiekiamo oro sušildymui reikiamos projektinės galios skaičiavimo suvestinė“	70
4 priedas. „Vėdinimo sistemos PI-1 vėdinimo įrenginio techninės charakteristikos“	72
5 Priedas. „Mechaninio vėdinimo sistemos PI-1 sąmata“	75
6 Priedas. „Pastato patalpų vėsinimo sistemos galinių įrenginių parinkimo suvestinė“	78
7 Priedas. „Vėsinimo įrenginio techninės charakteristikos“	79
8 priedas. „Pastato patalpų šildymo prietaisų parinkimo suvestinė“	80
9 priedas. „Šildymo ir vėdinimo sistemų šilumokaičių techninės charakteristikos“	81

ĮVADAS

Žmonės dirbdami didelėse biurų patalpose turi prisitaikyti prie visiems kuriamų vienodų mikroklimato sąlygų. Vis didėjant dėmesiui, skiriamam žmonių komfortui bei darbingumui, atsižvelgiama į vėdinimo sistemas. Ne visos sistemos gali užtikrinti komfortiškas darbo sąlygas kiekvienam žmogui. Kylanti problema – skirtingos, individualios žmonių komfortiškos aplinkos ribos. Skiriantis darbuotojų poreikiams nepakanka visose darbo vietose palaikyti vienodas sąlygas – reikalingi sprendimai padedantys pritaikyti kiekvieną darbo vietą prie darbuotojo poreikių. Žmogaus juntama oro kokybė, oro judėjimo greitis, kryptis bei temperatūra yra pagrindiniai parametrai, kuriuos reguliuojant galima padidinti pasitenkinimą darbo aplinkos sąlygomis.

Pagrindinis projekto tikslas - atlikti oro kokybės ir šiluminio komforto darbo vietoje tyrimą, įrengiant bekanales asmenines oro tiekimo sistemas (DPV) veikiančias su bendru patalpos vėdinimu išstumiamuoju būdu (DV), taikant kompiuterinį modeliavimą ir vadovaujantis aktualiais normatyviniais dokumentais suprojektuoti atviro plano biuro patalpų pastato vėdinimo sistemą pritaikant biuro patalpas DPV sistemoms bei šildymo ir vėsinimo sistemas, kurios užtikrintų efektyvų pasirinkto vėdinimo būdo veikimą visus metus.

Darbo uždaviniai:

atlikti literatūros apžvalgą ir įvertinti užsienio tyrėjų gautus tyrimų rezultatus;

atlikti DPV veikiančio su DV tyrimą modeliuojamoje patalpoje, įrengiant žmonių darbo vietas atsižvelgiant į atviro plano biuro patalpos aplinką, naudojant „Flovent 10.1“ modeliavimo programą;

palyginti DPV poveikį darbo žmonėms ir darbo aplinkai, įrengiant sistemos tiekuvą virš ir po darbo vietoje numatomo vaizduoklio, bei patalpą vėdinant tik DV būdu;

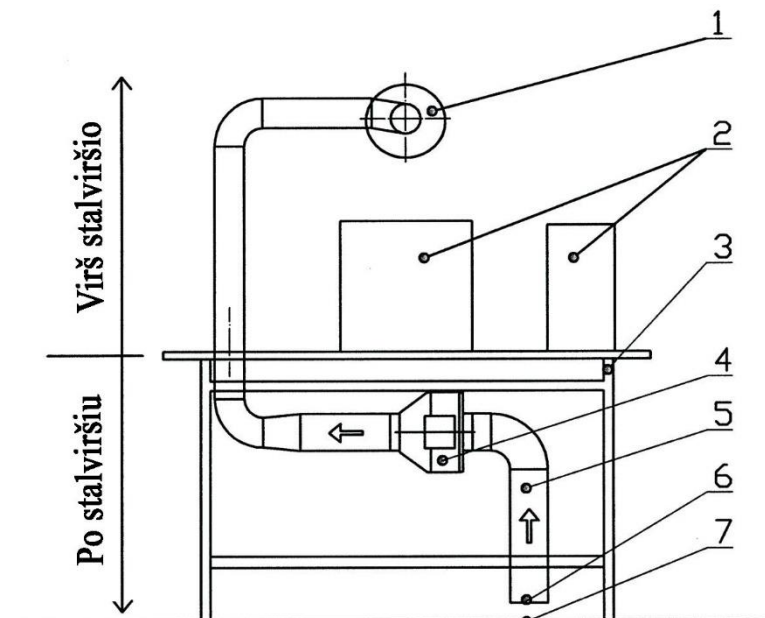
suprojektuoti DPV sistemas pritaikant atviro plano biuro darbo vietų išdėstymą patalpoje;

suprojektuoti šildymo ir vėsinimo sistemas, kurios užtikrintų efektyvų DPV sistemos veikimą šiltuoju ir šaltuoju metų laiku.

2. MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO TIRIAMOJI DALIS

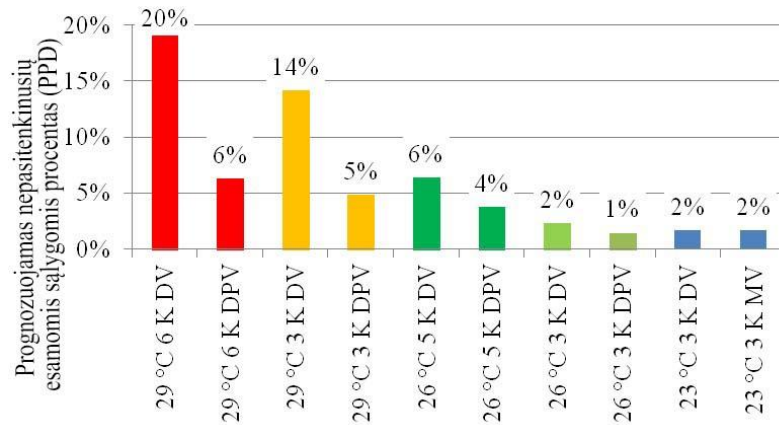
2.1 Sistemos apžvalga

DPV sistema susideda iš reguliuojamo oro kiekio ventiliatoriaus įrengto po darbo stalu, skirto individualiai reguliuoti švaraus tiekiamo oro kiekiui, triukšmo slopintuvų siekiant sumažinti ventiliatoriaus skleidžiamą triukšmo taršą, anglies pluošto filtro oro pravalymui nuo kietųjų dalelių, reguliuojamų (kreipiančiųjų) tiekiamo oro grotelių skirtų individualiai reguliuoti tiekiamo į darbo zoną švaraus oro kryptį (M. Dalewski ir kt. 2012). 2.1 pav. pateikiamas darbo vietos su įrengta DPV sistema principinis vaizdas.

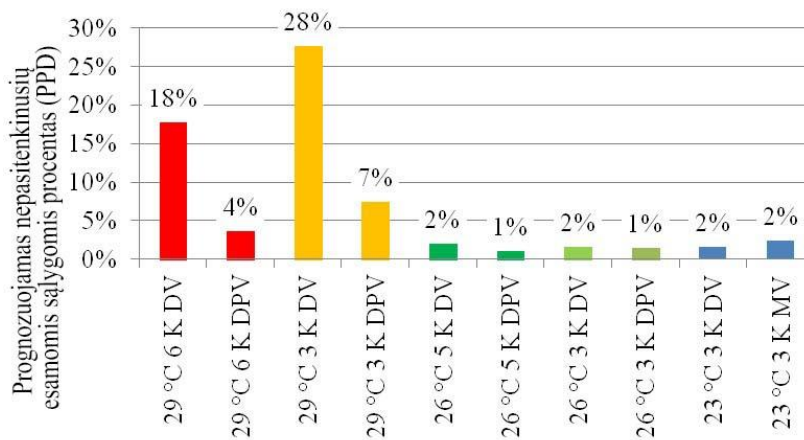


2.1 pav. Asmeninio bekanalio vėdinimo sistemos darbo vietoje modelis: 1-oro tiekimo grotelės; 2-šilumą išskiriantys šaltiniai; 3-stalas; 4-ventiliatorius; 5-trumpas ortakis; 6-oro pasiurbimo anga; 7-patalpos grindys. (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2009)

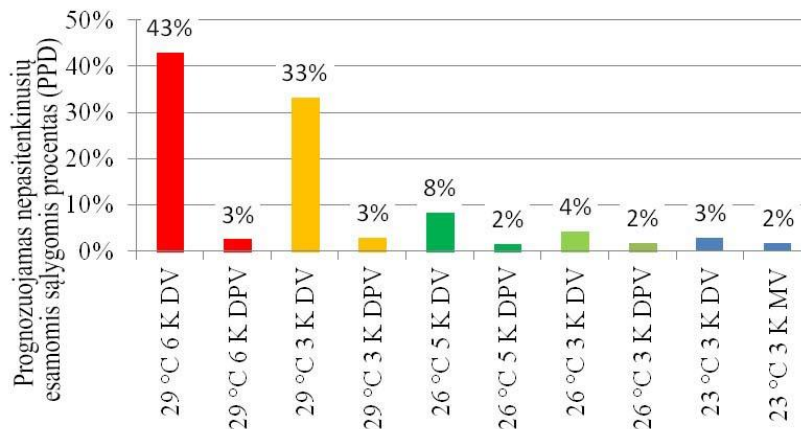
M. Dalewski, M. Vesely ir A. K. Melikov (2012) atliktas sumaišomojo vėdinimo (MV), DV ir DV veikiančio kartu su DPV sistemų kuriamos žmogaus aplinkos vertinimo eksperimentas. Tyrimas atliktas eksperimentinėse patalpose (17 m²) keičiant patalpų ir tiekiamo oro temperatūras. Trisdešimt dviejų žmonių grupė dalyvavo bandymų sesijose, kurios truko po tris valandas. Per vieną dieną grupelės po keturis žmones atlikdavo po dvi bandymų sesijas tokios pat temperatūros bandymų patalpose, tik veikiant skirtingiems vėdinimo būdams. Tiriamieji buvo prašomi įvertinti juntamąją oro kokybę (PAQ), dirginimą akims, nosies ir gerklės gleivinei, bei kūno šiluminį pojūtį. Tyrimų rezultatai pateikiami 2.2 pav, 2.3 pav. ir 2.4 pav.



2.2 pav. Procentas darbuotojų nepatenkintų juntamąja oro kokybe darbo vietoje. (M. Dalewski ir kt. 2012)



2.3 pav. Procentas darbuotojų nepatenkintų šiluminiu komfortu darbo vietoje. (M. Dalewski ir kt. 2012)



2.4 pav. Procentas darbuotojų nepatenkintų oro judėjimu darbo vietoje. (M. Dalewski ir kt. 2012)

Iš gautų tyrimo duomenų matyti, kad DPV sistemos kombinavimas su DV patalpų vėdinimo būdu gerina juntamąją oro kokybę ir šiluminį komfortą patalpose, kuomet palaikoma temperatūra yra aukštesnė nei komfortinė. Nepatenkinančių juntamąja oro kokybe įjungus bekanalę asmeninio vėdinimo sistemą išstumiamuoju būdu vėdinamoje patalpoje palaikant 29 °C temperatūrą, kai tiekiamo ir patalpos oro temperatūrų skirtumas 6 °C, sumažėjo nuo

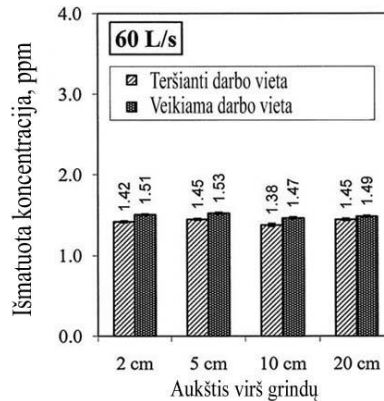
20 proc. iki 6 proc. Didėjant patalpoje palaikomai temperatūrai ir jos skirtumui su tiekiamo oro temperatūra, didėja ir bekanalio asmeninio vėdinimo sistemos poveikis žmonių pasitenkinimui juntamąja oro kokybe. Įvertinus tiriamųjų atsakymus apie juntamąją oro kokybę, šiluminį komfortą ir oro judėjimą nebuvo pastebėtas didesnis skirtumas vertinant 26 °C 5 K DPV, 23 °C 3 K DV, 23 °C 3 K MV atvejus. Taip pat, ryškus skirtumas nepastebėtas tarp DPV sistemos naudojimo atvejų palaikant vienodą patalpos ir skirtingas tiekiamo oro temperatūras.

Individualus tiekiamo oro srovės reguliavimas yra esminis bekanalės asmeninio vėdinimo sistemos elementas, jis leidžia išvengti skersvėjo dėl tiekiamo oro greičio ir krypties kiekvienam darbuotojui. A. K. Malikov ir J. Kaczmarczyk (2012) nustatė, jog padidintas švaraus oro tiekimo greitis į žmogaus įkvėpimo zoną pagerina juntamąją oro kokybę (PAQ). Padidintas oro tiekimo greitis sumažina aukštos temperatūros, drėgmės ir taršos (koncentracijos) poveikį PAQ.

DPV tiekiamas vėsesnio oro srautas į kvėpavimo zoną vėsina viršutinę kūno dalį. Apatinė kūno dalis išlieka DV sistemos kuriamose sąlygose, tačiau tiriamieji vertindami šiluminį pojūtį visoms kūno dalims geriau įvertino DPV sistemos veikimo atvejais. Taip pat, naudojant šią sistemą sumažėjo nusiskundimų skersvėju pėdų aukštyje – ši problema laikoma didžiausia DV sistemos eksploatacijoje (M. Dalewski ir kt. 2012).

Atliekant tyrimus laboratorijoje naudojant manekenus, kuriems pritaisyti temperatūros ir oro judėjimo greičio jutikliai, nustatyta, jog juntamoji oro kokybė DPV veikimo atveju yra geresnė, nei veikiant tik DV sistemai (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010).

Vertinant oro įsiurbimo angos aukščio nuo grindų įtaką DPV sistemos veikimui nepastebėtas žymus skirtumas. Dviejų ir dešimties centimetrų aukštyje išmatuota oro temperatūra tokia pati, o dvidešimties centimetrų aukštyje įsiurbiamo oro temperatūra didesnė tik puse laipsnio. Toks temperatūros skirtumas nedaro didesnio poveikio žmogaus juntamajai oro kokybei (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010), o taršos koncentracijos lygis įsiurbiamame ore arčiau grindų didesnis (žr. 2.5 pav).



2.5 pav. DPV sistemos įsiurbiamo oro užterštumas manekenų iškvėpiamomis sekimo dujomis.
(B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010)

Iš rezultatų matome, kad mažiausia tarša užfiksuota 0,1 m aukštyje virš grindų. Toks sistemos oro įsiurbimo aukštis naudojamas daugumoje eksperimentų, kuriuose naudojama DPV sistema. Tolimesni tyrimai parodė, jog įkvėpiamas oras papildomai naudojant DPV sistemą yra toks pats švarus, kaip ir naudojant tik DV sistemą, o tam tikrais taršos šaltinio buvimo atvejais net ir švaresnis.

Tiriant DPV sistemos naudojimo poveikį DV sistemos sukuriama temperatūriniam gradientui, pasiskirstymui aukštyje, buvo nustatytas tik vietinis poveikis, labiau nepaveikiant bendro temperatūros pasiskirstymo patalpoje (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010). DPV naudojimas neturi ryškaus poveikio temperatūriniam pasiskirstymui patalpoje, tačiau kiek padidina taršos koncentraciją, kadangi tiekiamo vėsaus oro srovė sumaišo vertikalų iškvėpiamo oro srautą. DPV sistemos naudojimas leidžia palaikyti patalpoje aukštesnę temperatūrą užtikrinant aukštos juntamosios kokybės tiekiamą orą, kurio individualiai reguliuojama vėsesnė srovė padeda užtikrinti šiluminio komforto sąlygas kiekvienam darbuotojui (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010).

Atlikus temperatūros matavimus įvairiame patalpos aukštyje veikiant tik DV sistemai ir kartu su DPV sistema nustatyta, jog jau nedideliu atstumu nuo darbo vietos stalo temperatūrinis pasiskirstymas abiem atvejais išlieka beveik identiškas (B. Halvonova 2010). Oro judėjimo greitis DPV sistemos veikimo atveju didesnis 0,6 - 1,2 m aukštyje, kur labiausiai juntamas tiekiamo šviežio oro poveikis. Būtent didesnio oro judėjimo greičio ir pageidauja tiriamieji patalpoje palaikant aukštesnę nei norminę temperatūrą (M. Dalewski ir kt. 2012).

Laboratorijoje atliktas dviejų darbo vietų modelio patalpos (26 m²) su kvėpuojančiais manekenais tyrimas. Bendras išskiriamas patalpoje šilumos srautas - 22,6 $\frac{W}{m^2}$ naudojant tik DV

sistemą ir $24,9 \frac{W}{m^2}$ papildomai įjungus ir DPV sistemą, kai vertinamas asmeninio ventiliatoriaus išskiriamas šilumos srautas (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010).

Tiekiant DV skirstytuvu $80 \frac{l}{s}$ vertikalus temperatūrinis gradientas (pasiskirstymas) iki 1,2 m nuo grindų išliko toks pats, kaip ir tiekiant $60 \frac{l}{s}$ oro į patalpą, tačiau kylant aukščiau temperatūros kilo greičiau kol buvo pasiekta ta pati ištraukiamo oro temperatūra. Šildomų manekenų paviršius atvėso labiau įjungus DPV sistemą tiekiant $60 \frac{l}{s}$, nei tiekiant $80 \frac{l}{s}$. Tai nulėmė didesnis skirtumas tarp tiekiamo ir patalpos oro temperatūrų (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010).

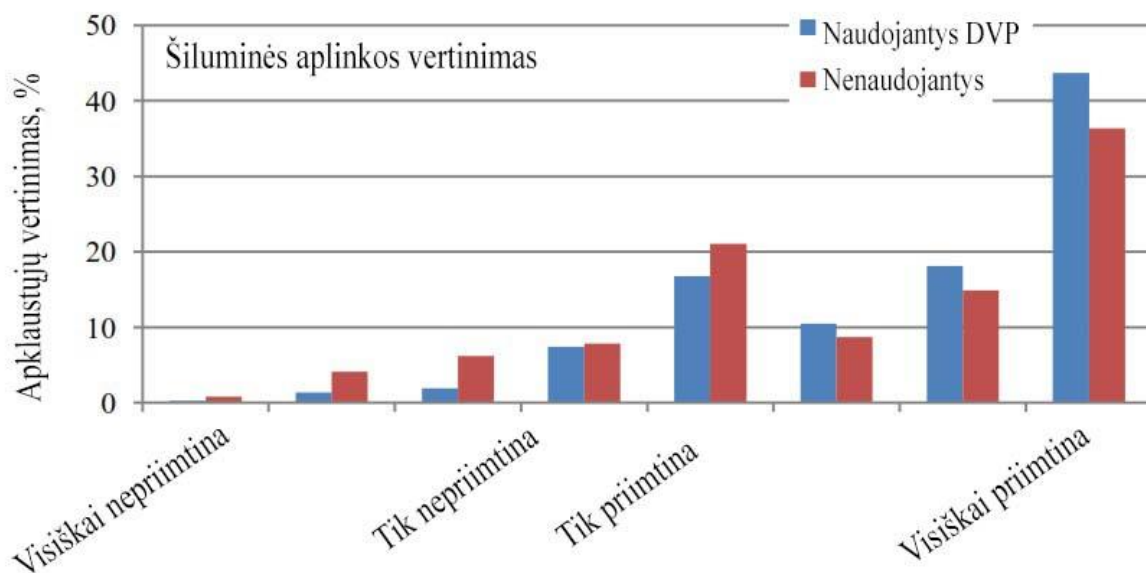
Atliekant bandymą DPV sistemos šviežias oras tiekias 0,3 - 0,4 m atstumu nuo tiriamųjų, kai patalpoje palaikoma 26 °C temperatūra. Keliant patalpos temperatūrą tiriamieji šį atstumą sumažino siekdami padidinti oro judėjimo greitį darbo zonoje ir pasiekti šiluminio komforto sąlygas.

Tyrimo dalyviai buvo prašomi įvertinti ne tik juntamąją oro kokybę, šiluminį komfortą, bet ir akių, nosies ir gerklės gleivinių dirginimą. Akių dirginimas veikiant DPV, DV ir MV sistemoms visais atvejais buvo įvertintas ne blogiau nei „švelniai dirginama“. Joks žymus pokytis nepastabėtas įjungus DPV sistemą – poveikis akių dirginimui mažas, arba jo visai nėra. Didžiausias nosies gleivinės dirginimas užfiksuotas patalpose palaikant 29 °C ir veikiant DV sistemai – „švelniai dirginama“. Didesnis skirtumas užfiksuotas tarp visų atvejų palaikant 29 °C ir 23 °C temperatūras. Gerklės gleivinės dirginimą tiriamieji įvertino panašia tendencija kaip akių dirginimą - ne blogiau nei „švelniai dirginama“ visais atvejais (M. Dalewski ir kt. 2012). Neufiksuotas joks didesnis akių, nosies ir gerklės gleivinės dirginimas naudojant bekanalę asmeninio vėdinimo sistemą.

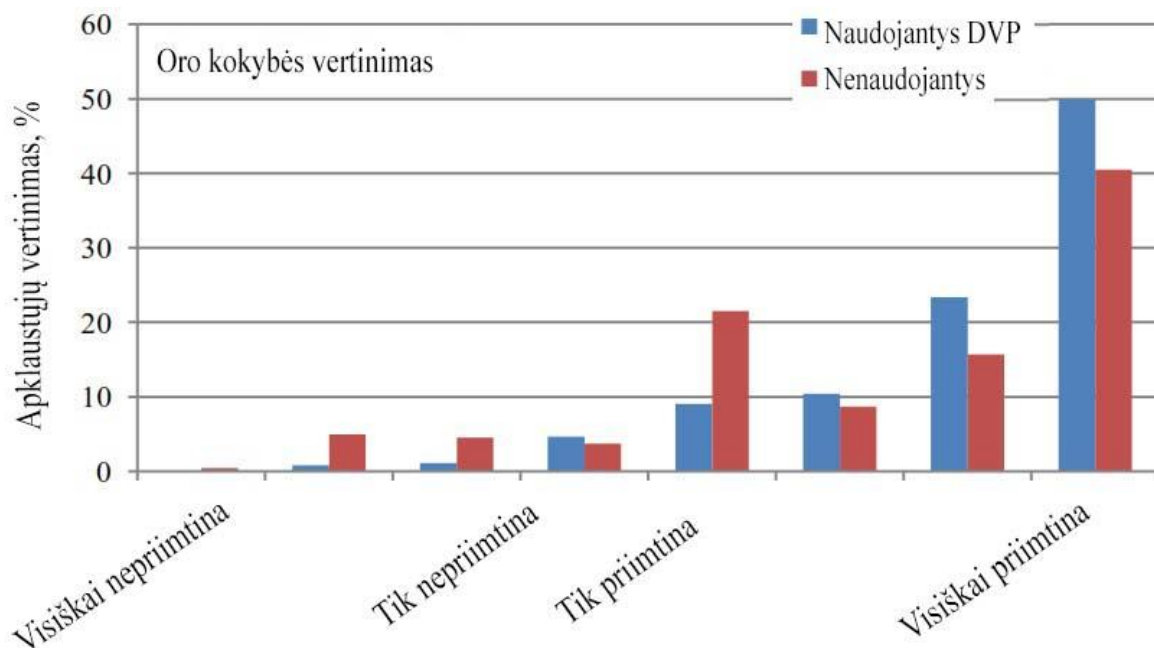
C. Lelong, M. Dalewski ir A. K. Melikov (2013) atliko dinamines simuliacijas „IDA Indoor Climate and Energy software“ (ICE) programine įranga imituojant vidutinių platumų klimato sąlygas. Palyginimams pasirinkta atvira biuro patalpa (120 m²), kurioje numatoma dvylika darbo vietų. Patalpos langai išdėstyti pietinėje pusėje su automatinėmis žaliuzėmis. DPV sistemos naudojimas šiltuoju metų laiku leidžia palaikyti patalpose aukštesnę temperatūrą ir ženkliai sumažinti vėsinimo išlaidas (C. Lelong ir kt. 2013). Vėsiu metų laiku naudojant DPV tenka palaikyti aukštesnę patalpų temperatūrą, tačiau gaunama geresnė juntamoji įkvėpiamo oro kokybė, didesnis darbingumas darbo vietose esantiems žmonėms bei sumažėję ligoto pastato sindromo (SBS) simptomai (A. K. Melikov 2004). Vėsesnio klimato šalims DPV

sistemos reguliavimas pagal poreikį – įjungiant tik darbuotojui esant darbo vietoje, bendrą energijos poreikį gali sumažinti iki 7 % (C. Lelong ir kt. 2013).

Atlikus bandymą septyniasdešimt dviejų bendrose patalpose įrengtų darbo vietų biure, kuris vėdinamas DV būdu. Darbuotojams išbandžius bandomąjį standą (pavyzdinę darbo vietą su DPV) ir išreiškus pageidavimą buvo įrengtos trisdešimt aštuonios DPV sistemos visame biure. Išstumiamojo vėdinimo sistemos švaraus oro tiekiamo grotelės įrengtos darbo vietas skiriančiose pertvarose (M. Dalewski ir kt. 2013). Atvira biuro erdvė suskirstyta į mažesnes darbo zonas dalinėmis pertvaromis izoliuojant darbuotojus nuo aplinkinio triukšmo, blaškymo ir kito poveikio. Taip pat, darbo zonų atskyrimas sumažina oro maišymąsi darbuotojams vaikstant ir užtikrina gerą DV sistemos darbą (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010). Darbo zonoms įrengtų švaraus oro tiekuvų tiekiamą orą įsiurbia įrengtos DPV sistemos, kurios individualiai reguliuojamos kiekvieno darbuotojo pasirenkant tiekiamo oro kiekį ir kryptį. Dukart per dieną buvo apklausiami tik darbuotojai esantys savo darbo vietose ir fiksuojamos temperatūros darbo zonose tik su DV sistema ir darbo zonose su papildomai įrengta DPV sistema, skirtinguose patalpos aukščiuose. Vidutinė temperatūra darbo vietose su DV sistema buvo $23,8 \pm 0,4$ °C, o darbo vietose su DPV sistema – $23,5 \pm 0,5$ °C. Darbuotojų šiluminio komforto ir juntamosios oro kokybės vertinimai pateikti 2.6 pav. ir 2.7 pav.



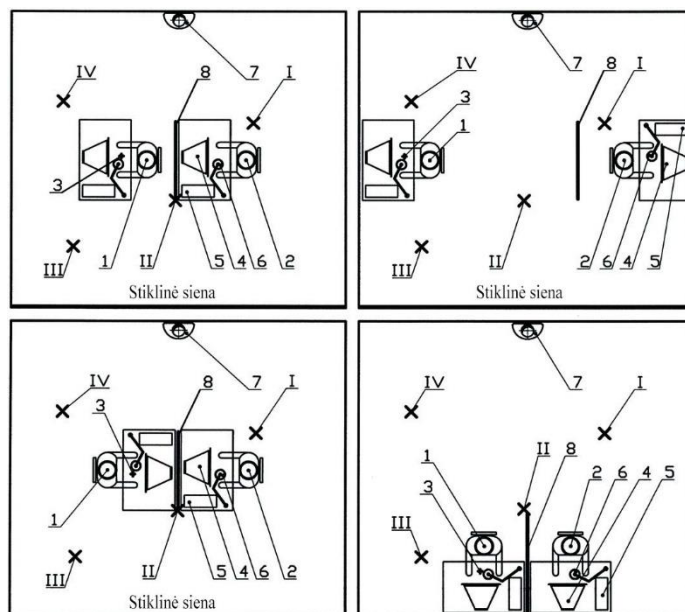
2.6 pav. Darbuotojų šiluminio komforto vertinimas. (M. Dalewski ir kt. 2013)



2.7 pav. Darbuotojų juntamosios oro kokybės vertinimas. (M. Dalewski ir kt. 2013)

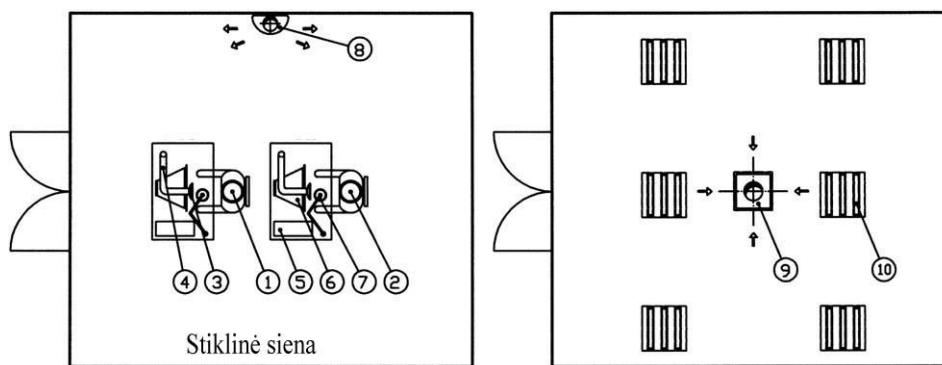
Iš pateiktų rezultatų matyti, jog DPV sistemos vartotojai geriau vertino šiluminį komfortą ir juntamąją oro kokybę. Tai patvirtino, kad padidintas į kvėpavimo zoną tiekiamo oro greitis sumažina neigiamą aukštos temperatūros, santykinės drėgmės, teršalų koncentracijos efektą juntamajai oro kokybei (A. K. Melikov ir J. Kaczmarczyk 2012).

Įdiegiant DPV sistemą patalpose, kuriose yra daugiau nei viena darbo vieta kyla grėsmė padidinti įkvėpamo oro taršą darbuotojams, kurie nenaudoja (yra išjungę) savo DPV sistemas. Atlikus bandymus su skirtingais stalų išdėstymais ir pertvarų įrengimais nustatyta, jog labiausiai neigiamas susimaišymo poveikis sumažinamas įrengus darbo vietas vieną priešais kitą (žr. 2.8 pav.), kad DPV sistemos tiekiamas oras judėtų nuo kitų darbuotojų. Darbo vietas, kuriose žmonės turi sėdėti nugaromis vienas į kitą, rekomenduojama įrengti didesniu atstumu vieną nuo kitos, o greta įrengiamas darbo vietas tikslinga atskirti pertvaromis (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010).

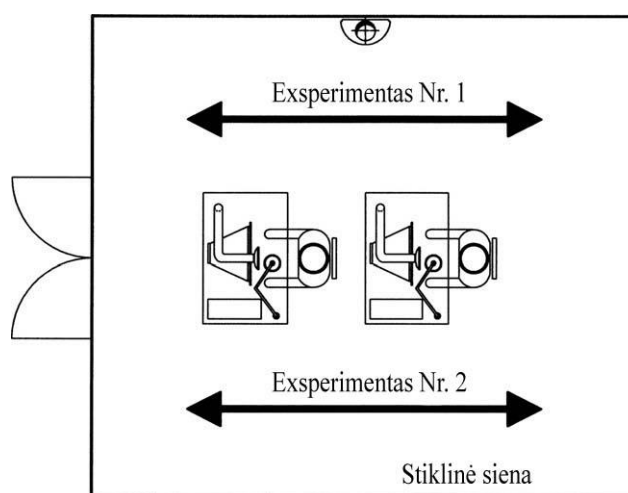


2.8 pav. Darbo vietų išdėstymas patalpoje (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010).

Išstumiamojo vėdinimo efektyvumas lyginant su įprastinio sumaišomojo vėdinimo yra labiau veikiamas patalpoje esančių žmonių fizinės veiklos (H. Brohus ir kt. 2008). Durų varstymas, vaikščiojimas po patalpą, judėjimas ir kiti žmonių veiksmai gali sumažinti išstumiamojo vėdinimo efektyvumą (H. Matsumoto ir kt. 2008). B. Halvonova ir A. K. Melikov (2010) atliko dviejų darbo vietų biuro patalpos (26 m²) skaitinės fluidų dinamikos (CFD) modeliavimą ir gautus rezultatus palygino su tokioje pat realioje patalpoje atlikto eksperimento rezultatais. Buvo lyginami įvairūs oro parametrai DV ir DV veikiančio kartu su DPV būdais vėdinamoje patalpoje žmonėms sėdint darbo vietose ir ėmus vaikščioti po patalpą. 2.9 pav. pateikiamas eksperimentams naudotos patalpos vaizdas. Atliekant bandymą įvertinta kompiuterių, apšvietimo bei darbuotojų skleidžiama šiluma ($22,6 \frac{W}{m^2}$) bei žmonių apranga (0,59 clo). Pasitelkus pastovios koncentracijos metodą, sekimo dujomis imituojama išskvepiamo oro tarša. Tiekiant į patalpą 20° C temperatūros $80 \frac{l}{s}$ oro kiekį DV būdu, o vėliau ir kartu su DPV – $15 \frac{l}{s}$ vieno įrenginio perduodamu oro kiekiu, atlikti trys eksperimentai vaikstant skirtingose vietose: vienam žmogui vaikstant tarp DV oro sklaidytuvo ir įrengtų darbo vietų, vienam žmogui vaikstant už darbo vietų bei vienu metu vaikstant dviem žmonėms – pirmas ir antras atvejis kartu (žr. 2.10 pav.).



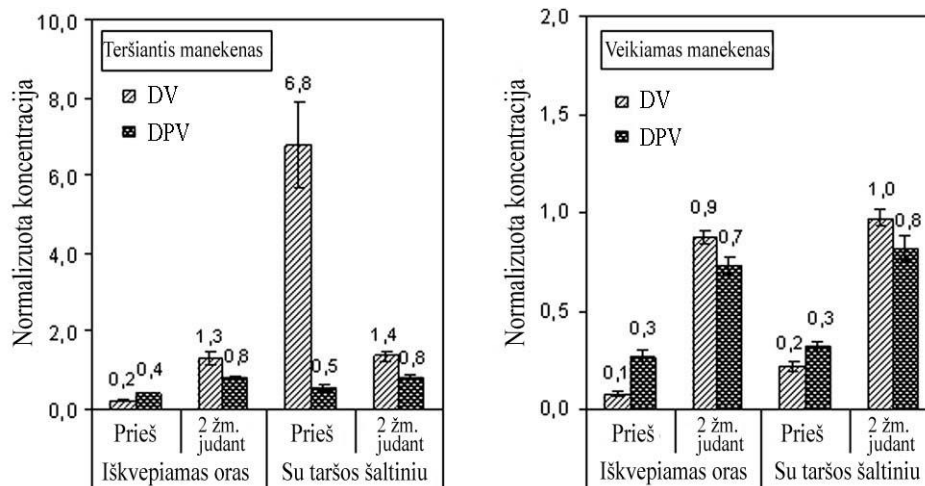
2.9 pav. Eksperimentų patalpos išdėstymas: 1-teršiantis manekenas; 2-veikiamas manekenas; 3-DPV tiekiamo oro grotelės; 4-DPV reguliuojamas ortakis; 5-7-šilumos šaltiniai; 8-DV oro sklaidytuvas; 9-grotelės oro šalinimui; 10-šviestuvai. (B. Halvonova, A. K. Melikov 2010)



2.10 pav. Žmonių vaikščiojimo patalpoje vietos eksperimentų metu. (B. Halvonova, A. K. Melikov 2010)

Žmonių judėjimo vieta patalpoje yra svarbi DV ir kartu veikiančių DV su DPV vėdinimo sistemų efektyvumui (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010). Žmonių judėjimas mažina DV kuriamą temperatūrinį gradientą patalpoje ir didina žmonių įkvėpamo oro temperatūrą. Naudojant DPV sistemą sumažinama įkvėpamo oro temperatūra ir pagerinama juntamoji oro kokybė. Oro maišymasis sukeltas žmonių judėjimo patalpoje silpnina DPV sistemos tiekiamo oro srovės vėsinamąjį poveikį – mažina kūno šilumos praradimą (B. Halvonova ir A. K. Melikov 2010).

Atliktų koncentracijos matavimų sekimo dujomis rezultatai perskaičiuoti į normalizuotą koncentraciją naudojant 2.1 formulę. Rezultatai pateikti 2.11 pav.



2.11 pav. Normalizuota sekimo dujų taršos koncentracija įkvėpiamame ore.
(B. Halvonova, A. K. Melikov 2010)

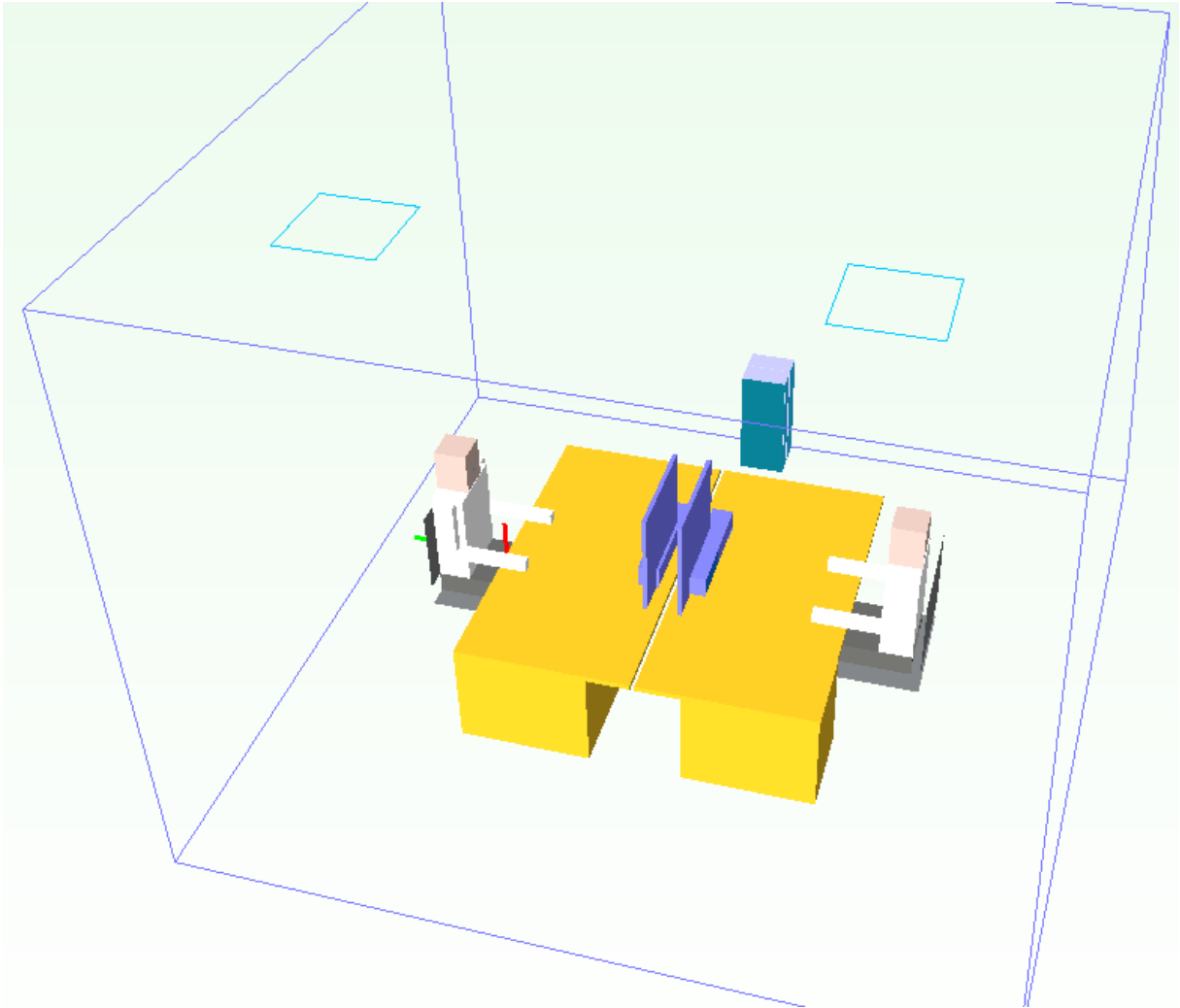
Iš 2.11 pav. matyti, kad žmonių judėjimas patalpoje sumaišo DV būdu tiekiamą orą ir įkvėpimo zonoje tarša padidėja. DPV sistema į kvėpavimo zoną tiekia švaraus oro srautą judantį skirstytuvo apatine patalpos dalimi. Žmonėms judant patalpoje, DV tiekiamo tiekiamas šviežio oro sluoksnis išlieka švaresnis ir mažiau maišosi su labiau užterštu, aukštai esančiu oro sluoksniu. Iš apatinio sluoksnio tiekiamas oras užtikrina mažesnę teršalų koncentraciją darbo vietoje sėdinčio žmogaus įkvėpimo zonoje.

2.2 Eksperimentas

Siekiant sužinoti daugiau apie DPV sistemos poveikį darbo aplinkai, PAQ, šiluminiam komfortui ir įvertinti susidarančias sąlygas biuro patalpoje, atliekamas kompiuterinis CFD modeliavimas. Pasirinktas modelis – bandomoji laboratorija, kurioje atliekamas modeliuotas eksperimentas gautų duomenų patikimumui užtikrinti.

2.2.1 Patalpos ir įrenginių charakteristikos, pagrindiniai matavimų taškai

Bandymų laboratorija - nagrinėjama biuro patalpa, kurios matmenys (3,6 x 3,6 x 2,8) m. Patalpoje įrengtos dvi darbo vietos su stalais (1,55 x 0,75 x 0,65) m, kėdėmis, kompiuteriais (0,45 x 0,25 x 0,45) m ir vaizduokliai (0,50 x 0,02 x 0,50) m. Patalpos vėdinimui numatyta išstumiamojo vėdinimo (DV) schema, oras tiekiamas skirstytuvu įrengtu prie grindų ir šildamas kyla į viršutinę patalpos dalį, kur įrengtos ištraukimo grotelės. DV sistemos skirstytuvo tiekiamą švarų orą į darbuotojų kvėpavimo zoną perduoti darbo vietose papildomai įrengtos DPV sistemos. Grafinis patalpos modelio vaizdas pateiktas 2.12 pav.

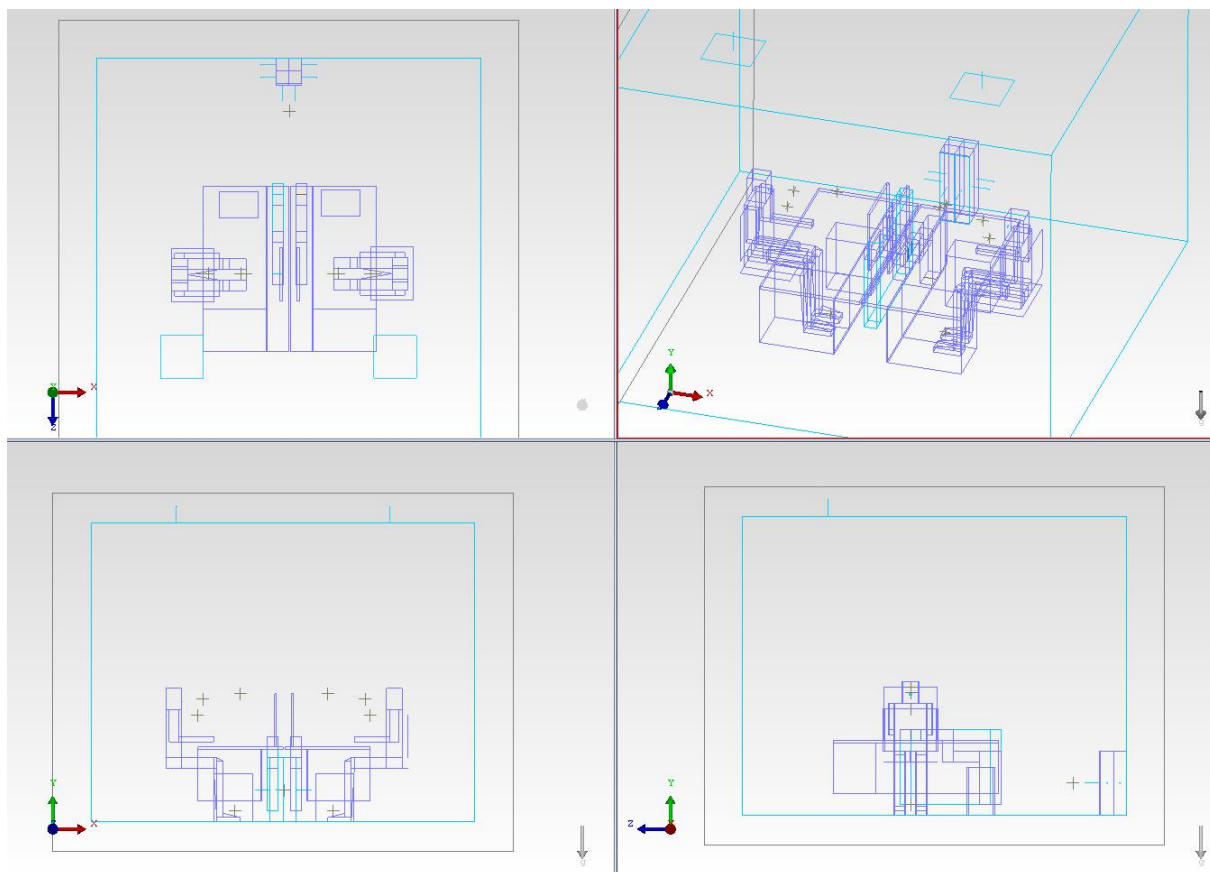


2.12 pav. 3D Grafinis modelio vaizdas.

Priimta išorės oro temperatūra 20 °C, CO₂ koncentracija 440 ppm, į patalpas tiekiamas oras atvėsintas iki 19 °C. Patalpoje esantys kompiuteriai skleidžia po 75 W, vaizduokliai po 15 W, o patalpoje dirbantys žmonės po 85 W šiluminės taršos. Žmonės iškvėpia po 0,1 $\frac{l}{s}$ oro kiekį, kurio temperatūra 35 °C ir CO₂ koncentracija 40000 ppm. Pasirinkti oro parametrų stebėjimo taškai yra žmonių kojų (0,1 m), galvų (1,1 m) ir oro įkvėpimo (po smakru) lygiuose.

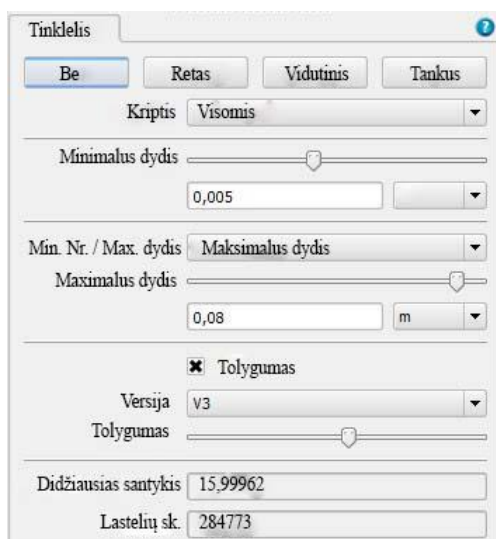
2.2.2 Kompiuterinis modeliavimas

Kompiuterinis modelis parengtas CFD modeliavimo „Mentor Graphics FloVENT 10.1“ programa. Programos aplinkoje sukurto bandymų patalpos maketo su įrenginiais vaizdai pateikt 2.12 pav. ir 2.13 pav.

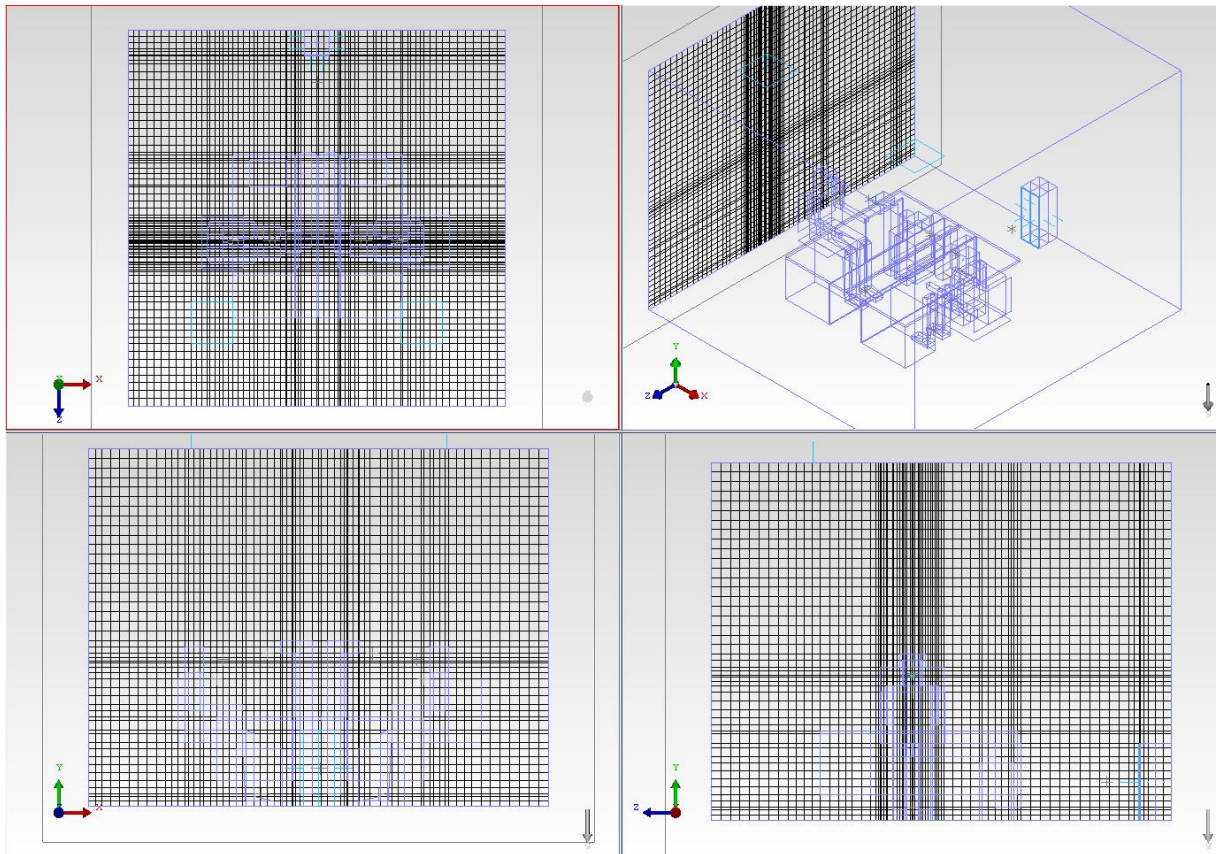


2.13 pav. Grafinis modelio vaizdas.

Skaičiavimai atlikti naudojant programos automatinius tinklelio sutankinimus reikšminėse vietose prie žmonių, DPV sistemų ir DV sistemos oro skirstytuvo. Skaičiavimams naudojamas k-ε turbulentiškos tėkmės modelis. Bendras tinklelio ląstelių kiekis – 284773 vnt. Tinklelio grafinis vaizdas ir tinklelio parametrai pateikti 2.14 pav. ir 2.15 pav.



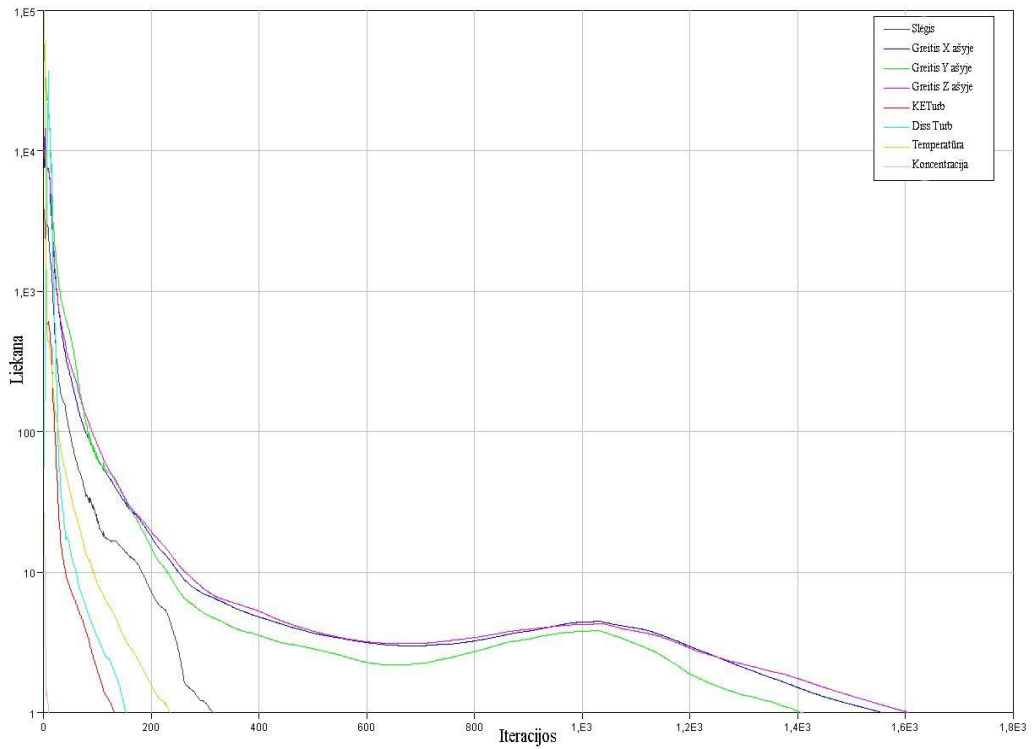
2.14 pav. Skaičiavimų tinklelio parametrai.



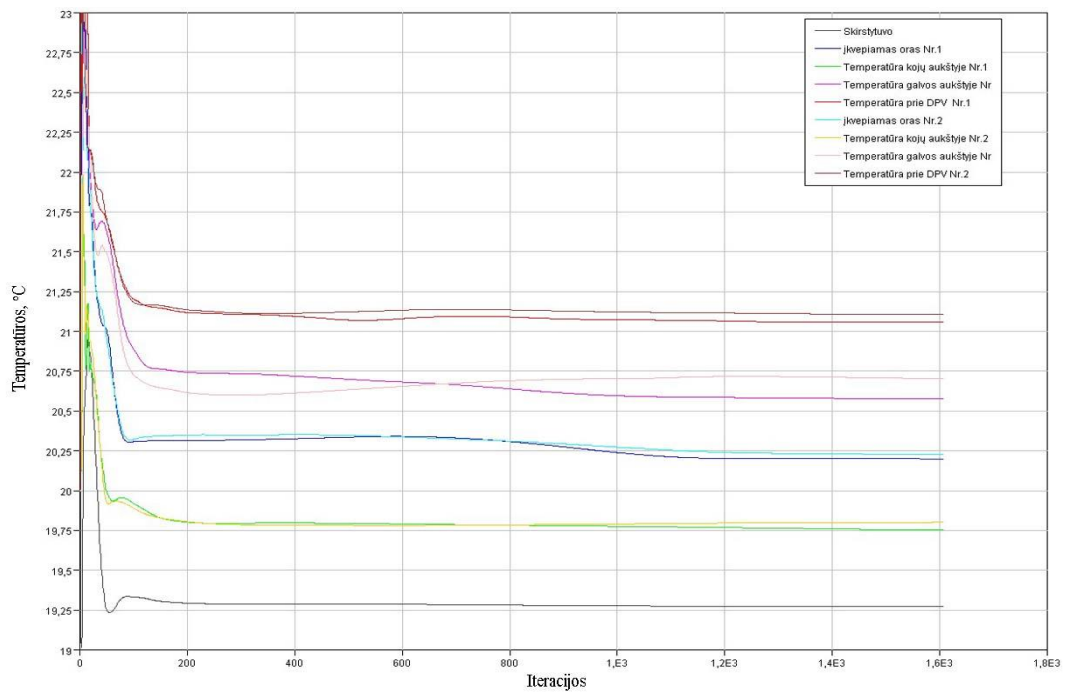
2.15 pav. Maketo su skaičiavimų tinkleliu grafinis vaizdas.

Parengus bandomosios patalpos modelį ir suvedus pradinis duomenis atliekami modelio aplinkos simuliacija, skaičiavimai. Grafiniai skaičiavimo eigos rezultatai pateikiami 2.16 pav. ir 2.17 pav.

Iš 2.16 pav. matyti, jog ilgiausiai programai užtruko apskaičiuoti oro judėjimą patalpoje. Jo skaičiavimą apsunkino modelyje numatyti šilumą skleidžiantys objektai. Vertinant temperatūrų skirtumą 0,1 m ir 1,1 m aukščiuose iš 2.17 pav. matyti, jog temperatūrų skirtumas nesiekia 1,5 °C, todėl darbo vietoje sėdintis žmogus nejaus diskomforto dėl susidariusio didelio temperatūrų skirtumo.

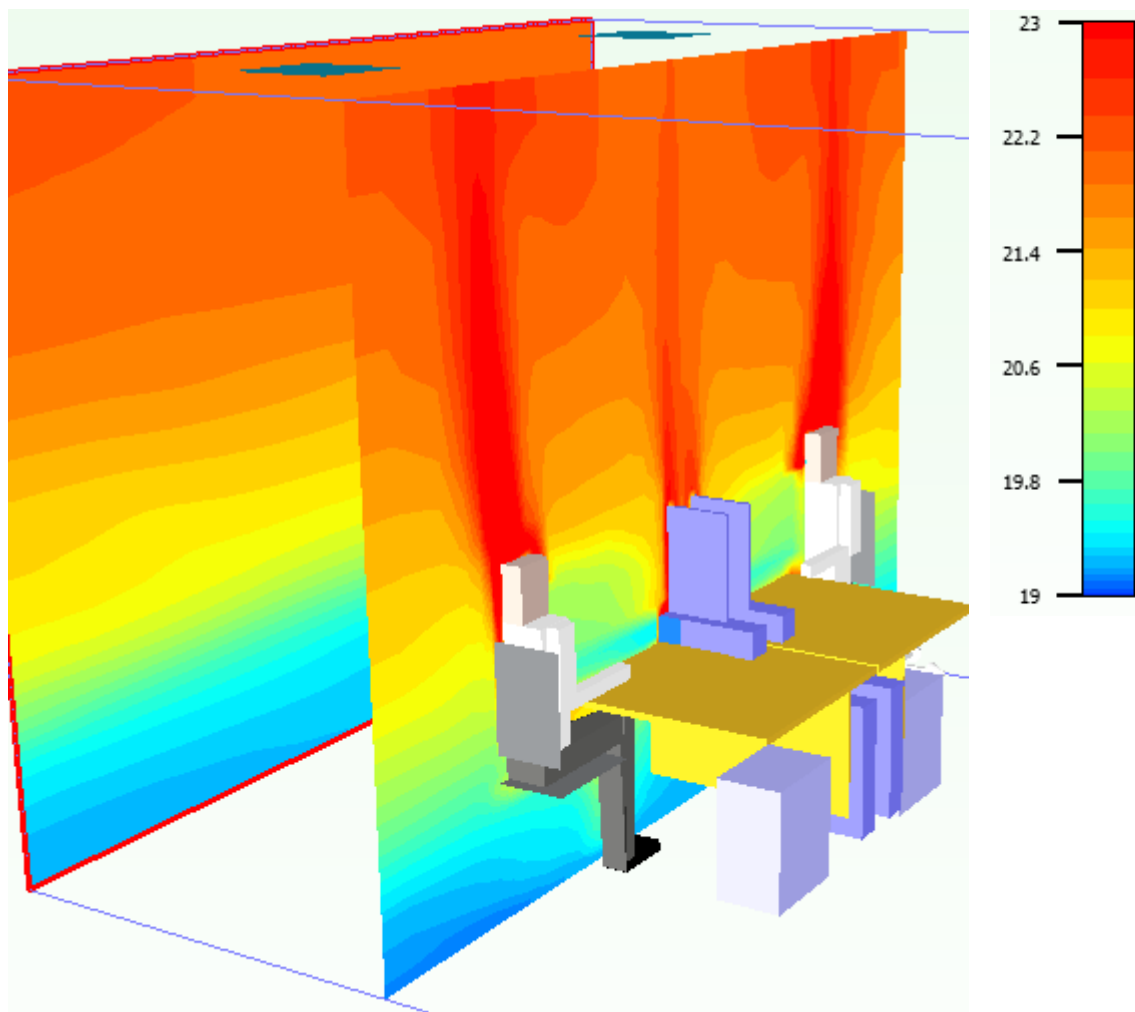


2.16 pav. Iteracijų priklausomybė nuo liekamosios paklaidos.



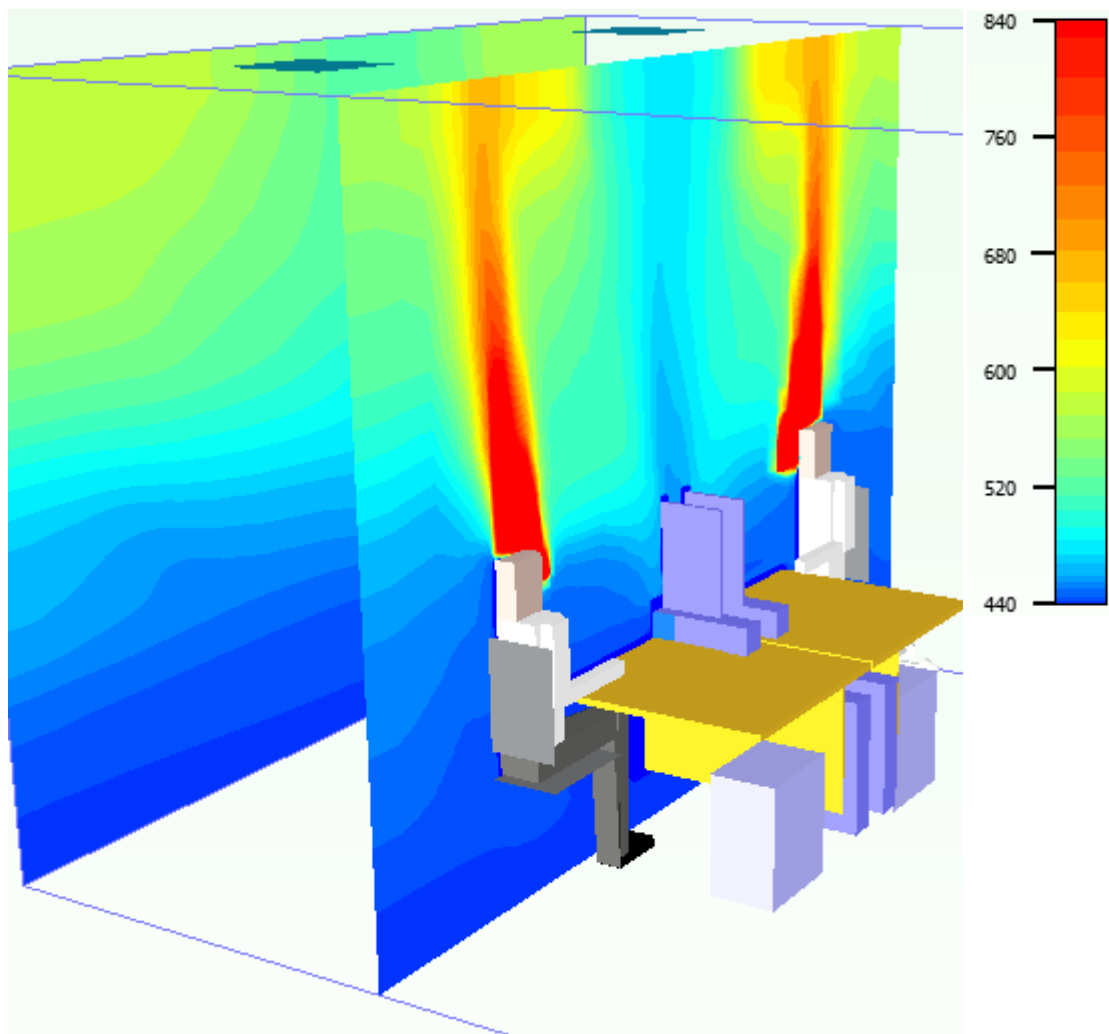
2.17 pav. Temperatūrų verčių pasirinktuose stebėjimo taškuose priklausomybė nuo iteracijų skaičiaus.

Programai atlikus skaičiavimus ir gavus konverguotus rezultatus atlikti vizualinio modelio pjūviai siekiant įvertinti temperatūros, CO₂ koncentracijos kitimą patalpoje pateikti 2.18 pav. ir 2.19 pav.



2.18 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje DPV veikimo zonoje.

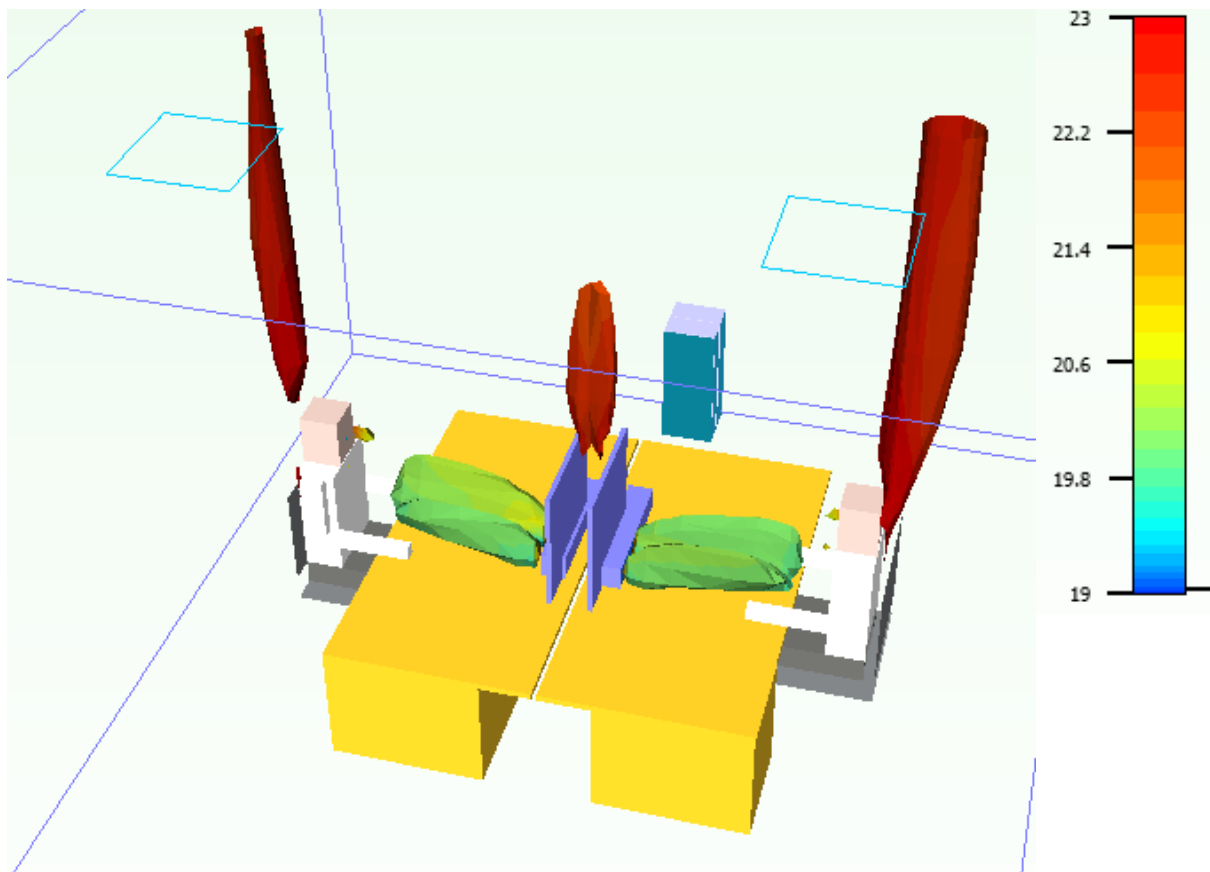
Pateiktame temperatūros kitimo pjūvyje matosi DV sistemos sukuriamas temperatūros gradientas patalpoje. Darbo vietose veikiant DPV sistemoms šis temperatūros pasiskirstymas sumažėja, tačiau likusioje patalpos dalyje yra matomas ryškiau. Pagal temperatūros kitimą pjūvyje matoma, jog oro temperatūra žmogaus kojų ir galvos aukštyje išties nesiekia $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatūra žmogaus kojų lygyje ne mažesnė nei $19,75\text{ }^{\circ}\text{C}$, o galvos aukštyje siekia $20,50 - 20,75\text{ }^{\circ}\text{C}$.



2.19 pav. CO₂ koncentracijos kitimas patalpos pjūvyje.

2.19 pav. matyti, jog yra užtikrinama darbo zonos oro švara, o padidėjusios CO₂ koncentracijos užterštas oras išstumtas į viršutinę patalpos dalį, kurioje šalinamas.

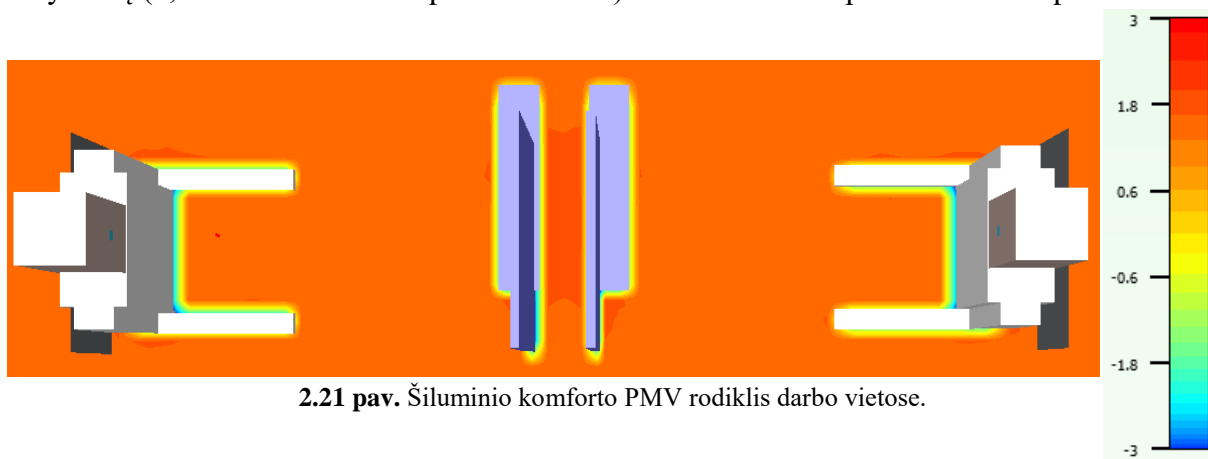
Ilgiausiai trukę oro judėjimo patalpoje skaičiavimų rezultatai pateikiami 2.20 pav.



2.20 pav. Judančio oro srauto izo-paviršių temperatūros, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2 \frac{m}{s}$.

Paveiksle matyti, jog oro judėjimo greitis nuo skirstytuvo neviršija norminio $0,2 \frac{m}{s}$ dydžio ribos darbo zonoje. Darbuotojai nejaus pūtimo, skersvėjo, diskomforto dėl tiekiamo vėsesnio oro. Žalia spalva žymimas į žmonių kvėpavimo zoną DPV sistemas tiekiamas vėsesnio oro srautas.

Nuspėjamas vidutinis vertinimas (PMV) taikomas įvertinti žmonių šiluminio komforto vertinimą darbo vietose įvertinus aprangą (1 clo – kasdienė žmogaus biuro apranga) ir fizinį aktyvumą (1,2 met – darbas kompiuteriu sėdint). Gauti rezultatai pateikiami 2.21 pav.

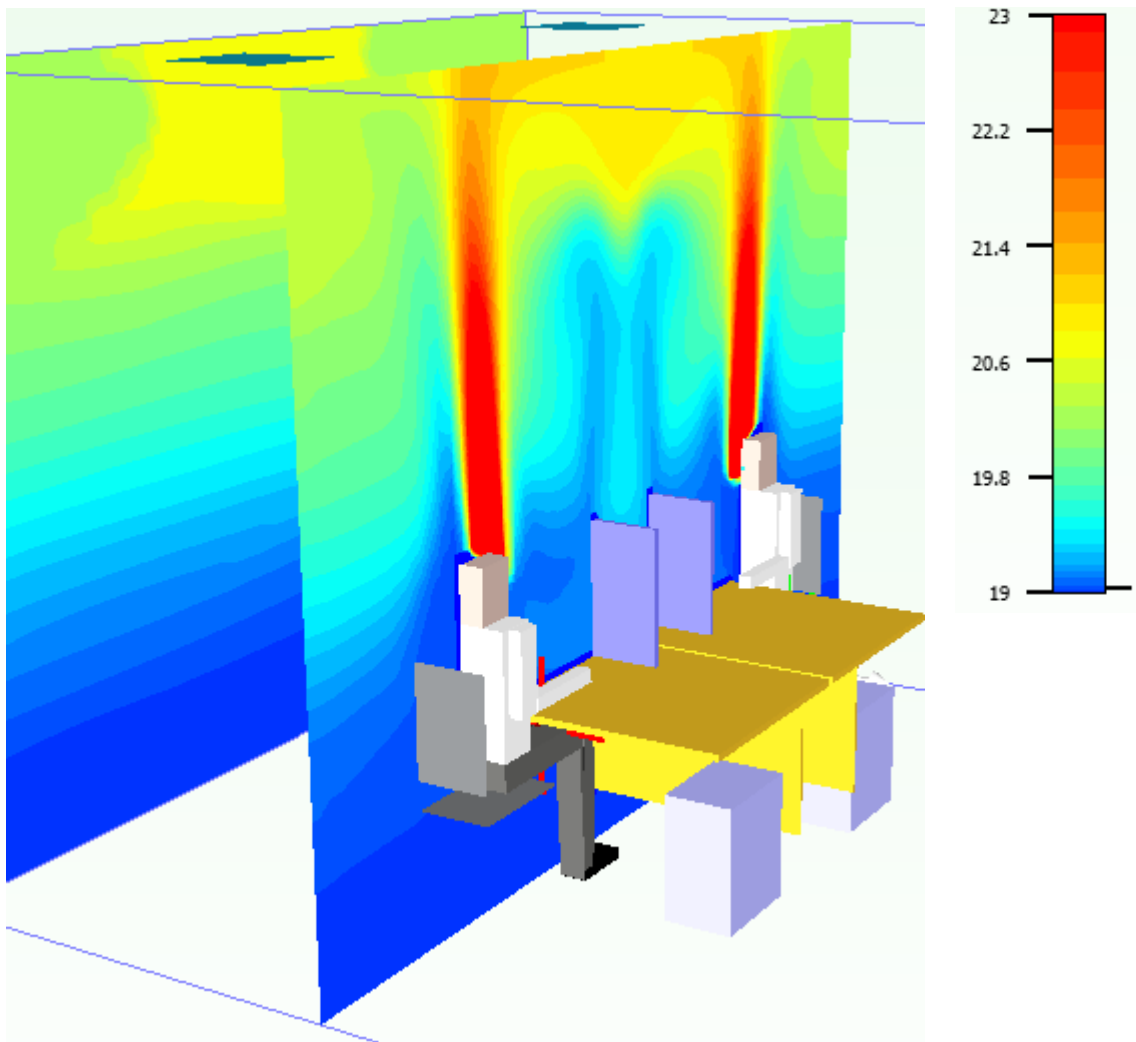


2.21 pav. Šiluminio komforto PMV rodiklis darbo vietose.

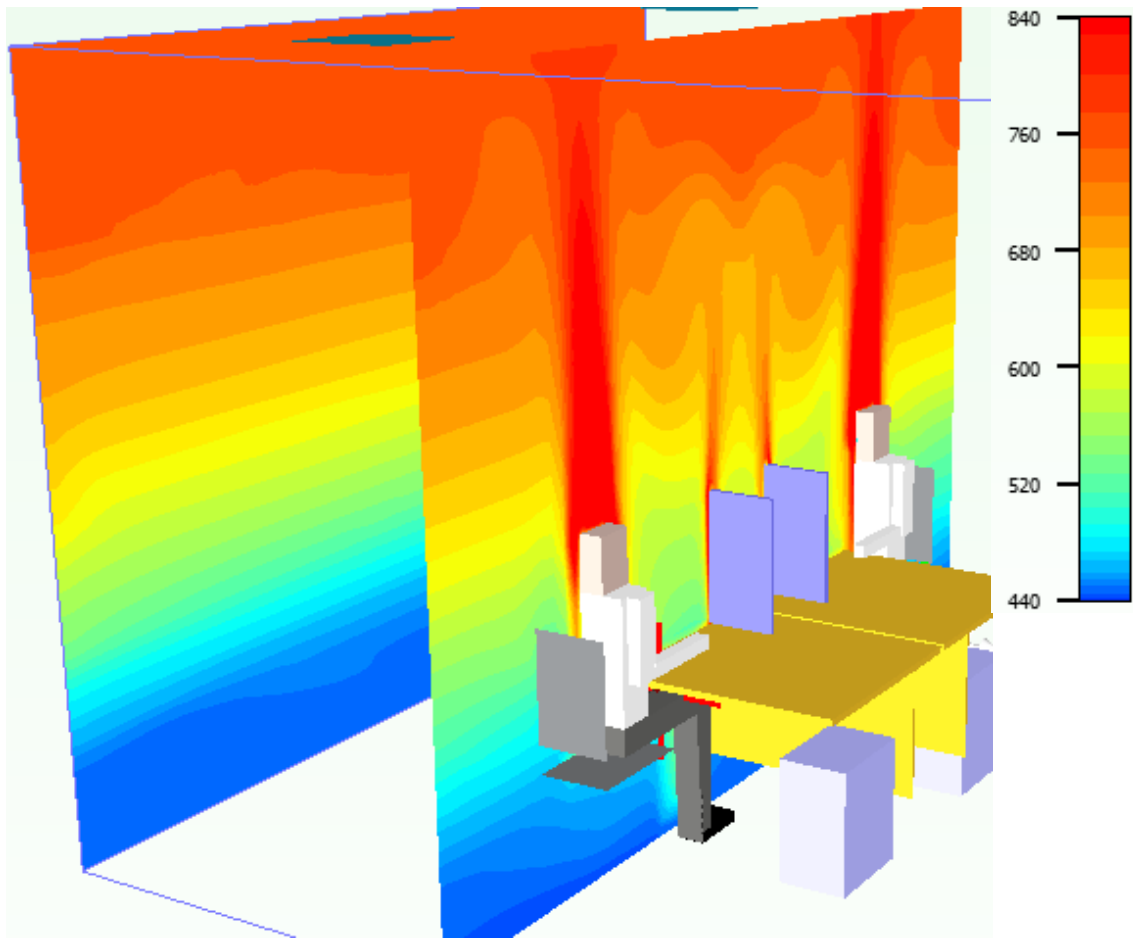
Iš paveikslo matyti, kad vertinimo skalėje, kur „+3“ reiškia „karšta“, „-3“ – šalta, o „0“ – neutralu, biure dirbantiems žmonėms turėtų būti „vėsoka“, ar net „vėsu“. Šie rezultatai pasiekiami DPV sistemai tiekiant didžiausią vėsaus oro kiekį į darbo zoną, o sistemos individualus valdymas darbo vietose suteikia žmonės galimybę reguliuoti sistemos tiekiamo oro kiekį pagal asmeninį poreikį.

2.2.3 Palyginimas ir alternatyvus variantas

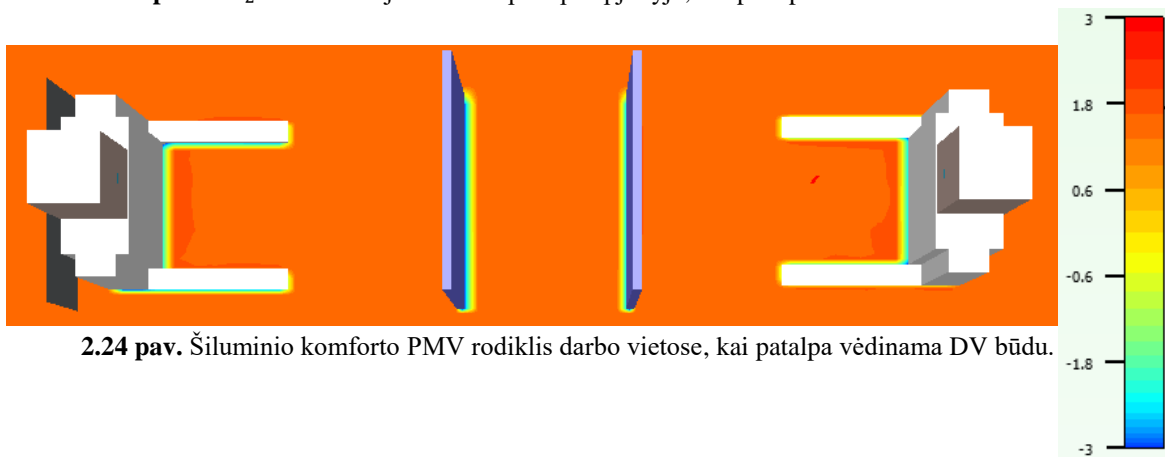
Siekiant įvertinti DPV sistemos privalumus ir trūkumus kompiuterine programa atlikti skaičiavimai patalpą vėdinant išstumiamojo vėdinimo (DV) būdu. Gauti rezultatai pateikiami 2.22 pav. - 2.25 pav.



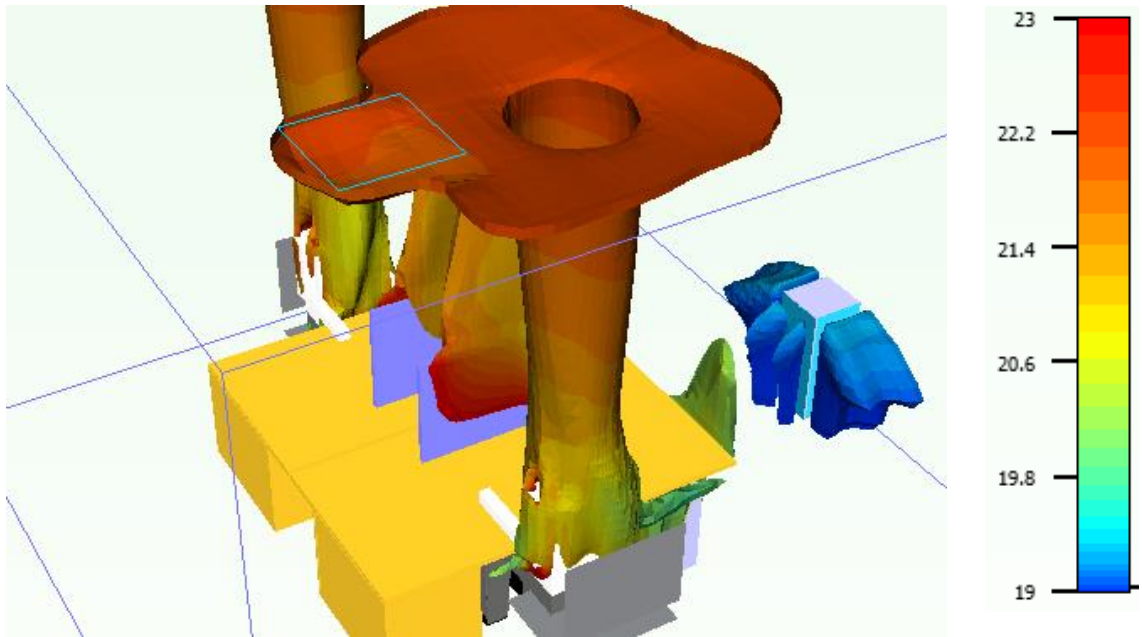
2.22 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje, kai patalpa vėdinama DV būdu.



2.23 pav. CO₂ koncentracijos kitimas patalpos pjūvyje, kai patalpa vėdinama DV būdu.

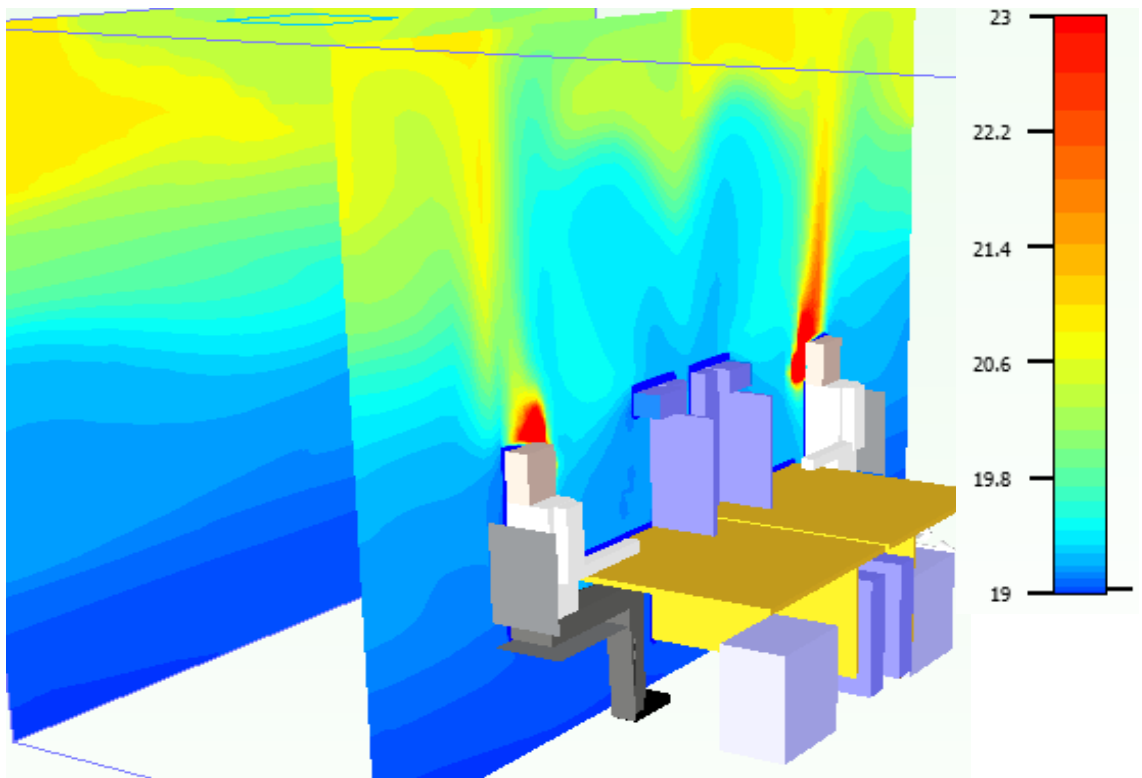


2.24 pav. Šiluminio komforto PMV rodiklis darbo vietose, kai patalpa vėdinama DV būdu.

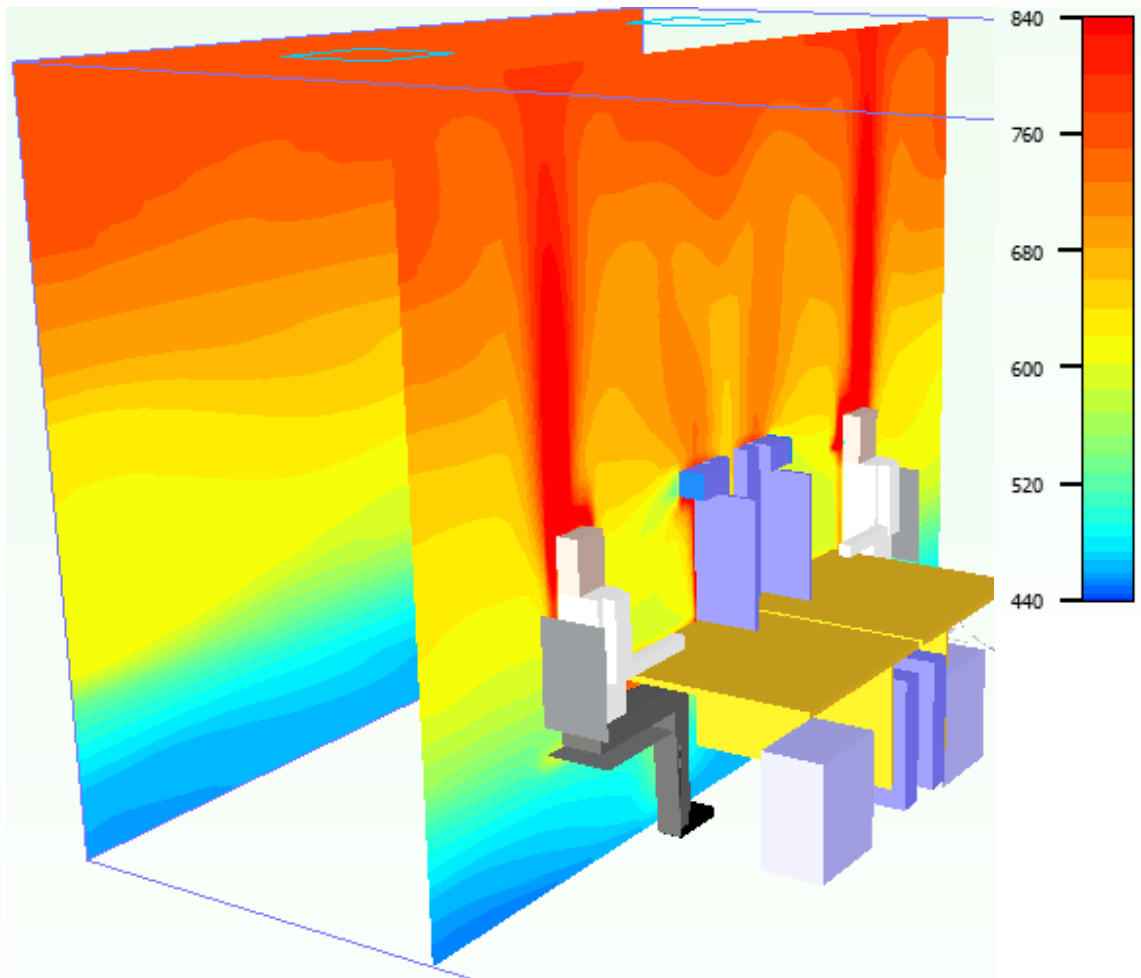


2.25 pav. Judančio oro srauto izo-paviršių temperatūros, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,1 \frac{m}{s}$ ir patalpa vėdinama DV būdu.

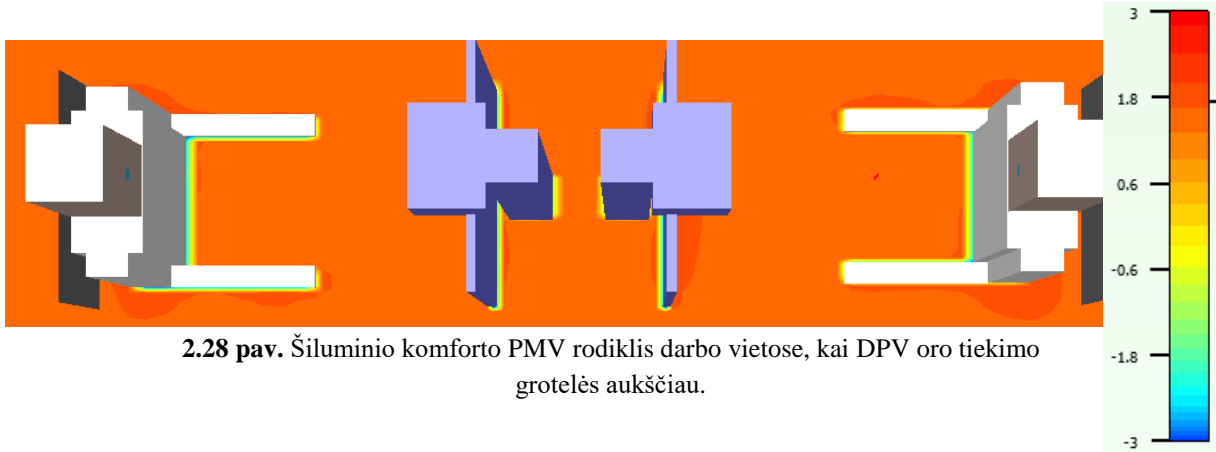
Taip pat, vertinant kitas DPV sistemos oro tiektuvo įrengimo vietas, atlikti skaičiavimai difuzorių numačius virš darbo vietoje esančio vaizduoklio (įrenginio oro tiekimo grotelės pakreiptos žemyn). Atlikti modelio skaičiavimo rezultatai pateikiami 2.26 pav. - 2.29 pav.



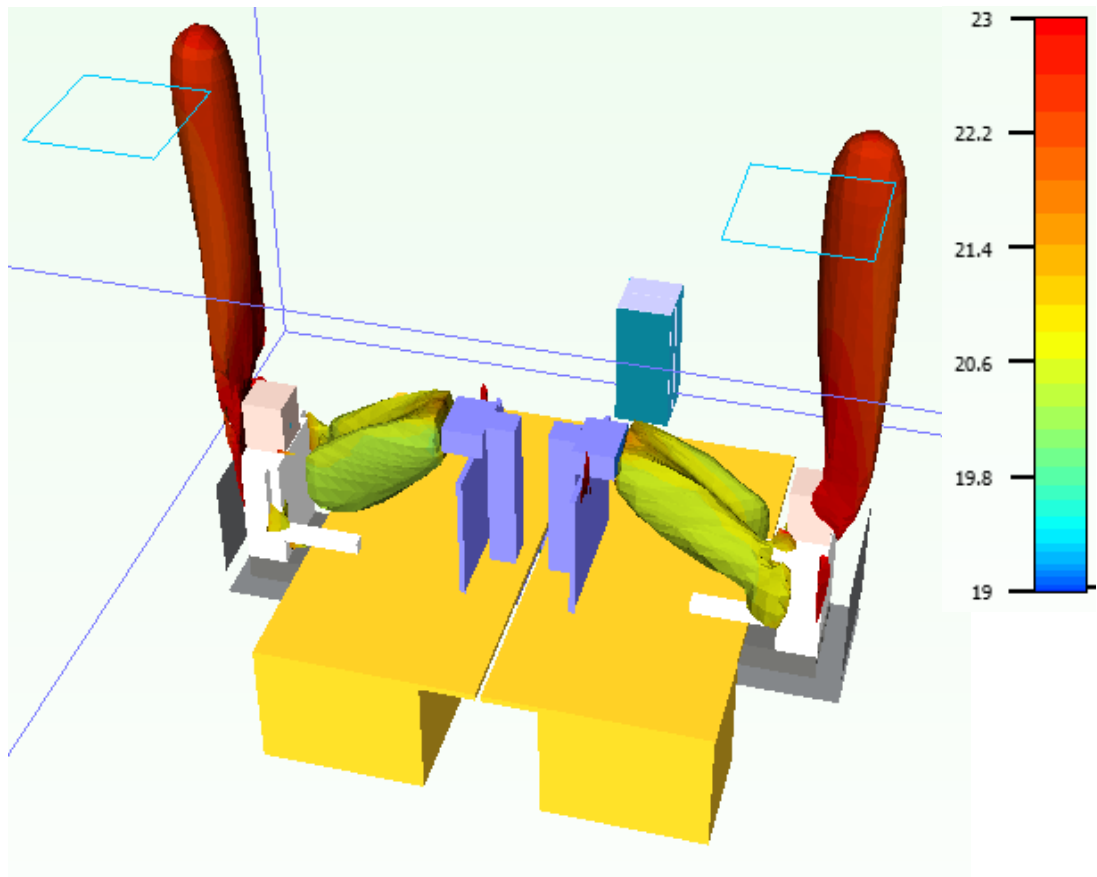
2.26 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje, kai DPV oro tiekimo grotelės viršuje.



2.27 pav. CO₂ koncentracijos kitimas patalpos pjūvyje, kai DPV oro tiekimo grotelės aukščiau.



2.28 pav. Šiluminio komforto PMV rodiklis darbo vietose, kai DPV oro tiekimo grotelės aukščiau.



2.29 pav. Judančio oro srauto izo-paviršių temperatūros, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2 \frac{m}{s}$ ir DPV oro tiekimo grotelės aukščiau.

Modelio, kuriame oro tiekimo grotelės numatytos aukščiau, rezultatai lyginant su DV būdu vėdinamos patalpos skaičiavimų rezultatais nepasiteisino. Lyginant 2.22 pav. 2.26 pav. ir 2.18 pav. bei 2.23 pav. ir 2.27 pav. matyti, jog įrengus oro tiekuvus aukščiau, sumaišomas oras darbo zonoje sušyla bei padidėja CO₂ koncentracija.

Šiuo būdu įrengto DPV įrenginio tiekiamo oro greitis viršija numatytą norminį dydį pasiekęs darbo zonoje sėdinčius žmones. Šių veiksnių neigiamas poveikis jaučiamas darbo vietose.

Gauti modeliavimo rezultatai tinkami vertinti tik specifiniai modeliavimo aplinkos sprendinių visumai.

2.3 Apibendrinimas

Atlikus kompiuterinį patalpos vėdinamos DV būdu ir su papildomai įrengtomis DPV sistemų skirtingomis tiekimo grotelių įrengimo vietomis modeliavimą matyti, jog DPV sistema su žemiau numatytomis oro tiekimo grotelėmis nepažeidžia DV kuriamo bendro patalpos

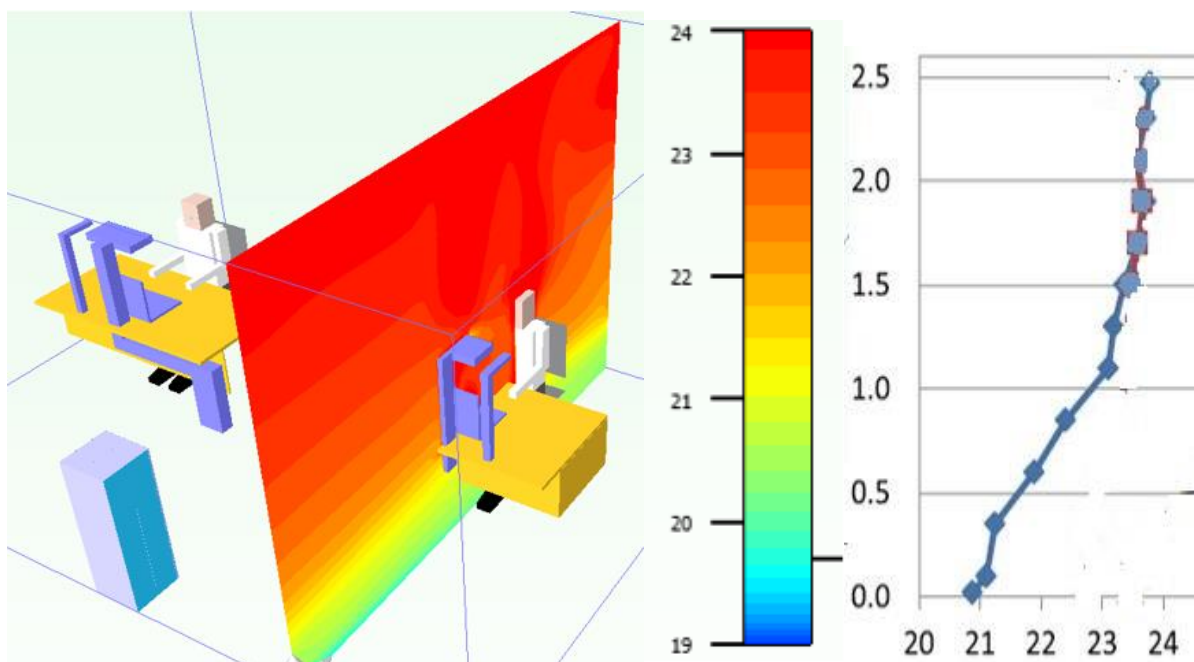
temperatūros gradiento. Taip pat, oro judėjimo greičiai neviršija norminio dydžio darbo zonose prie darbuotojų. Lyginant 2.19 pav. ir 2.23 pav. matome, jog DPV sistemos naudojimas užtikrina 0,89 proc. mažesnę CO₂ koncentraciją darbuotojų įkvėpimo zonos ore. Visu pajėgumu naudojama DPV sistema padeda sumažina temperatūrų tarp kojų ir galvos lygio skirtumą darbo vietose 0,2 °C bei sumažino oro temperatūrą prie krūtinės 2 °C (2.18 pav. ir 2.22 pav.). Toks temperatūros diapazonas prie darbuotojo kūno leidžia susireguliuoti DPV sistemą pagal individualų šiluminio komforto pojūtį. Visos pagrindinės sąlygos pasiekti komfortišką aplinką yra užtikrinamos, sukuriamos geros mikroklimato sąlygos darbo zonoje.

Atsižvelgiant į kompiuterinių modelių skaičiavimų rezultatus, matome, jog šios modeliuojamos aplinkos sprendimams labiau tinkamas sistemos įrengimo būdas su oro tiekimu žemiau (arčiau stalviršio).

3. MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO PROJEKGINĖ DALIS

3.1 Kompiuterinių skaičiavimų ir bandymo rezultatų palyginimas

Bekanalio asmeninio vėdinimo sistemų įrengimui atviros erdvės biuro patalpose atliekamas kompiuterinis modeliavimas. Siekiant įvertinti kompiuterinio modelio skaičiuojamų rezultatų atitikimą realioms sąlygoms, pagal M. Dalewski, A. K. Melikov ir M. Vesely (2014) laboratorijoje atliktą bandymą parengtas kompiuterinis patalpos modelis 3.1 pav.



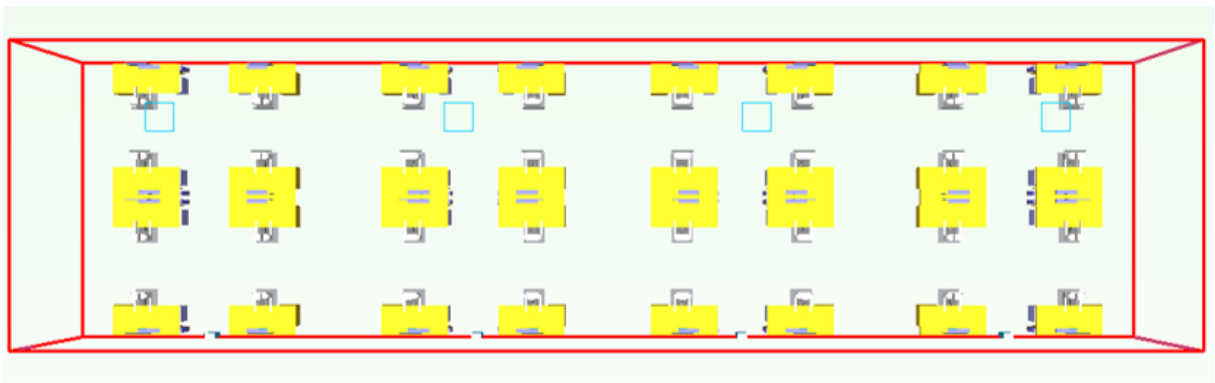
3.1 pav. Temperatūros kitimas patalpos pjūvyje. Maketas pagal M. Dalewski (2014) atliktą eksperimentą.

Kompiuteriui atlikus modelio skaičiavimus, gauti rezultatai lyginami su bandymo metu gautais duomenimis. Lyginamos patalpų oro temperatūros skirtinguose aukščiuose nuo grindų lygio, į DPV sistemą patenkančio oro temperatūra, CO₂ dujų koncentracija patalpos ore (1,1 m aukštyje virš patalpos grindų), PMV rodiklis. Gautas patalpos oro temperatūros vertės skirtingame aukštyje nuo grindų lygio patenka į išmatuotų temperatūros verčių, įvertinus bandyme naudotų prietaisų tikslumo paklaidas, intervalą. CO₂ koncentracija patalpos ore, iš DV tiektuvo sklindančio vėsnio švaraus oro srauto patenkančio į DPV sistemą temperatūra ir PMV rodiklis – neviršija paklaidos normų.

Parengto kompiuterinio modelio skaičiavimų rezultatai artimi bandymo metu gautų duomenų rezultatams. Daroma išvada, jog kompiuterinio modelio skaičiavimų duomenys yra tinkami modeliuojant vėdinimo sistemą patalpose.

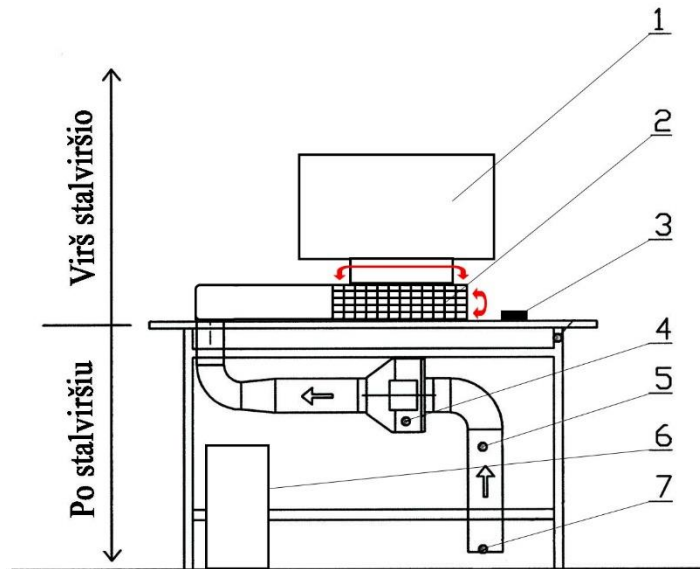
3.2 Tiriamosios DPV sistemos pritaikymas projektuojam atviro plano biuro patalpų pastate.

Pasirinktam biuro patalpų pastatui numatoma suprojektuoti tiriamojoje dalyje apžvelgtą ir modeliuotą DPV sistemą. Siekiant atlikti detalų patalpos modeliavimą parengiamas kompiuterinis modelis, kuriuo tikrinamas projektuojamos sistemos veikimas patalpoje. Įvertinus literatūros apžvalgoje pateiktus bandymų rezultatus dėl oro įsiurbimo angos aukščio nuo grindų lygio, pasirinktas optimalus aukštis. 0,1 m aukštyje įrengiama oro įsiurbimo anga užtikrina mažiausią teršalų nuo grindų paviršiaus įsiurbimą ir vėsesnio oro tiekimą į sistemą nei aukščiau įrengta oro įsiurbimo anga. Pasirinktas oro įsiurbimo angos aukštis užtikrina didžiausią DPV sistemos efektyvumą, tiekiant į darbo zoną švarų ir vėsų orą. 3.2 pav. pateikiamas parengto modelio vaizdas.



3.2 pav. 1-13 biuro patalpos modelis.

Atsižvelgiant į gautus kompiuterinio modelio skaičiavimo rezultatus ir bendrą patalpos išplanavimą, pasirinktas DPV sistemos įrengimo darbo vietoje vaizdas pateiktas 3.3 pav.



3.3 pav. Principinis įrengiamos DPV sistemos arba vietoje vaizdas: 1 - vaizduoklis; 2 – DPV tiekimo oro grotelės (200 mm pločio, 100 mm aukščio), kreipiančiosios reguliuojamos vertikaliai ir horizontaliai; 3 - DPV sistemos oro tiekimo ventiliatoriaus reguliatorius; 4 – oro tiekimo ventiliatorius ir triukšmo slopintuvas; 5 – DPV sistemos ortakiai; 6 – darbo vietos kompiuteris; 7 – DPV sistemos oro paėmimo anga su kietų dalių filtru (100 mm nuo grindų lygio).

3.3 Aiškinamasis raštas

Baigiamajame darbe projektuojamos inžinerinės sistemos biuro patalpų pastatui Vilniaus mieste. Pastato naudingas plotas – 5777 m². Didžiąją dalį pastato sudaro atviros erdvės biuro patalpos, be jų yra kavinės zona, virtuvės, posėdžių patalpos ir kt. Viso pastato grindys virš grunto. Šilumos punktas įrengiamas pirmame aukšte.

Vėdinimas

Vėdinimo dalyje projektuojamos sistemos įvairios paskirties patalpoms: maisto tiekimo ir vartojimo patalpoms, atviro plano biuro patalpoms, tualetams ir pagalbinėms patalpoms. Pastate mechaniškai vėdinamos visos patalpos išskyrus šilumos punktą, kuriame užtikrinama 0,5 h⁻¹ oro kaita per įrengtas dvi natūralios tėkmės groteles. Vėdinimo įranga projektuojama ant pastato stogo. Pastate projektuojamos trys rekuperacinės oro tiekimo-šalinimo sistemos (PI), 18-a oro šalinimo sistemų (I). Oro šalinimo sistemomis per stoginius ventiliatorius šalinamas oras iš tualetų, dušų ir virtuvių.

Pastate projektuojamos oro tiekimo-šalinimo ir šalinimo sistemos. Triukšmui mažinti montuojami triukšmo slopintuvai. Agregatai numatyti su įrengtais filtrais ir vandeninėmis tiekiamo oro pašildymo sekcijomis.

Bendras viso pastato tiekiamo ir ištraukiamo oro kiekis $L_{tiek} = L_{sal} = 36176 \frac{m^3}{h}$. Visi skaičiavimai atlikti pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ normatyvo reikalavimus.

Atviro biuro patalpų vėdinimas įrengiamas atsižvelgiant į tiriamojo darbo rezultatus. Numatomi išstumiamojo vėdinimo (DV) oro sklaidytuvai su bekanaliais asmeniniai oro tiekimo įrenginiais kiekvienoje darbo vietoje (žr. 3.2 pav. ir 3.3 pav.).

Šildymas

Šildymo dalyje projektuojama grindinio šildymo sistema biurų patalpoms. Kitos patalpos šildomos radiatoriais ir konvektoriais. Bendra šildymo sistemos galia 196,15 kW. Grindinis šildymas projektuojamas visose atviro tipo biuro patalpose. Šis šildymo būdas geriausiai veikia kartu su DV vėdinimo būdu, kuris pasirinktas šioms patalpoms. Taip išlaikoma vertikalus temperatūros gradientas. Grindų paviršiaus temperatūra apribojama 26 °C, siekiant išvengti vėsaus DV tiekimo tiekiamo oro sluoksnio pakilimo aukščiau. Koridorių ir kitų patalpų šildymui numatyti konvektoriai ir radiatoriai, vidinių patalpų nuostoliai paskirstomi kitoms, aplinkinėms patalpoms. Vamzdynai tiesiami pirmo aukšto palubėje ir grindyse.

Šildymo dalyje skaičiuojama įranga, kuri pastate užtikrins komfortines sąlygas. Parenkami „Purmo“ gamintojo apatinio ir šoninio jungimo radiatoriai. Šildymo prietaisai komplektuojami su termostatiniais ventiliais, o sistemos atšakoms numatomi balansiniai ventiliai. Parenkamas šildymo sistemos šilumokaitis.

Vėsinimas

Baigiamajame darbe projektuojama centrinė vėsinimo sistema su galiniais recirkuliaciniais įrenginiais ir pasyviomis šalčio sijomis. Bendra vėsinimo galia siekia 138,6 kW. Galiniai įrenginiai vėsa aprūpinami ant pastato stogo projektuojamos šalčio mašinos. Visos oro kondicionavimo sistemos yra sujungtos plastikiniais vamzdžiais, taip pat prie kiekvieno galinio įrenginio numatoma sumontuoti balansinius vožtuvus ir uždaromuosius ventilius. Visą suprojektuotą įrangą kontroliuos elektroniniai valdikliai.

Atviro biuro patalpų vėsinimui įrengiamos pasyvios šalčio sijos. Šis vėsinimo būdas pasirinktas siekiant išlaikyti vertikalų temperatūros gradientą, kuris atsiranda dėl DV.

3.4 Pastato vietovės klimato duomenys bei patalpų mikroklimatas ir jo palaikymo sistemos.

Skyriuje pateikiami patalpų mikroklimato projektiniai parametrai ir projektiniai vietovės klimato duomenys reikiami pastato inžinerinių sistemų projektavimui.

3.4.1 Pastato statybos vietovės klimato duomenys

Projektuojamas atviro biuro patalpų pastatas Vilniuje. Reikalingi klimatiniai duomenys imami iš RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“ Vilniaus CAM stebėjimo stoties.

- Šildymo sezono vidutinė temperatūra, kai vidutinė paros oro temperatūra žemesnė už 10 °C yra 0,2 °C;
- Šildymo sezono trukmė, kai vidutinė paros oro temperatūra mažesnė už 10 °C: 225 paros;
- Dienolaipsnių skaičius, kai vidutinė paros oro temperatūra mažesnė už 10 °C: 4005;
- Projektinė lauko oro temperatūra šaltuoju metų laiku: -23,0 °C;
- Projektinė lauko oro temperatūra šiltuoju metų laiku: 26,1 °C;
- Projektinė lauko oro entalpija šiltuoju metų laiku: $53,2 \frac{kJ}{kg}$;
- Santykinė drėgmė: metinė 80 %;
- Vėjo greitis: metinis $3,6 \frac{m}{s}$.

3.4.2 Pastato mikroklimatas ir jo palaikymo sistemos

Palaikoma temperatūra pastate numatyta vadovaujantis Lietuvoje galiojančiomis higienos normomis – HN42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“.

3.1 lentelėje pateikiama trijų patalpų numeriai, plotai ir reikiama didžiausia šildymo galia šaltuoju metų laiku. Taip pat, nurodomi tiekiamas ir šalinamas oro kiekiai patalpoms bei reikiama didžiausia vėsinimo galia šiltuoju metų laiku.

Lentelė 3.1. Pastato patalpų projektinių parametų suvestinė

Nr.	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²	Šildymo galia, W	Tiekiamo oro kiekis, $\frac{m^3}{h}$	Šalinamo oro kiekis, $\frac{m^3}{h}$	Vėsinimo galia, W
1	2	3	4	5	6	7
1-2	Priimamasis	90	8947	648	648	16806
1-3	Kavinė	90	7437	1620	1620	13791
1-13	Biuro patalpa	192	8142	1152	1152	13319

Visų patalpų projektiniai parametrai pateikiama prieduose (1 Priedas. „Patalpų projektinių parametų suvestinė“).

3.4.3 Pastato savitieji šilumos nuostoliai

Pastato atitvarų savitieji šilumos nuostoliai apskaičiuojami pagal STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo galia. Šilumos poreikis šildymui“ normatyve pateiktą metodiką. Numatyta projektuojamo pastato energinio naudingumo klasė A. Šilumos nuostolių skaičiavimams naudojamos norminės atitvarų ir ilginių šiluminių tiltelių vertės priimamos pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų Energinio naudingumo projektavimas“ normatyvą.

3.2 lentelėje pateikiama trijų patalpų atitvarų savitųjų šilumos nuostolių $H_{el} \left(\frac{W}{K}\right)$ skaičiavimo rezultatai: Priimamojo (1-2 patalpa), kavinės (1-3 patalpa) ir biuro patalpos (1-13 patalpa).

Lentelė 3.2. Pastato patalpų šilumos nuostolių per atitvaras suvestinė.

Pat. nr.	Temp., °C	Atitvaros					Pataisų suma $1+\Sigma\Delta k$	SŠN per atitvarą $H_{el}, \frac{W}{K}$	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{el} = H_{en}, \frac{W}{K}$
		Pav. ir orient.	Ilgis, m	Aukštis (plotis), m	Plotas, m ²	$U, \frac{W}{m^2 \cdot K}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	20	GG	1,00	90,00	90,00	0,160	1,02	14,69	127,12
		S/PR	10,09	7,05	36,72	0,150	1,02	5,62	
		L/PR	1,85	3,10	34,41	1,100	1,02	38,61	
		S/V	12,24	7,05	14,37	0,150	1,02	2,20	
		L/V	1,60	3,10	9,92	1,100	1,02	11,13	
1-3	20	L/V	5,00	3,10	62,00	1,100	1,02	69,56	91,52
		GG	1,00	90,00	90,00	0,160	1,02	14,69	
		S/PR	13,30	7,05	59,36	0,150	1,02	9,08	
		L/PR	1,85	3,10	34,41	1,100	1,02	38,61	
		S/R	15,57	7,05	81,87	0,150	1,02	12,53	
1-13	20	L/R	0,90	3,10	27,90	1,100	1,02	31,30	106,52
		GG	1,00	192,00	192,00	0,160	1,02	31,33	
		S/V	31,08	3,45	14,23	0,150	1,02	2,18	
		L/V	5,00	3,10	93,00	1,100	1,02	104,35	

Savitųjų šilumos nuostolių per ilginius šiluminius tiltelius $H_{\psi} \left(\frac{W}{K}\right)$ trijų patalpų skaičiavimo rezultatai pateikiami 3.3 lentelėje.

Lentelė 3.3. Pastato patalpų šilumos nuostolių per ilginius šiluminius tiltelius suvestinė.

Pat. nr.	Tiltelio			Pataisų suma $1+\Sigma\Delta k$	SŠN per atitvarą $H_{el}, \frac{W}{K}$	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{el} = H_{en}, \frac{W}{K}$
	Pavadinimas	Ilgis, m	$U, \frac{W}{m^2 \cdot K}$			
1	2	3	4	5	6	7
1-2	P-S	22,33	0,100	1,02	2,28	9,57
	L-S	143,00	0,050	1,02	7,29	
1-3	P-S	28,87	0,100	1,02	2,94	10,05
	L-S	139,40	0,050	1,02	7,11	
1-13	P-S	31,08	0,100	1,10	3,42	8,76
	L-S	97,20	0,050	1,10	5,35	

Savitųjų šilumos nuostolių dėl šalto oro infiltracijos skaičiavimų rezultatai pateikiami 3.4 lentelėje.

Lentelė 3.4. Pastato patalpų šilumos nuostolių dėl infiltracijos suvestinė.

Patalpos nr.	Oro kaita n_{in}, h^{-1}	Plotas A_p, m^2	h, m	Δk_c	Δk_b	k_g	$L_{nv}, \frac{m^3}{h}$	SŠN dėl infiltracijos $H_{in}, \frac{W}{K}$
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1-2	0,3	90	6,70	1,2	-0,1	0,0061	196,57	66,83
1-3	0,3	90	6,70	1,2	-0,1	0,0061	196,57	66,83
1-13	0,3	192	3,30	1,1	-0,1	0,0061	189,33	64,37

Visų patalpų šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė pateikiama prieduose (2 Priedas. „Pastato savitųjų šilumos nuostolių ir projektinės šiluminės galios skaičiavimo suvestinė“).

Viso pastato savitieji šilumos nuostoliai lygūs $4,60 \frac{kW}{K}$.

3.4.4 Patalpų mikroklimate palaikymo sistemų projektinės galios

Pastato projektinio šildymo kiekių patalpoms skaičiavimo rezultatai pateikiama 2.7.2 skyriuje, 3.4.1 lentelėje ir prieduose (1 Priedas. „Patalpų projektinių parametru suvestinė“).

Mechaninių vėdinimo sistemų tiekiamam orui sušildyti iki projektinių temperatūrų reikiamo šilumos kiekio skaičiavimai pateikti 3.5 lentelėje.

Lentelė 3.5. Pastato mechaninio vėdinimo sistemų tiekiamo oro šildymui reikiamo šilumos kiekio suvestinė.

Patalpos nr.	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²	$L_{ev}, \frac{m^3}{h}$	η_{hr}	$H_{ev}, \frac{W}{K}$
1	2	3	4	5	6
1-2	Priimamasis	90	648	0,6	88,13
1-3	Kavinė	90	1620	0,6	220,32
1-13	Biuro patalpa	192	1152	0,6	156,67

Visų patalpų mechaninių vėdinimo sistemų tiekiamam oro sušildyti reikiamo šilumos kiekio skaičiavimų suvestinė pateikiama prieduose (3 Priedas. „Pastato mechaninių vėdinimo sistemų tiekiamo oro sušildymui reikiamos projektinės galios skaičiavimo suvestinė“).

Šiltuoju metų laiku mechaninė vėdinimo sistema negali užtikrinti projektinės patalpų temperatūros ir palaikyti komfortinių sąlygų patalpose. Siekiant užtikrinti projektines sąlygas patalpose projektuojama vėsinimo sistema. Vėsinimo galia patalpoms skaičiuojama „Daikin Dil heat load calculation“ programos pagalba. Programoje nurodomi projektuojamo pastato vietovės klimatiniai duomenys ir suvedami reikiami patalpų parametrai: plotas, atitvarų kiekiai pasaulio šalių atžvilgiu ir jų savybės, apšvietimo ir apsaugos nuo saulės priemonių parametrai, žmonių skaičius ir patalpos užimtumas. Programa apskaičiuoja kiekvienai patalpai reikiamą vėsos galią. Įvedus visus reikiamus duomenis programa pateikia skaičiavimų rezultatus.

3.6 lentelėje pateikiama didžiausia vėsinimo galia patalpoms.

Lentelė 3.6. Pastato vėsinimo galios poreikis darbo dienos metu.

Pat. nr.	Apkrovos galia tam tikrą valandą, W							Didžiausia apkrovos galia, W	Valanda, h
	08:00	09:00	10:00	14:00	15:00	16:00	17:00		
1-2	8880	10191	10829	11881	14801	16496	16806	16806	17:00
1-3	13177	13791	13313	4282	3916	3509	3064	13791	09:00
1-13	7198	7555	6726	9789	12247	12916	13319	13319	17:00

Visų patalpų didžiausia vėsinimo apkrovos projektinė galia pateikiama prieduose (1 Priedas. „Patalpų projektinių parametrų suvestinė“).

Bendras viso pastato vėsos poreikis skaičiuojamas kiekvienai valandai. Didžiausias pastato vėsos poreikis 17 h siekia 200,79 kW.

3.5 Pastato vidaus patalpų mikroklimato sistemų projektavimas

Skyriuje aprašomi pasirinkti sprendimai. Projektuojamos šildymo, vėdinimo ir vėsinimo sistemos užtikrinti komfortiškomis darbo sąlygoms visus metus.

3.5.1 Pastato vėdinimo sistemų projektavimas

Pastatui vėdinti projektuojamos trys rekuperacinės oro tiekimo-šalinimo sistemos (PI). Vėdinimo sistemos projektuojamos pagal patalpų ypatybes. Pirmoji sistema skirta atviro plano biuro patalpoms vėdinti, antroji užtikrina projekcinį švaraus oro kiekio tiekimą į kitas patalpas. Šioms sistemoms numatomi rotaciniai šilumogrąžos įrenginiai. Atskira mechaninė vėdinimo sistema su plokšteliniu šilumokaičiu numatoma kavinės zonoje.

Užterštam orui iš sanitarinių mazgų, dušų ir virtuvių šalinti projektuojama aštuoniolika oro šalinimo (I) sistemų. Projektinis oro kiekis šalinimas stoginiais ventiliatoriais.

Bendras viso pastato tiekiamo ir ištraukiamo oro kiekiai lygūs $L_{\text{tiek}}=L_{\text{šal}}=36176 \frac{m^3}{h}$. 3.1 lentelėje pateikiami projektiniai pastato mechaninių vėdinimo sistemų tiekiamo ir ištraukiamo oro kiekiai daliai patalpų. Kitų patalpų projektiniai oro kiekiai pateikiami prieduose (1 Priedas. „Patalpų projektinių parametrų suvestinė“). Visi skaičiavimai atlikti pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ normatyvo reikalavimus.

3.5.1.1 Vėdinimo sistemos aerodinaminis skaičiavimas

Mechaninio vėdinimo įrenginių parinkimui atliekami aerodinaminiai skaičiavimai. Ortakiai nuo vėdinimo įrenginio iki tolimiausio prietaiso suskirstomi ruožais – ruožo ribos žymimos atsišakojimais, todėl kiekviename ruože pratekantis oro srautas pastovus. Suskirstčius sistemą į ruožus skaičiuojami oro kiekiai tekantys kiekviename ruože. Parenkami „Komfovent“ gamintojo ortakiai, įvertinamas oro judėjimo greitis ir nuostoliai dėl trinties bei vietinės kliūtyse.

3.7 ir 3.8 lentelėse pateikti aerodinaminiai skaičiavimai PI-1 sistemos tiekimo ir ištraukimo ortakiuose. Mechaninio vėdinimo sistema PI-1 užtikrina biuro patalpų vėdinimą.

Lentelė 3.7. Aerodinaminis oro tiekimo sistemos skaičiavimo suvestinė. PI-1 sistemai.

Ruožo nr.	$L, \frac{m^3}{h}$	l, m	d, mm	$v, \frac{m}{s}$	$R, \frac{Pa}{m}$	Rl, Pa	Z, Pa	Rl+Z, Pa
1	18000	3,30	1000	6,8	1,8	5,94	13,50	19,44
2	12384	8,10	800	5,5	2,1	17,01	10,50	27,51
3	8640	3,60	800	4,8	1,3	4,68	7,15	11,83
4	4896	3,60	630	4,3	1,2	4,32	8,60	12,92
5	1296	33,90	400	3,2	1,8	61,02	10,25	71,27
6	1008	11,72	315	3,6	2,0	23,44	5,80	29,24
7	720	11,72	250	3,9	2,3	26,96	7,20	34,16
8	432	11,72	200	3,4	2,4	28,13	5,50	33,63
9	144	14,10	125	2,6	3,0	42,30	12,20	54,50
Σ						182,74	111,75	294,49

Lentelė 3.8. Aerodinaminis oro ištraukimo sistemos skaičiavimo suvestinė. PI-1 sistemai.

Ruožo nr.	$L, \frac{m^3}{h}$	l, m	d, mm	$v, \frac{m}{s}$	$R, \frac{Pa}{m}$	Rl, Pa	Z, Pa	Rl+Z, Pa
1'	18000	3,30	1000	6,8	1,8	5,94	12,20	18,14
2'	12384	8,10	800	5,5	2,1	17,01	13,10	30,11
3'	8640	3,60	800	4,8	1,3	4,68	12,00	16,68
4'	4896	3,60	630	4,3	1,2	4,32	10,80	15,12
5'	1296	28,30	400	3,2	1,8	50,94	11,50	62,44
6'	1008	11,70	315	3,6	2,0	23,40	6,00	29,40
7'	720	11,72	250	3,9	2,3	26,96	8,60	35,56
8'	432	11,72	200	3,4	2,4	28,13	5,90	34,03
9'	144	14,12	125	2,6	3,0	42,36	7,10	49,46
Σ						203,73	87,2	290,93

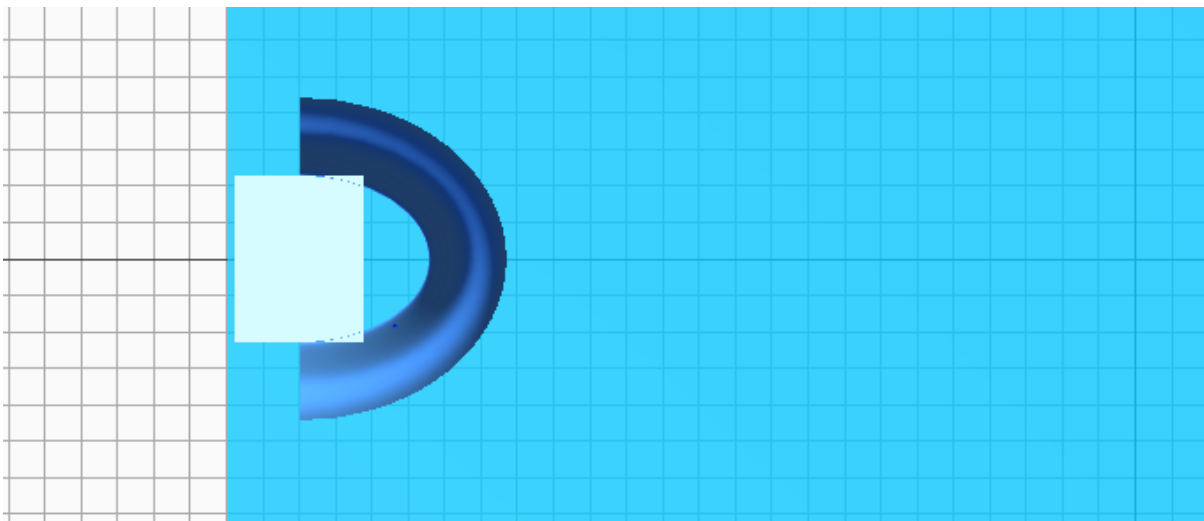
Sistemos PI-1 slėgio nuostoliai nuo vėdinimo įrenginio iki nepatogiausio tiektuvo tiekimo ortakiose - 294 Pa, oro ištraukimo dalyje – 291 Pa. Kitų vėdinimo sistemų aerodinaminiai skaičiavimai analogiški.

3.5.1.2 Vėdinimo sistemos įrenginių parinkimas

Vėdinimo sistemoms parinkti „Komfovent“ gamintojo apvalūs ortakiai, į kurių savybes atsižvelgiant atlikti aerodinaminiai sistemų skaičiavimai. Pagal apskaičiuotus kitų atšakų aerodinaminis nuostolius parenkamos reguliavimo sklendės „Iris“. Vietose, kuriose ortakiai kerta perdangas numatomos apvalios priešgaisrinės sklendės „UVA“ su išsilydančiu elementu.

Biuro patalpose, kuriose projektuojamas išstumiamasis vėdinimas įrengiami „Flaktwoods“ gamintojo „DVHA-200“ ir „DVHA-125“ lėto judesio skirstytuvai. Įrenginių

parinkimui naudojama gamintojo parinkimo programa. 3.4 pav. tamsiai mėlyna spalva vaizduojamas skirstytuvo tiekiamos projektinio oro srauto izo-paviršius (kai oro judėjimo greitis $0,2 \frac{m}{s}$). Vienas „DVHA-200“ skirstytuvus į patalpą tiekia $288 \frac{m^3}{h}$.

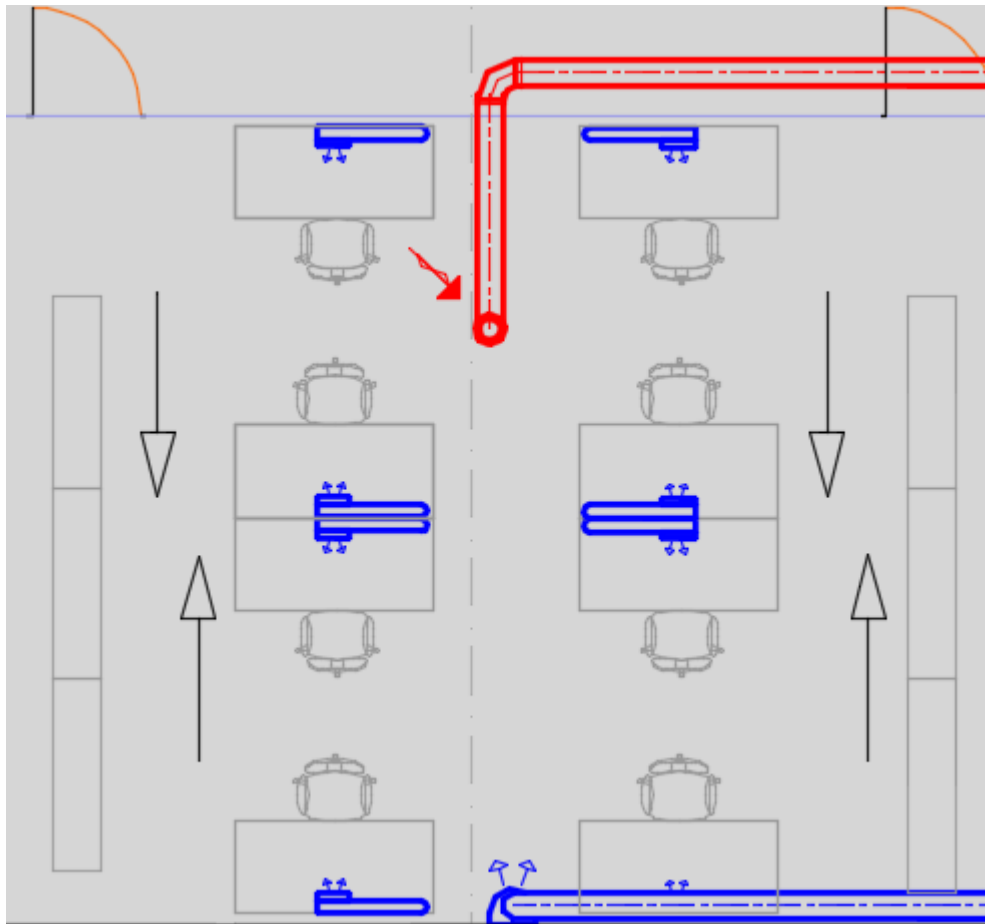


3.4 pav. Lėto judesio skirstytuvų tiekiamo oro izo-paviršius, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2 \frac{m}{s}$.
Vaizdas iš viršaus.

Iš paveikslėlio matyti, jog 0,4 m atstumu prieš tiektuvą ir 0,25 m atstumu tiektuvo šonuose (tarpai tarp pateikto tinklelio linijų 0,1 m) oro tiekimo greitis didesnis už rekomenduojamą darbo vietoje. Žmonių darbo vietos patalpoje įrengiamos didesniu atstumu nuo oro tiektuvų, kur oro srauto greitis neviršija komfortinio.

Nagrinėjamoje 1-13 patalpoje numatoma įrengti trisdešimt dvi darbo vietas ir keturis lėto judesio oro tiektuvus. Užtikrinus oro tiekimą į biuro patalpą, papildomai kiekvienai darbo vietai įrengiamos DPV sistemos. Parenkami kanaliniai ventiliatoriai su srauto reguliavimo galimybe, valdikliai įrengiami darbo vietose. DPV sistema gali būti išjungiamą, arba tiekti iki $36 \frac{m^3}{h}$ oro kiekį į darbo zoną. Ventiliatoriaus garso lygis neviršija 33 dB(A), tačiau atsižvelgiant į didelį jų kiekį (32 vnt.) ir kitus triukšmą skleidžiančius įrenginius numatoma papildomai įrengti garso slopintuvus. Darbo vietoje, ant stalviršio, po vaizduokliu ortakyje įrengiamos 200 mm pločio ir 100 mm aukščio oro tiekimo grotelės, su trimis dalimis reguliuojamų kreipiančiųjų. Vienomis oro srauto kryptis reguliuojama vertikalia kryptimi, kitomis – horizontalia. Oro paėmimo ortakis įrengiamas stalo pusėje esančioje arčiau DV lėto judesio skirstytuvo, 100 mm atstumu nuo grindų paviršiaus. Oro ėmimo angos aukštis pasirinktas atsižvelgiant į literatūros apžvalgoje nagrinėtus tyrimų rezultatus. Siekiant užtikrinti švaraus oro tiekimą į darbo zoną,

oro įsiurbimo angoje numatoma įrengti kietų dalelių oro filtrą. Taip pat, įvertinus žmonių vaikščiojimo daromą poveikį oro srauto maišymuisi, numatyta pagrindinę vaikščiojimo zoną įrengti kitoje darbo vietų pusėje, nei įrengtas oro tiektuvas. 3.7 pav. pateikiamas principinis vieno tiektuvo zonos įrengimo vaizdas



3.5 pav. Principinis vieno lėto judesio DV su numatomais DPV tiektuvais įrengimo vaizdas.

Apskaičiavus reikiamus oro kiekius patalpų vėdinimui ir atlikus hidraulinius vėdinimo sistemos skaičiavimus parenkamas vėdinimo įrenginys. „Swegon ProUnit“ programos pagalba, PI-1 sistemai parenkamas „GOLD RX“ įrenginys. Įrenginio techninės charakteristikos pateikiamos prieduose (4 priedas. „Vėdinimo sistemos PI-1 vėdinimo įrenginio techninės charakteristikos“).

Oro ištraukimo sistemoms parenkami stoginiai „Komfovent DVA-220“ vertikalaus oro išmetimo ventiliatoriai su greičio reguliavimo galimybe.

Oro tiekimui į kitas patalpas „Flaktwoods“ gamintojo programos pagalba parenkami „RPPH“ tipo lubiniai tiektuvai. Tiektuvai parenkami atsižvelgiant į žmonių buvimo zoną (1,8 m

nuo grindų paviršiaus) patenkančio oro srauto greitį. Oro ištraukimui parenkami „Komfovent DVS“ difuzoriai.

Ortakių priežiūrai, valymui numatomi pravalymo liukai. Liukai įrengiami ne didesniu kaip 10 m atstumu ir ten, kur sumontuojami ortakių posūkiai.

3.5.1.3 Vėdinimo sistemos medžiagų žiniaraštis

3.9 lentelėje pateikiamas PI-1 vėdinimo sistemos medžiagų žiniaraštis.

Lentelė 3.9. Vėdinimo sistemos medžiagų žiniaraštis. PI–1 sistemai.

Eilės Nr.	Pavadinimas, tipas, charakteristikos	Vienetai	Kiekis
1	„Komfovent“ cinkuotos skardos ortakiai, B sandarumo klasė:		
1.2	Ø125	m	86
1.4	Ø200	m	400
1.5	Ø250	m	128
1.6	Ø315	m	68
1.7	Ø400	m	222
1.9	Ø630	m	12
1.10	Ø800	m	14
1.11	Ø1000	m	10
2	„Swegon“ vėdinimo įrenginys „Gold RX“. Tiekiamo ir šalinamo oro kiekiai: $L=+18000/-18000 \frac{m^3}{h}$. Komplektacija: Rotacinis šilumokaitis (efektyvumas $\geq 78\%$); Šildymo sekcija 2 3kW; Vėsinimo sekcija 66 kW; Tiekiamo ir šalinamo oro filtrai; Tiekiamo ir šalinimo oro ventiliatoriai; Uždarymo sklendės su elektromechanine pavara (2 vnt.); Su triukšmo slopintuvais; Su pilnu automatikos komplektu; Antivibraciniai laikikliai ir tvirtinimo rėmas	vnt.	1
3	„Komfovent“ reguliavimo sklendės „Iris“:		
3.4	Ø200	vnt.	33
3.7	Ø400	vnt.	9
4	„Komfovent UVA“ ugnies vožtuvai:		
4.1	Ø400	vnt.	11
5	„Komfovent DVS“ oro ištraukimo difuzoriai		
5.1	Ø125	m	9
5.2	Ø200	m	115
6.	„Flaktwoods“ lėto judesio skirstytuvai:		
6.1	DVHA-125	vnt.	9
6.2	DVHA-200	vnt.	115
7.	Ortakių fasoninės dalys ir tvirtinimo elementai	kompl.	1
8.	Šiluminė izoliacija iš akmens vatos demblių, 100mm	m ²	38
9.	Ašiniai ventiliatoriai Ø100. Garso lygis ≤ 33 sB(A), našumas $0-36 \frac{m^3}{h}$.	vnt.	496
10.	Triukšmo slopintuvai Ø100	vnt.	496
11.	Oro tiekimo grotelės (200x100) mm. Su vertikaliomis ir horizontaliomis tiekiamo oro srauto kreipiančiosiomis.	vnt.	496

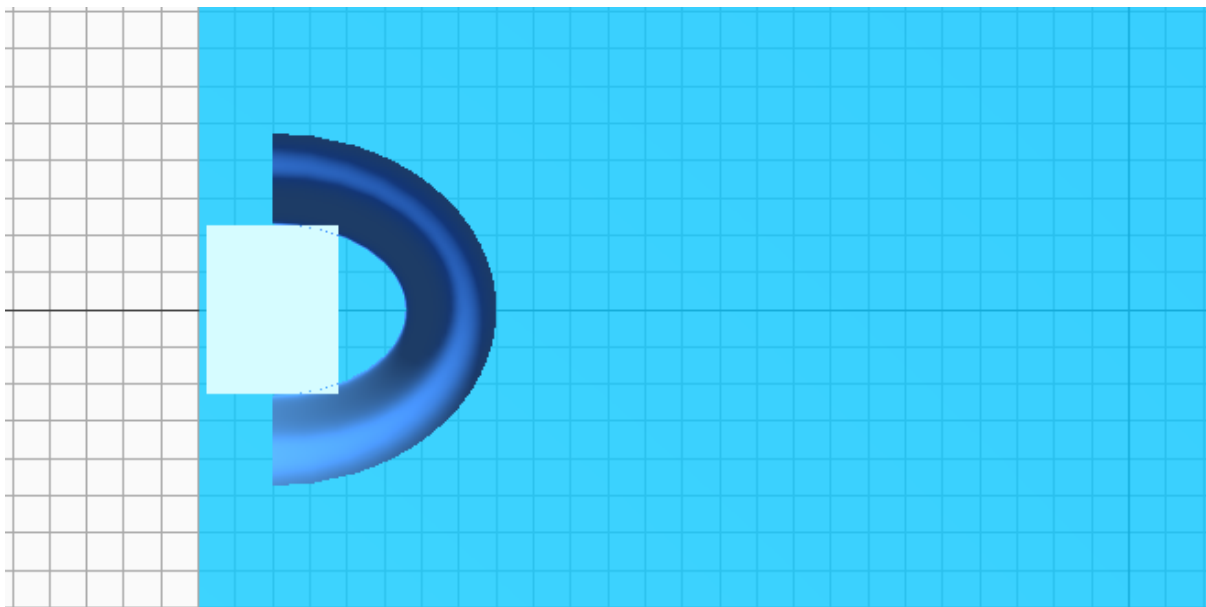
Pagal sudarytą kiekių žiniaraštį parengiama PI-1 vėdinimo sistemos sąmata naudojantis „ProSama“ kompiuterine sąmatų sudarymo programa. Sistemos sąmata pridedama prieduose (5 Priedas. „Mechaninio vėdinimo sistemos PI-1 sąmata“).

3.5.2 Pastato vėsinimo sistemos projektavimas

Projektuojamos vėsinimo sistemos pagrindiniai elementai: šaldymo mašina, galiniai įrenginiai, temperatūros mažinimo mazgas, virš pakabinamų lubų įrengti vamzdiniai, taip pat numatoma uždaromoji ir balansinė armatūra padedanti subalansuoti sistemą bei automatika, kuri valdys visą vėsinimo sistemą. Galiniai recirkuliaciniai vėsinimo sistemos įrenginiai parinkti „Flaktwoods“ parinkimo programa. Projektuojant biurų patalpų vėsinimo sistemą priimti sprendiniai, kurie derėtų su tiriamojoje dalyje tirta ir projektuojama DV su DPV vėdinimo sistema. Siekiant išvengti oro maišymosi ir išlaikyti vertikalų temperatūros patalpos oro pasiskirstymą pasirenkamas pasyvus vėsinimo būdas. Galiniai įrenginiai – patalpos lubose montuojamos ventiliatorių neturinčios šalčio sijos. Schiavon S.ir kt. (2012) atkito tyrimo metu nustatė, jog siekiant išlaikyti mažesnę nei trijų laipsnių temperatūros skirtumą 0,1 m ir 1,1 m aukščiuose virš grindų lygio, pasyvus lubinis vėsinimas turėtų užtikrinti tik dalį vėsos poreikio. Rekomenduojama lubinio vėsinimo galia neturėtų viršinti 60 proc. viso vėsos galios poreikio. Vertinamos biuro patalpos (nr. 1-13) didžiausias vėsos poreikis 13319 W, tiekiamas oro kiekis $1152 \frac{m^3}{h}$. Gamintojo parinkimo programos pagalba parenkamos „Flaktwoods QPVA“ šalčio sijos. Siekiant išlaikyti tolygų šalčio sijų vėsinimo poveikį, numatomos 8-ios šalčio sijos, kurių bendra didžiausia vėsinimo galia siekia 7392 W. Lubose įrengiamos šalčio sijų galia sudaro 55 proc. bendros vėsos apkrovos. Likusią dalį vėsos galios poreikio užtikrins DV sistemos į patalpą tiekiamas vėsesnis oras. Pagal „ASHRAE“ standarte pateiktą metodiką skaičiuojamas reikiamas į patalpą tiekti vėsaus oro kiekis.

Vertinamai biuro patalpai padengti didžiausią vėsos poreikį reikiamas tiekti oro kiekis $1302 \frac{m^3}{h}$, kai temperatūrų skirtumas tarp tiekiamo ir patalpos oro 5,5 °C (standarte rekomenduojamas dydis, siekiant išvengti darbuotojų patiriamo diskomforto), o vėsos galios poreikis įvertinus pasyvius vėsinimo įrenginiu 5927 W. Atviro plano biuro patalpos lėto judesio skirstytuvui, esant didžiausiam vėsos poreikiui, papildomai numatomas $150 \frac{m^3}{h}$ oro kiekis. 3.6

pav. pateikiamas parinktų skirstytuvų tiekiamo padidinto tiekiamo oro srauto izo-paviršius (kai oro judėjimo greitis $0,2 \frac{m}{s}$).



3.6 pav. Lėto judesio skirstytuvų tiekiamo padidėjusio oro kiekio izo-paviršius, kai oro judėjimo greitis $\geq 0,2 \frac{m}{s}$. Vaizdas iš viršaus.

Iš paveikslo matyti, jog tiekiamo oro srauto ribos, kuriose būtų siekiamas diskomfortą sukeliantis oro judėjimo greitis, padidėjo neženkliai. Diskomfortas nebus jaučias 0,3 m atstumu nuo tiektuvo į šonus ir 0,45 m atstumu prieš tiektuvą (tarpai tarp pateikto tinklelio linijų 0,1 m).

Padidinus PI-1 sistemos tiekiamo oro kiekį, oro greičiai ortakių atšakose į biuro patalpas neviršija $3 \frac{m}{s}$. Vėdinimo įrenginys parenkamas su alternatyviu veikimo režimu, kuris užtikrintų padidėjusį tiekiamo oro poreikį. Vėdinimo įrenginio alternatyvaus veikimo režimo techniniai parametrai pateikiami prieduose (4 priedas. „Vėdinimo sistemos PI-1 vėdinimo įrenginio techninės charakteristikos“).

Kitų patalpų vėsinimui parenkami recirkuliaciniai „Flaktwoods QFDH“ galiniai įrenginiai. Recirkuliaciniams įrenginiams vėsinimo sistemos tiekiamas fluidas $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$, grįžtamas $-12 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Numatoma susidarančio kondensato nuvedimo sistema į nuotekų stovus. Šalčio sijų vėsinimo kontūre įrengiamas fluideo temperatūros mažinimo, skysčio pamaišymo mazgas. Tiekiamo vėsinimo agento temperatūra $17 \text{ }^{\circ}\text{C}$, grįžtamo $-22 \text{ }^{\circ}\text{C}$. 3.10 lentelėje pateikiama dalies vėsinimo sistemos galinių įrenginių parinkimo suvestinė.

Lentelė 3.10. Patalpų vėsinimo sistemos galinių įrenginių parinkimo suvestinė.

Pat. nr.	A, m ²	Didž. apkrova, W	Įreng. galia, W	vnt.	Tipas	fluido debitas, $\frac{kg}{h}$	Slėgio nuost., Pa	Triukšmo lygis, dB	Pavara
1-2	90	16806	17902	2	QFDK-60	1634,4	30,2	39	vidutinė
1-3	90	13791	7199	2	QFDK-50	1310,4	20,3	31	vidutinė
1-13	192	13319	924	8	QPVA-300-140	158,4	5,77	-	-

Visų patalpų šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė pateikiama prieduose (6 Priedas. „Pastato patalpų vėsinimo sistemos galinių įrenginių parinkimo suvestinė“).

Vėsinimo sistemai reikalinga šaltčio mašina parenkama „Daikin“ firmos „Chillers selections“ programa. Įvertinus nustatytą pastato vėsos galios poreikį galiniams įrenginiams, parenkamas vėsinimo įrenginys „Daikin EWAQ210DAYN“, kuris montuojamas ant pastato stogo. Atsižvelgiant į oro sąlygas šaltuoju metų laiku, sistemai užpildyti parenkamas vandens ir etilenglikolio mišinys. Mišinyje numatoma 35 proc. etilenglikolio siekiant išvengti mišinio užšalimo ir vamzdynų bei visos įrangos pažeidimų. Įrenginio charakteristikos pateikiamos prieduose (7 priedas. „Vėsinimo įrenginio techninės charakteristikos“).

3.5.2.1 Vėsinimo sistemos medžiagų žiniaraštis

3.11 lentelėje pateikiamas vėsinimo sistemos medžiagų žiniaraštis.

Lentelė 3.11. Pradžia. Vėsinimo sistemos medžiagų žiniaraštis.

Eilės nr.	Pavadinimas, tipas, charakteristikos	Vienetai	Kiekis
1	„Wavin“ daugiasluoksniai vamzdžiai:		
1.1	d20	m	330
1.2	d25	m	243
1.3	d32	m	186
1.4	d40	m	264
1.5	d50	m	222
1.6	d63	m	60
2	„Daikin“ vėsinimo įrenginys „EWAQ130DAYN“. Vėsos galia 139,1 kW. Komplektacija: Su pilnu automatikos komplektu; Antivibraciniai laikikliai ir tvirtinimo rėmas	vnt.	1
3	„Flaktwoods“ recirkuliaciniai galiniai įrenginiai:		
3.1	QFDH-10, 1913 W, žema pavara	vnt.	3
3.2	QFDH-10, 2413 W, vidutinė pavara	vnt.	3
3.3	QFDH-30, 3106 W, žema pavara	vnt.	1
3.4	QFDH-50, 7199 W, vidutinė pavara	vnt.	2
3.5	QFDH-60, 8951 W, vidutinė pavara	vnt.	2

Lentelė 3.121. tęsinys.

4	„Flaktwoods“ šalčio sijos:		
4.1	QPVA-240-140, 720 W	vnt.	56
4.2	QPVA-240-190, 777 W	vnt.	52
4.3	QPVA-300-140, 924 W	vnt.	17
5	Automatiniai balansiniai ventiliai „Danfoss AB-QM	vnt.	133
6	Patalpos termostatai	vnt.	11
7	Temperatūros mažinimo, pamaišymo mazgas	vnt.	1

3.5.3 Pastato šildymo sistemos projektavimas

Šiluminiam komfortui patalpose užtikrinti šaltuoju metų laiku įrengiama šildymo sistema. Patalpas šildantys prietaisai parenkami atsižvelgiant į patalpos savybes. Atviro plano biuro patalpose numatoma grindinio šildymo sistema. Ši sistema pasirinkta, nes palaikant ne aukštesnę kaip 26 °C grindų temperatūrą gerai veikia su projektuojama vėdinimo sistema, šildomas didelis plotas, nesimaišo patalpos oras, tad nepažeidžiamas vertikalus temperatūros pasiskirstymas patalpos ore. Patalpose, kuriose langai per visą atitvaros aukštį, įrengiami į grindis įleidžiami konvektoriai. Kitose patalpose - apatinio pajungimo plokščių radiatoriai. Šildymo prietaisai komplektuojami su termostatiniais ventiliais ir patalpų reguliatoriais. Šildymo sistemos atšakos balansuojamos automatinių balansinių ventilių pagalba. Kolektoriai su temperatūros pamaišymo mazgais ir patalpų termostatais reguliatoriais įrengiami grindinio šildymo kontūrams biurų patalpose. Tiekiamo į šildymo sistemą šilumnešio temperatūra 80 °C, grįžtamo – 60 °C. Priimamos Centralizuoto šilumos tiekimo tinklais tekančio termofikato temperatūros 110 °C ir 85 °C.

Vandeninė šildymo sistema projektuojama vadovaujantis STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ normatyvo reikalavimais.

3.1 lentelėje pateikiamos dalies patalpų šildymui reikalingos projektinės. Visų patalpų projektinės galios pateikiamos prieduose (1 priedas. „Patalpų projektinių parametru suvestinė“).

Bendra projektuojamos šildymo sistemos galia 190,61 kW.

3.5.3.1 Šildymo prietaisų parinkimas

Pastate projektuojamai šildymo sistemai parenkami „Purmo Compact Ventil“ apatinio pajungimo plokštieji radiatoriai. Dalies patalpų šildymui parenkami į grindis montuojami konvektoriai „Aquila FMK“. Parinkti skirtingų matmenų šildymo prietaisai. Vidinių patalpų šilumos nuostoliai paskirstyti aplinkinėms patalpoms.

Kataloge nurodytos radiatorių ir konvektorių galios yra nustatytos esant sąlygoms: 75°C – tiekiamo šilumnešio temperatūra, 65 °C – grįžtančio šilumnešio temperatūra, 20 °C – patalpos vidaus temperatūra. Šildymo prietaisai parenkami naudojantis gamintojo pateiktais galios perskaičiavimo koeficientais.

Atliekamas galios perskaičiavimas projektinėms sąlygoms pagal gamintojo rekomendacijas.

$$P_{sk}=P \cdot F; \quad (3.1)$$

čia: P – gamintojo kataloge nurodoma prietaiso šiluminė galia;

P_{sk} – perskaičiuota šildymo prietaiso galia;

F – patalpos koeficientas, kuris parodo kokią šiluminę galią atiduoda radiatorius projektuojamos šildymo sistemos sąlygomis. Gamintojo pateikta koeficiento F vertė projektuojamai šildymo sistemai (tiekiamo šilumnešio temperatūra – 80°C, o grįžtamo – 60 °C), kai patalpos temperatūra 20 °C – 0,99; kai 18 °C – 1,01; kai 16 °C – 0,91; kai 10 °C – 0,83.

Grandinio šildymo sistemos apskaičiavimui ir reikiamos temperatūros po pamaišymo mazgo nustatymui naudojama „Danfoss Quick planner“ programa, kuri pagal patalpos šilumos nuostolius, plotą, grindų dangą ir užduotą grindų paviršiaus temperatūrą apskaičiuoja reikiamą grindinio šildymo žiedų skaičių ir ilgį. Grandinio šildymo zonose grindų temperatūrą numatyta palaikyti ne aukštesnę kaip 26 °C, kadangi didesnė grindų temperatūra neigiamai paveiktų DV vėdinimo sistemos veikimą patalpose.

Parinkamų šildymo prietaisų ir perskaičiuotų šiluminių galių suvestinė pateikiama 3.12 lentelėje.

Lentelė 3.13. Šildymo sistemos prietaisų ir perskaičiuotų šiluminių suvestinė.

Pat. nr.	P_h , W	t_{tek} , °C	t_{gr} , °C	t_{pat} , °C	$P_{par.}$, W	P realus (vieno), W	vnt.	Šildymo prietaiso tipas	P realus (bendras), W
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-2	8947	80	60	20	2302	2279	4	Aquilo FMK 42-350-14	9116
1-3	7437	80	60	20	1959	1939	4	Aquilo FMK 34-350-14	7758
1-13	8142	80	60	20	-	-	6 žiedai	Grandinis šildymas	8424

Visų patalpų šildymo prietaisų parinkimo suvestinė pateikiama prieduose (8 priedas. „Pastato patalpų šildymo prietaisų parinkimo suvestinė“). Visų pastato šildymo prietaisų šiluminė galia 196,15 kW.

3.5.3.2 Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Hidraulinis šildymo sistemos skaičiavimas pradedamas surandant tolimiausią, nepatogiausią prietaisą. Vamzdynas (magistralė ir atšakos) nuo šilumos punkto iki tolimiausio prietaiso suskirstomos ruožais – ruožo ribos žymimos atsišakojimais, todėl kiekviename ruože pernešama pastovi debito masė. Suskirstčius ruožus skaičiuojamos šildymo prietaisų galios, kurios tenka kiekvienam ruožui.

Vamzdžių skersmenys parenkami „IMI Hydronic Engineering HyTools“ programa, kuri apskaičiuoja trinties nuostolius ir tėkmės greičius vamzdžiuose.

3.5.3.3 Šildymo sistemos įrenginių parinkimas

Sklandžiam šildymo sistemos darbui, stovų hidrauliniams surišimui numatomi balansiniai ventiliai. Tikslesniam patalpų temperatūrų palaikymui kuriant komfortines sąlygas patalpose šildymo prietaisams numatomi sumontuoti „Danfoss“ įmonės termostatiniai ventiliai. Išankstinis termostatinų ventilių nustatymas parenkamas pagal gamintojo rekomendacijas. Parenkami termostatiniai ventiliai pritaikyti „Purmo“ apatinio jungimo radiatoriams. Termostatinų ventilių reguliavimui įrengiami centriniai patalpų reguliavimo įtaisai.

Šalto oro infiltracijai į patalpas sumažinti, numatoma įrengti oro užuolaidas virš pagrindinių įėjimo į pastatą durų. Vandeninis oro užuolaidos kaloriferis šildo oro užuolaidos pučiamą oro srautą, kuris efektyviai apsaugo patalpas nuo šalto oro patekimo, sukurdamas oro barjerą ir atskirdamas skirtingos oro temperatūros zonas. Oro užuolaidos įrengimas sumažina šilumos energijos suvartojimą pastovios temperatūros patalpose palaikymui.

Pastate projektuojamos dvi oro užuolaidos. Oro užuolaida parenkama „Air curtains online selection“ programos pagalba. Nurodžius durų tipą, matmenis bei oro užuolaidos tipą, programa parenka geriausiai tinkančius oro užuolaidų variantus. Parenkamos „System air PA3515WH“ oro užuolaidos komplektuojamos su įmontuotais termostatiniais ventiliais ir valdymo pultu jos reguliavimui. Bendra parenkamų oro užuolaidų galia – 29,4 kW.

Šilumokaičio parinkimui naudojama „Danfoss Heat Exchanger Calculation Tool“ programa, kurioje nurodžius šildymo sistemos galios poreikį, pirminio ir antrinio kontūrų temperatūras parenkami geriausiai tinkantys šilumokaičiai. Parenkami du šilumokaičiai su galios atsarga, $P_{\text{šilumok.}}=258,79$ kW. Šildymo ir vėdinimo sistemų poreikiams užtikrinti.

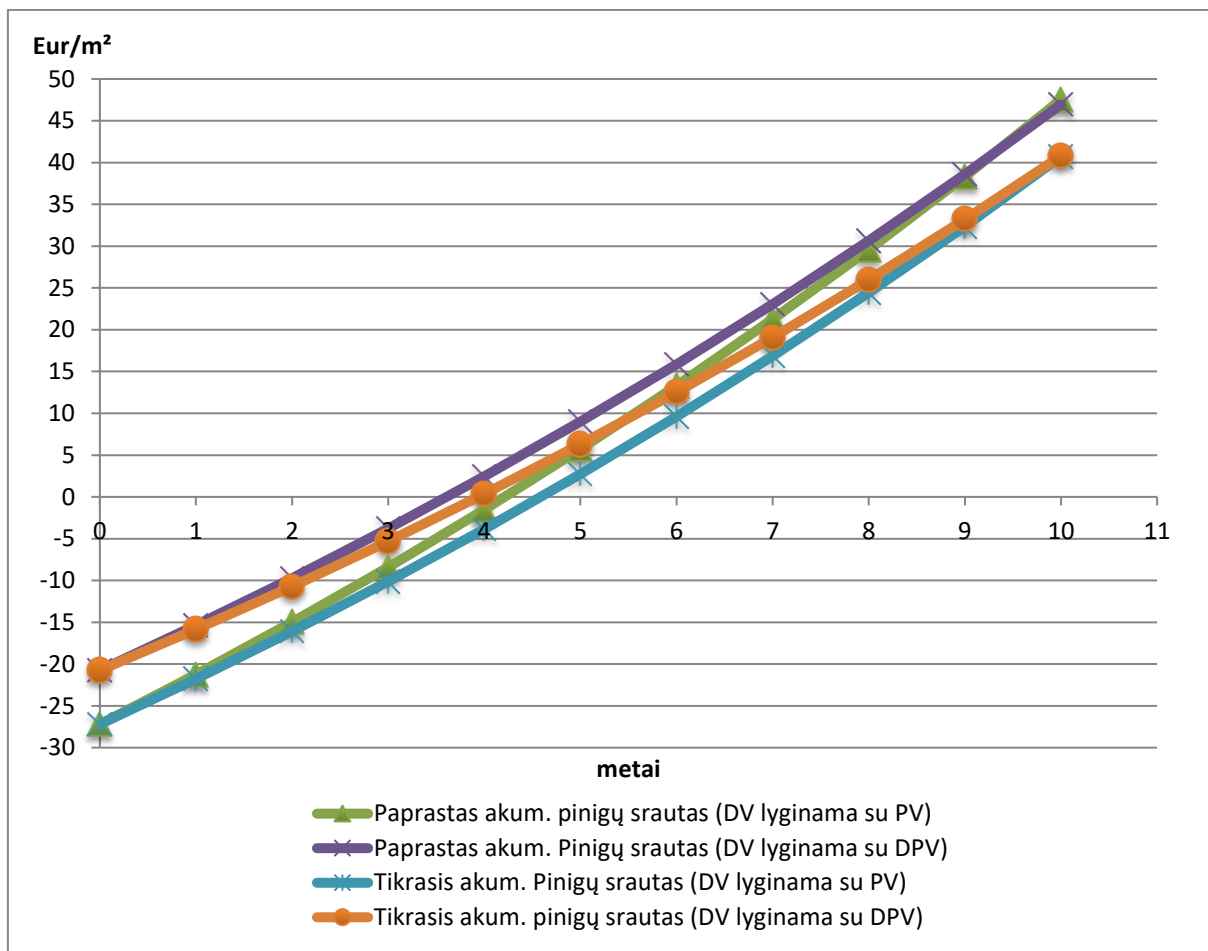
Pastato šildymui parinktas „Danfoss XB51L-1-20“ šilumokaitis. Šilumokaičio techninės charakteristikos pateiktos prieduose (9 priedas. „Šildymo sistemos šilumokaičio techninės charakteristikos).

3.6 Ekonominis skaičiavimas

Šiame skyriuje nagrinėjama DV, DVP ir asmeninio vėdinimo (PV) sistemų įdiegimo ir eksploataavimo kaštų skirtumai. Buvo įvertinti pagrindinių sistemų įrenginių ir eksploataavimo skirtumai. Skaičiavimams naudojamas lyginamasis dydis, išreikštas vienam atviro plano biuro patalpos m^2 . Panaudojus įrangos kainynus įvertinta pradinės investicijos skirtumai. DV sistemos įrengimas buvo pigiausias, lyginant šių trijų sistemų įdiegimo kaštus, todėl yra priimamas atskaitos tašku. DVP sistemos įdiegimas $20,75 \frac{Eur}{m^2}$, o PV – $27,21 \frac{Eur}{m^2}$. Pradinių investicijų poreikiai gauti sustambintai įvertinus reikiamų medžiagų ir darbų kaštus pagal gamintojų, platintojų ar rinkoje esančių atitikmenų kainas bei prielaidas. Sistemų eksploataciniai kaštai vertinami remiantis įrenginių parinkimo programų išduotais energijos suvartojimais ir gamintojų teikiama informacija apie gaminių eksploataavimo savybes. Ekonominiame skaičiavime priimta, kad suvartojamos energijos kiekiai metų bėgyje išliks pastovus, atviro plano biuro patalpų darbuotojų atlyginimai kils kasmet po 5 proc., o elektros energijos – po 4 proc. Skaičiuojant atsipirkimo laiką daroma prielaida, kad sistemos bus įdiegtos ir nuo 2018 metų pradėtos eksploatuoti. Įvertinant pinigų nuvertėjimą priimama 10 proc. diskonto norma. Ekonominio skaičiavimo laikotarpis parenkamas pagal trumpiausią pagrindinės įrangos gamintojo teikiamą garantiją – 10 metų. 3.13 lentelėje pateikiamas vėdinimo sistemų ekonominis palyginimas. Akumuliuojami pinigų srautai vaizduojami 3.7 pav.

Lentelė 3.14. Ekonominis sistemų palyginimas.

Metai		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Elektros kaina	Eur/kWh	0,1140	0,1186	0,1233	0,1282	0,1334	0,1387	0,1442	0,1500	0,1560	0,1623	0,1687
DV	Eur/m ²		0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82
DPV	Eur/m ²		0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Darbingumas*	Eur/m ²	5,14	5,39	5,66	5,95	6,24	6,56	6,88	7,23	7,59	7,97	8,37
Papildoma investicija 1 m ² biuro ploto												
DV	Eur/m ²	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PV	Eur/m ²	27,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DPV	Eur/m ²	20,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eksploatavimo sąnaudos 1 m ² biuro ploto												
DV	Eur/m ²	-	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82
PV	Eur/m ²	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DPV	Eur/m ²	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sutaupymai lyginant (DV su PV)	Eur/m ²		5,97	6,26	6,57	6,89	7,23	7,58	7,95	8,35	8,76	9,19
Sutaupymai lyginant (DV su DPV)	Eur/m ²		5,38	5,65	5,93	6,23	6,54	6,87	7,21	7,57	7,95	8,35
Viso (DV su PV)	Eur/m ²	-27,21	-21,24	-14,98	-8,41	-1,52	5,71	13,29	21,24	29,59	38,34	47,53
Viso (DV su DPV)	Eur/m ²	-20,75	-15,37	-9,72	-3,78	2,45	8,99	15,86	23,07	30,64	38,59	46,94
Akum. srautas (DV su PV)	Eur/m ²	-27,21	-21,24	-14,98	-8,41	-1,52	5,71	13,29	21,24	29,59	38,34	47,53
Akum. srautas (DV su DPV)	Eur/m ²	-20,75	-15,37	-9,72	-3,78	2,45	8,99	15,86	23,07	30,64	38,59	46,94
Diskont. Faktorius	Eur/m ²	1,000	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621	0,564	0,513	0,467	0,424	0,386
Diskont. srautas (DV su PV)	Eur/m ²	-27,21	5,43	5,69	5,97	6,26	6,57	6,89	7,23	7,59	7,96	8,35
Diskont. Srautas (DV su DPV)	Eur/m ²	-20,75	4,89	5,14	5,39	5,66	5,95	6,24	6,56	6,88	7,23	7,59
Akum. disk. srautai (DV su PV)	Eur/m ²	-27,21	-21,78	-16,09	-10,12	-3,86	2,71	9,61	16,84	24,43	32,39	40,74
Akum. disk. srautai (DV su DPV)	Eur/m ²	-20,75	-15,86	-10,72	-5,33	0,34	6,28	12,53	19,08	25,97	33,20	40,79
PAL (DV su PV)	metai		4,2									
PAL (DV su DPV)	metai		3,6									
DAL (DV su PV)	metai		4,6									
DAL (DV su DPV)	metai		3,9									



3.7 pav. Lyginamų sistemų derinių akumuliuojami pinigų srautai.

Skaičiuojant paprastąjį atsipirkimo laiką (PAL) PV sistema atsiperka po 4,2 metų, o tikrasis (diskontuotas) atsipirkimo laikas – po 4,6 metų. DPV sistemos paprastas atsipirkimo laikas – 3,6 metų, o tikrasis – 3,9 metų.

IŠVADOS

DPV sistemos veikimo tyrimu pritaikyta „Flovent 10.1“ kompiuterinio modeliavimo programa. Tyrimo rezultatai parodė, jog tirtoje patalpoje naudojant DPV sistemą CO₂ dujų įkvepiamame ore sumažėjo 0,89 proc. (60 ppm), o temperatūra darbo zonoje sumažėjo 2 °C.

Bekanalė asmeninė vėdinimo sistema, vertinant kompiuterinių modelių duomenis, turi įtakos asmeninės darbo zonos komfortui. Sistemos tiekiamo vėsesnio oro srovė ir jos judėjimo greiti sukelia šiluminio pojūčio pokyčius. Lyginant apskaičiuotą šiluminio komforto nuspėjamą vidutinį vertinimą (PMV), tirmojoje aplinkoje pasiekiamas vieno balo sumažėjimas naudojant DPV sistemą.

Atlikti kompiuterinio modelio skaičiavimus, gauti rezultatai atitiko eksperimento metu, pagal kurį buvo paruoštas modelis, gautus matavimų rezultatus. Apskaičiuotos temperatūros skirtinguose patalpos aukščiuose pateko į paklaidos intervalą. Kompiuterinio modeliavimo programą galima laikyti patikima ir naudoti gaunamus rezultatus priimant patalpų planavimo sprendimus.

Įvertinus tiriamosios projekto dalies rezultatus, suprojektuota DPV sistema veikianti su DV. Modeliavimo būdu nustatytas atstumas nuo DV sklaidytuvo, tiekiančio $288 \frac{m^3}{h}$ iki darbo vietos, kurios DPV sistema tiekų švarų orą į darbo zoną - 6,7 m. Projektuojant toliausiai DPV sistemos oro įsiurbimo anga numatyta už 6,0 m nuo bendro oro sklaidytuvo, 10 proc. mažesniu atstumu už didžiausią nustatytą.

Įrengtos atviro plano biuro patalpoms vėdinimo sistemos efektyviam veikimui šaltuoju metų laiku suprojektuota grindinio šildymo sistema, kuriai veikiant grindų temperatūra nepakiltų aukščiau 26 °C ir būtų užtikrintas DV kuriamas vertikalus temperatūros gradientas. Biuro patalpų vėsinimui šiltuoju metų laiku suprojektuota didelio ploto pasyvių šalčio sijų vėsinimo sistema, kuri tiekų dalį reikiamos patalpoms vėsos, kita dalis vėsos poreikio dengiama DV sistemos tiekiamo į patalpą vėsaus oro.

Pasirinktos DPV sistemos įrengimas leidžia lengviau pritaikyti patalpos išplanavimą pasikeitus poreikiams nei PV sistemos įrengimo atveju. Taip pat, užtikrina geresnes darbo vietų mikroklimato sąlygas nei patalpas vėdinant tik DV sistema. Įvertinus DV sistemai reikiamą tiekti didesnį oro kiekį komfortinėms sąlygoms užtikrinti, DPV sistemos įrengimo tikrasis atsipirkimo laikas 3,9 metų.

LITERATŪRA

Brohus H., Hyldig M. L., Kamper S., Vachek U. M. 2008. Influence of persons' movements on ventilation effectiveness. *Proceedings of Indoor Air, Copenhagen, Denmark*;

Dalewski M., Ezzat Khalifa H., Melikov A., K. 2013. Performance of Ductless Personalized Ventilation in Open-Plan Office - Field Survey. *Clima 2013, Prague, Czech Republic*;

Dalewski M., Melikov A. K., Vesely M. 2014. Performance of ductless personalized ventilation in conjunction with displacement ventilation: Physical environment and human response. *Building and Environment, Vol. 81, 354-364*;

Dalewski M., Vesely M., Melikov A. K. 2012. Human response to ductless personalized ventilation coupled with displacement ventilation. *In: Healthy Buildings, Brisbane, Australia*;

Halvonova B., Melikov A. K. 2010. Performance of "ductless" personalized ventilation in conjunction with displacement ventilation: Impact of disturbances due to walking person(s). *Building and Environment, Vol. 45, 427-436*;

Halvonova B., Melikov A. K. 2010. Performance of „ductless“ personalized ventilation in conjunction with displacement ventilation: Impact of intake height. *Buildings and Environment, Vol. 45, 996-1005*;

Halvonova B., Melikov A. K. 2010. Performance of ductless personalized ventilation in conjunction with displacement Ventilation: Impact of workstations layout and partitions. *H V A C & R Research, Vol. 16, 75-94*;

Lelong C., Dalewski M., Melikov A. K. 2013. Energy Analysis of the Ductless Personalized Ventilation. *Clima 2013, Prague, Czech Republic*;

Matsumoto H., Kozaka T. ir Nakao T. 2008. Study on air distribution and ventilation effectiveness in displacement ventilated rooms with moving object. *Proceedings of Indoor Air, Copenhagen, Denmark*;

Melikov A. K. 2004. Personalized ventilation. *Indoor Air, Vol. 14, 157-167*.

Schiavon S., Tully B., Bauman F., Rimmer J. 2012. Room air stratification in combined chilled ceiling and DV system. *International Journal of HVAC&R Research, Vol. 18*.

PRIEDAI

1 Priedas. „Pastato atitvarų savitųjų šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė“

Nr.	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²	Šildymo galia, W	Tiekiamo oro kiekis, $\frac{m^3}{h}$	Šalinamo oro kiekis, $\frac{m^3}{h}$	Vėsinimo galia, W
1	2	3	4	5	6	7
1-1	Holas	80	3603	144	-	-
1-2	Priimamasis	90	8947	648	648	16806
1-3	Kavinė	90	7437	1620	1620	13791
1-4	Techninė patalpa	16	30	-	230	-
1-5	WC/ dušai	28	61	546	576	-
1-6	WC/ dušai	28	61	546	576	-
1-7	Virtuvė	28	61	605	605	-
1-8	Posėdžių kambarys	18	39	360	360	-
1-9	Bendravimo zona	38	82	274	323	-
1-10	Laiptinė	22	7097	-	-	-
1-11	Techninė patalpa	38	2681	498	547	-
1-12	Techninė patalpa / Š.p.	38	3045	-	-	-
1-13	Biuro patalpa	192	8142	1152	1152	13319
1-14	Biuro patalpa	192	5544	1152	1152	10704
1-15	Laiptinė	22	6960	-	-	-
1-16	Koridorius	68	215	122	-	-
1-17	Koridorius	68	215	122	-	-
2-1	Holas	34	-	61	-	-
2-2	Techninė patalpa	16	-	-	231	-
2-3	WC/ dušai	28	-	537	576	-
2-4	WC/ dušai	28	-	537	576	-
2-5	Virtuvė	28	-	504	504	-
2-6	Posėdžių kambarys	18	-	360	360	-
2-7	Bendravimo zona	38	-	274	274	-
2-8	Biuro patalpa	216	10352	1296	1296	14556
2-9	Biuro patalpa	216	7310	1296	1296	11592
2-10	Koridorius	69	1339	124	-	-
2-11	Koridorius	69	1339	124	-	-
3-1	Holas	34	-	61	-	-
3-2	Techninė patalpa	16	-	-	231	-
3-3	WC/ dušai	28	-	467	576	-
3-4	WC/ dušai	28	-	467	576	-
3-5	Virtuvė	28	-	504	504	-
3-6	Posėdžių kambarys	18	-	360	360	-
3-7	Bendravimo zona	38	-	274	274	-
3-8	Biuro patalpa	304	14818	1872	1872	19898
3-9	Biuro patalpa	304	10938	1872	1872	18843

3-10	Koridorius	108	2370	194	-	-
3-11	Koridorius	108	2370	194	-	-
4-1	Holas	34	-	61	-	-
4-2	Techninė patalpa	16	-	-	231	-
4-3	WC/ dušai	28	-	467	576	-
4-4	WC/ dušai	28	-	467	576	-
4-5	Virtuvė	28	-	504	504	-
4-6	Posėdžių kambarys	18	-	360	360	-
4-7	Bendravimo zona	38	-	274	274	-
4-8	Biuro patalpa	304	14818	1872	1872	19898
4-9	Biuro patalpa	304	10938	1872	1872	18843
4-10	Koridorius	108	2370	194	-	-
4-11	Koridorius	108	2370	194	-	-
5-1	Holas	34	-	61	-	-
5-2	Techninė patalpa	16	-	-	231	-
5-3	WC/ dušai	28	-	467	576	-
5-4	WC/ dušai	28	-	467	576	-
5-5	Virtuvė	28	-	504	504	-
5-6	Posėdžių kambarys	18	-	360	360	-
5-7	Bendravimo zona	38	-	274	274	-
5-8	Biuro patalpa	304	14799	1872	1872	19898
5-9	Biuro patalpa	304	12588	1872	1872	18843
5-10	Koridorius	108	2341	194	-	-
5-11	Koridorius	108	2713	194	-	-
6-1	Holas	37	2006	75	-	4056
6-2	Techninė patalpa	17	428	-	245	-
6-3	WC/ dušai	30	712	564	576	-
6-4	WC/ dušai	30	701	564	576	-
6-5	Virtuvė	30	772	540	540	-
6-6	Posėdžių kambarys	20	898	360	360	1671
6-7	Bendravimo zona	43	1563	310	310	2833
6-8	Biuro patalpa	304	12801	1872	1872	20235
6-9	Koridorius	108	2733	194	-	-

2 Priedas. „Pastato savitųjų šilumos nuostolių ir projektinės šiluminės galios skaičiavimo suvestinė“

Pat. nr.	temp., °C	Atitvaros			Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisa $1 + \Sigma \Delta k$	SŠN per atitvaras H_{el} , W/K	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{el} = H_{en}$, W/K	SŠN per ilginis šiluminius tiltelius H_{ψ} , W/K	SŠN dėl vėdinimo ir inf. H_v , W/K	ΣH , W/K	$(\theta_i - \theta_e)$, °C	Šildymo galia P_h , W
		Pav., orient.	Plotas, m ²	U, W/m ² K									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-1	18	GG	80,00	0,160	1	1,02	13,06	13,06			13,06	11,30	3603
		S/PR	23,70	0,150	1	1,02	3,63	27,34	2,49	54,46	84,29	41,00	
		L/PR	9,30	1,100	1	1,02	10,43						
		D/R	9,30	1,400	1	1,02	13,28						
1-2	20	GG	90,00	0,160	1	1,02	14,69	14,69			14,69	13,30	8947
		S/PR	36,72	0,150	1	1,02	5,62	127,12	9,57	66,83	203,52	43,00	
		L/PR	34,41	1,100	1	1,02	38,61						
		S/V	14,37	0,150	1	1,02	2,20						
		L/V	9,92	1,100	1	1,02	11,13						
		L/V	62,00	1,100	1	1,02	69,56						
1-3	20	GG	90,00	0,160	1	1,02	14,69	14,69			14,69	13,30	7437
		S/PR	59,36	0,150	1	1,02	9,08	91,52	10,05	66,83	168,41	43,00	
		L/PR	34,41	1,100	1	1,02	38,61						
		S/R	81,87	0,150	1	1,02	12,53						
		L/R	27,90	1,100	1	1,02	31,30						
1-4	18	GG	16,00	0,160	1	1,02	2,61	2,61			2,61	11,30	30
1-5	20	GG	28,00	0,160	1	1,02	4,57	4,57			4,57	13,30	61
1-6	20	GG	28,00	0,160	1	1,02	4,57	4,57			4,57	13,30	61
1-7	20	GG	28,00	0,160	1	1,02	4,57	4,57			4,57	13,30	61
1-8	20	GG	18,00	0,160	1	1,02	2,94	2,94			2,94	13,30	39
1-9	20	GG	38,00	0,160	1	1,02	6,20	6,20			6,20	13,30	82

1-10	16	GG	22,42	0,160	1	1,02	3,66	3,66			3,66	9,30	7097	
		St	28,33	0,110	1	1,02	3,18							
		S/SV	71,09	0,150	1	1,07	11,41	139,27	10,39	31,44	181,10	39,00		
		L/SV	103,23	1,100	1	1,07	121,50							
		S/R	20,79	0,150	1	1,02	3,18							
1-11	18	GG	38,00	0,160	1	1,1	6,69	6,69			6,69	11,30	2681	
		S/SV	22,95	0,150	1	1,15	3,96	41,97	4,59	16,99	63,54	41,00		
		L/SV	22,94	1,100	1	1,15	29,02							
		S/R	13,57	0,150	1	1,1	2,24							
		L/R	5,58	1,100	1	1,1	6,75							
1-12	10	GG	38,00	0,160	1	1,1	6,69	6,69			6,69	3,30	3045	
		S/SV	22,95	0,150	1	1,15	3,96	41,32	4,99	45,30	91,60	33,00		
		L/SV	22,94	1,100	1	1,15	29,02							
		S/V	14,19	0,150	1	1,1	2,34							
		L/R	4,96	1,100	1	1,1	6,00							
1-13	20	GG	192,00	0,160	1	1,02	31,33	31,33			31,33	13,30	8142	
		S/V	14,23	0,150	1	1,02	2,18	106,52	8,76	64,37	179,66	43,00		
		L/V	93,00	1,100	1	1,02	104,35							
1-14	20	GG	192,00	0,160	1	1,02	31,33	31,33			31,33	13,30	5544	
		S/R	76,54	0,150	1	1,02	11,71	46,14	8,72	64,37	119,24	43,00		
		L/R	30,69	1,100	1	1,02	34,43							
1-15	16	GG	22,42	0,160	1	1,02	3,66	3,66			3,66	9,30	6960	
		S/PR	71,09	0,150	1	1,02	10,88	136,24	9,90	31,44	177,58	39,00		
		L/PR	103,23	1,100	1	1,02	115,82							
		S/R	20,79	0,150	1	1,02	3,18							
		St	56,66	0,110	1	1,02	6,36							
1-16	20	GG	68,00	0,160	1	1,02	11,10	11,10			11,10	13,30	215	
		SN/S	11,16	0,150	0,8	1,02	1,37	1,37	0,20	0,00	1,57	43,00		

1-17	20	GG	68,00	0,160	1	1,02	11,10	11,10			11,10	13,30	215
		SN/S	11,16	0,150	0,8	1,02	1,37	1,37	0,20	0,00	1,57	43,00	
3-8	20	S/V	41,45	0,150	1	1,1	6,84	222,29	11,57	110,74	344,60	43,00	14818
		L/V	124,00	1,100	1	1,1	150,04						
		L/V	4,96	1,100	1	1,1	6,00						
		L/V	8,99	1,100	1	1,1	10,88						
		S/PR	17,64	0,150	1	1,1	2,91						
		L/PR	17,21	1,100	1	1,1	20,82						
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04						
L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76								
3-9	20	S/R	129,18	0,150	1	1,1	21,31	132,44	11,19	110,74	254,36	43,00	10938
		L/R	50,22	1,100	1	1,1	60,77						
		S/PR	28,68	0,150	1	1,1	4,73						
		L/PR	17,21	1,100	1	1,1	20,82						
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04						
L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76								
3-10	20	S/PR	4,96	0,150	1	1,02	0,76	14,74	1,03	39,34	55,12	43,00	2370
		L/PR	5,74	1,100	1	1,02	6,43						
		S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80						
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75						
3-11	20	S/PR	4,96	0,150	1	1,02	0,76	14,74	1,03	39,34	55,12	43,00	2370
		L/PR	5,74	1,100	1	1,02	6,43						
		S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80						
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75						
3-8	20	S/V	41,45	0,150	1	1,1	6,84	222,29	11,57	110,74	344,60	43,00	14818
		L/V	124,00	1,100	1	1,1	150,04						
		L/V	4,96	1,100	1	1,1	6,00						
		L/V	8,99	1,100	1	1,1	10,88						
		S/PR	17,64	0,150	1	1,1	2,91						

		L/PR	17,21	1,100	1	1,1	20,82						
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04						
		L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76						
3-9	20	S/R	129,18	0,150	1	1,1	21,31	132,44	11,19	110,74	254,36	43,00	10938
		L/R	50,22	1,100	1	1,1	60,77						
		S/PR	28,68	0,150	1	1,1	4,73						
		L/PR	17,21	1,100	1	1,1	20,82						
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04						
		L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76						
3-10	20	S/PR	4,96	0,150	1	1,02	0,76	14,74	1,03	39,34	55,12	43,00	2370
		L/PR	5,74	1,100	1	1,02	6,43						
		S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80						
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75						
3-11	20	S/PR	4,96	0,150	1	1,02	0,76	14,74	1,03	39,34	55,12	43,00	2370
		L/PR	5,74	1,100	1	1,02	6,43						
		S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80						
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75						
2-8	20	S/V	25,83	0,150	1	1,1	4,26	152,48	9,42	78,84	240,74	43,00	10352
		L/V	93,00	1,100	1	1,1	112,53						
		L/V	8,99	1,100	1	1,1	10,88						
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04						
		L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76						
2-9	20	S/R	91,55	0,150	1	1,1	15,11	83,80	7,35	78,84	170,00	43,00	7310
		L/R	36,27	1,100	1	1,1	43,89						
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04						
		L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76						
2-10	20	S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80	7,55	0,52	23,09	31,15	43,00	1339
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75						
2-11	20	S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80	7,55	0,52	23,09	31,15	43,00	1339

		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75							
5-8	20	S/V	41,45	0,150	1	1,1	6,84	222,29	11,57	110,29	344,15	43,00	14799	
		L/V	124,00	1,100	1	1,1	150,04							
		L/V	4,96	1,100	1	1,1	6,00							
		L/V	8,99	1,100	1	1,1	10,88							
		S/PR	17,64	0,150	1	1,1	2,91							
		L/PR	17,21	1,100	1	1,1	20,82							
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04							
		L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76							
5-9	20	St	321,01	0,110	1	1,1	38,84	171,28	11,19	110,29	292,75	43,00	12588	
		S/R	129,18	0,150	1	1,1	21,31							
		L/R	50,22	1,100	1	1,1	60,77							
		S/PR	28,68	0,150	1	1,1	4,73							
		L/PR	17,21	1,100	1	1,1	20,82							
		S/SV	17,64	0,150	1	1,15	3,04							
		L/SV	17,21	1,100	1	1,15	21,76							
5-10	20	S/PR	4,96	0,150	1	1,02	0,76	14,74	0,52	39,18	54,44	43,00	2341	
		L/PR	5,74	1,100	1	1,02	6,43							
		S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80							
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75							
5-11	20	St	77,22	0,110	1	1,02	8,66	23,40	0,52	39,18	63,10	43,00	2713	
		S/PR	4,96	0,150	1	1,02	0,76							
		L/PR	5,74	1,100	1	1,02	6,43							
		S/SV	4,96	0,150	1	1,07	0,80							
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75							
6-1	20	St	53,26	0,110	1	1,02	5,98	34,06	0,32	12,28	46,66	43,00	2006	
		S/V	6,84	0,150	1	1,02	1,05							
		L/V	21,58	1,100	1	1,02	24,21							
		D/V	1,98	1,400	1	1,02	2,83							

6-2	18	St	19,25	0,110	1	1,02	2,16	4,17	0,00	6,27	10,44	41,00	428
		S/V	13,16	0,150	1	1,02	2,01						
6-3	20	St	33,74	0,110	1	1,02	3,79	7,51	0,00	9,05	16,57	43,00	712
		S/V	22,60	0,150	1	1,1	3,73						
6-4	20	St	33,74	0,110	1	1,02	3,79	7,24	0,00	9,05	16,29	43,00	701
		S/V	22,60	0,150	1	1,02	3,46						
6-5	20	St	33,74	0,110	1	1,02	3,79	7,68	0,32	9,96	17,95	43,00	772
		S/V	22,60	0,150	1	1,02	3,46						
		D/V	1,98	1,400	1	1,02	2,83						
6-6	20	St	20,52	0,110	1	1,02	2,30	14,85	0,00	6,03	20,88	43,00	898
		L/V	10,76	1,100	1	1,02	12,07						
		S/V	3,12	0,150	1	1,02	0,48						
6-7	20	St	46,76	0,110	1	1,02	5,25	21,76	0,32	14,27	36,35	43,00	1563
		S/V	3,96	0,150	1	1,02	0,61						
		D/V	1,98	1,400	1	1,02	2,83						
		L/V	11,66	1,100	1	1,02	13,08						
6-8	20	St	321,01	0,110	1	1,1	38,84	176,05	11,57	110,06	297,69	43,00	12801
		S/V	157,78	0,150	1	1,1	26,03						
		L/R	50,22	1,100	1	1,1	60,77						
		S/PR	23,20	0,150	1	1,1	3,83						
		L/PR	17,21	1,100	1	1,1	20,82						
		S/SV	23,20	0,150	1	1,15	4,00						
6-9	20	St	77,22	0,110	1	1,02	8,66	23,94	0,53	39,10	63,57	43,00	2733
		S/PR	6,67	0,150	1	1,02	1,02						
		L/PR	5,74	1,100	1	1,02	6,43						
		S/SV	6,67	0,150	1	1,07	1,07						
		L/SV	5,74	1,100	1	1,07	6,75						

3 Priedas. „Pastato mechaninių vėdinimo sistemų tiekiamo oro sušildymui reikiamos projektinės galios skaičiavimo suvestinė“

Patalpos nr.	Patalpos pavadinimas	Plotas, m ²	L _{ev} , $\frac{m^3}{h}$	η_{hr}	H _{ev} , $\frac{W}{K}$
1	2	3	4	5	6
1-1	Holas	80	144	0,6	19,584
1-2	Priimamasis	90	648	0,6	88,128
1-3	Kavinė	90	1620	0,6	220,32
1-4	Techninė patalpa	16	-	-	-
1-5	WC/ dušai	28	546	0,6	74,256
1-6	WC/ dušai	28	546	0,6	74,256
1-7	Virtuvė	28	605	0,6	82,28
1-8	Posėdžių kambarys	18	360	0,6	48,96
1-9	Bendravimo zona	38	274	0,6	37,264
1-10	Laiptinė	22	-	-	-
1-11	Techninė patalpa	38	498	0,6	67,728
1-12	Techninė patalpa / Š.p.	38	-	-	-
1-13	Biuro patalpa	192	1152	0,6	156,672
1-14	Biuro patalpa	192	1152	0,6	156,672
1-15	Laiptinė	22	-	-	-
1-16	Koridorius	68	122	0,6	16,592
1-17	Koridorius	68	122	0,6	16,592
2-1	Holas	34	61	0,6	8,296
2-2	Techninė patalpa	16	-	-	-
2-3	WC/ dušai	28	537	0,6	73,032
2-4	WC/ dušai	28	537	0,6	73,032
2-5	Virtuvė	28	504	0,6	68,544
2-6	Posėdžių kambarys	18	360	0,6	48,96
2-7	Bendravimo zona	38	274	0,6	37,264
2-8	Biuro patalpa	216	1296	0,6	176,256
2-9	Biuro patalpa	216	1296	0,6	176,256
2-10	Koridorius	69	124	0,6	16,864
2-11	Koridorius	69	124	0,6	16,864
3-1	Holas	34	61	0,6	8,296
3-2	Techninė patalpa	16	-	-	-
3-3	WC/ dušai	28	467	0,6	63,512
3-4	WC/ dušai	28	467	0,6	63,512
3-5	Virtuvė	28	504	0,6	68,544
3-6	Posėdžių kambarys	18	360	0,6	48,96
3-7	Bendravimo zona	38	274	0,6	37,264
3-8	Biuro patalpa	304	1872	0,6	254,592

3-9	Biuro patalpa	304	1872	0,6	254,592
3-10	Koridorius	108	194	0,6	26,384
3-11	Koridorius	108	194	0,6	26,384
4-1	Holas	34	61	0,6	8,296
4-2	Techninė patalpa	16	-	-	-
4-3	WC/ dušai	28	467	0,6	63,512
4-4	WC/ dušai	28	467	0,6	63,512
4-5	Virtuvė	28	504	0,6	68,544
4-6	Posėdžių kambarys	18	360	0,6	48,96
4-7	Bendravimo zona	38	274	0,6	37,264
4-8	Biuro patalpa	304	1872	0,6	254,592
4-9	Biuro patalpa	304	1872	0,6	254,592
4-10	Koridorius	108	194	0,6	26,384
4-11	Koridorius	108	194	0,6	26,384
5-1	Holas	34	61	0,6	8,296
5-2	Techninė patalpa	16	-	-	-
5-3	WC/ dušai	28	467	0,6	63,512
5-4	WC/ dušai	28	467	0,6	63,512
5-5	Virtuvė	28	504	0,6	68,544
5-6	Posėdžių kambarys	18	360	0,6	48,96
5-7	Bendravimo zona	38	274	0,6	37,264
5-8	Biuro patalpa	304	1872	0,6	254,592
5-9	Biuro patalpa	304	1872	0,6	254,592
5-10	Koridorius	108	194	0,6	26,384
5-11	Koridorius	108	194	0,6	26,384
6-1	Holas	37	75	0,6	10,2
6-2	Techninė patalpa	17	-	-	-
6-3	WC/ dušai	30	564	0,6	76,704
6-4	WC/ dušai	30	564	0,6	76,704
6-5	Virtuvė	30	540	0,6	73,44
6-6	Posėdžių kambarys	20	360	0,6	48,96
6-7	Bendravimo zona	43	310	0,6	42,16
6-8	Biuro patalpa	304	1872	0,6	254,592
6-9	Koridorius	108	194	0,6	26,384

4 priedas. „Vėdinimo sistemos PI-1 vėdinimo įrenginio techninės charakteristikos“.

Techninė specifikacija, apžvalga

Įrenginio specifikacija	PI-1	
GOLD RX		
Įrenginio dydis	80	
Tiekiamo oro kiekis	18000	m ³ /h
Slėgio nuostoliai		
Lauko ortakis	50	Pa
Tiekimo ortakis	295	Pa
Ištraukiamas oras	18000	m ³ /h
Slėgio nuostoliai		
Ištraukiamo oro ortakis	291	Pa
Šalinimo ortakis	50	Pa
Skaičiuotina lauko temperatūra vasarą	26.1	°C
Žemiausia lauko temp. reiksmė	-23.0	°C
Tiekiamo oro temp., vasarą	23.0	°C
Norima tiek. oro temp., žiemą (ERS)	22.0	°C
Specifinė elektrinė ventiliatorių galia SFPv (švarus filtrai)	2.2	kW/(m ³ /s)



Su integruota valdymo sistema IQnomic

Dažytos panelės su 50mm gaisrui atsparia izoliacija

El. prijungimas 3-fazės, 5-gyslos, 400 V-10/+15%, 50Hz, 50A

Rotacinis rekuperatorius RECONomic

Tiekiamo oro temp. NVK 80.0 %

Funkc. dalys

	Greitis m/s	Temp., žiemą °C	Temp., vasarą °C	Galia kW	Slėgis Pa
Tiek. oras					
Sklendė su pavara				7	
Filtras F7				97	
Rotacinis rekuperatorius	2.23	-23.0 / 13.9	26.1 / 26.0		141
Ventil. su tiesiogine pavara GOLD Wing	13.9 / 14.9	26.0 / 27.0	(El.) 6.27	678	
Vandeninis šildytuvas	1.88	14.9 / 21.0		37.00	14
Vandeninis aušintuvas su lašų gaud.	1.95		27.0 / 23.0	27.60	45
Triukšmo slopintuvas	2.78				29
Ištrauk. oras					
Papild. slėgis (pratekėjimo krypt.)					0
Filtras F7					87
Rotacinis rekuperatorius	2.23	23.0 / -13.9	26.0 / 26.1		141
Ventil. su tiesiogine pavara GOLD Wing		-13.9 / -13.0	26.1 / 27.0	(El.) 5.57	569

Įrenginys: PI-1. Aptarnavimo pusė

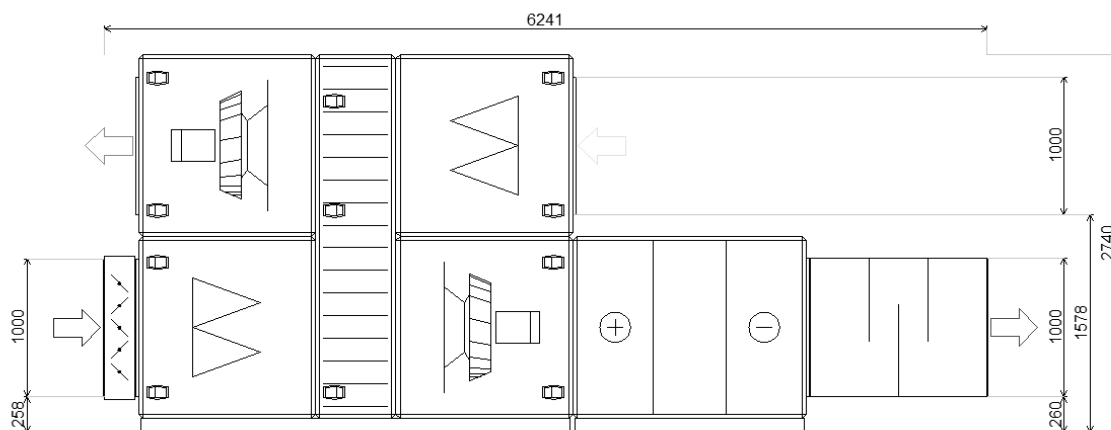
Dydis: 80

Pilna masė: 3168 kg

Plotis, nominalus: 2637 mm

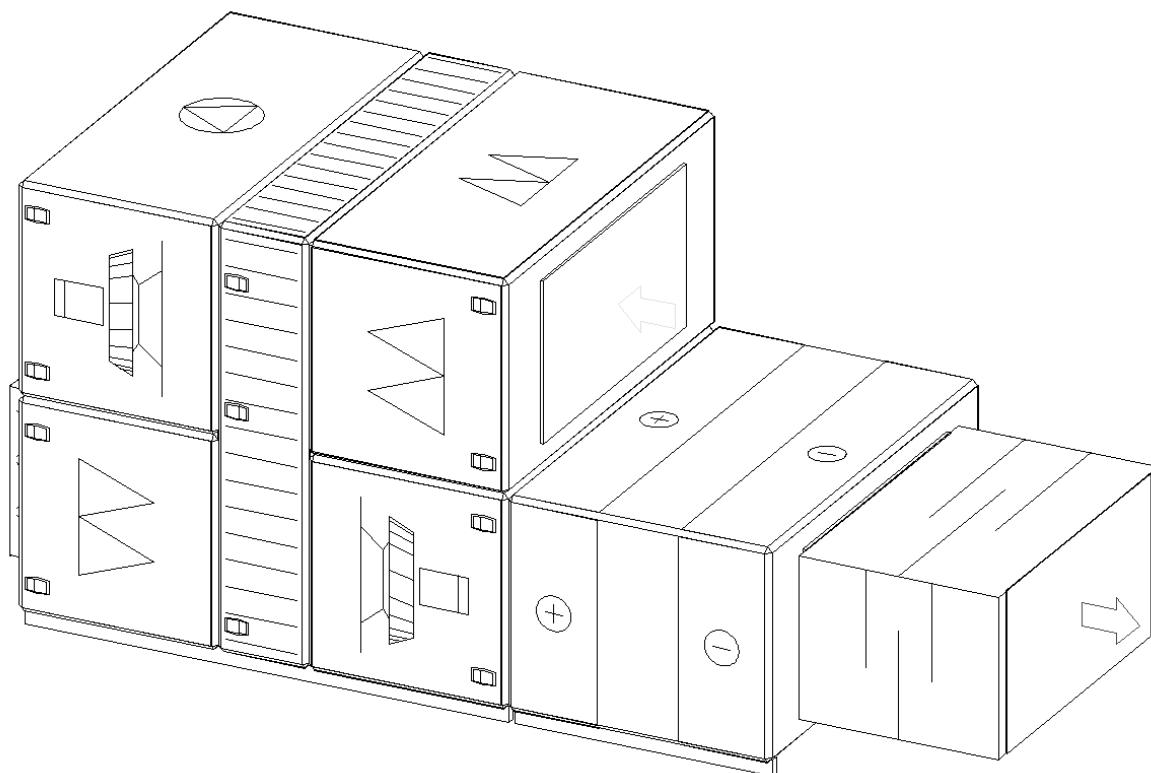
Maks.: 2637 mm

Pajungimo dydis:	Plotis *	Aukštis	Vamzdžių sujungimai:	Prijung. nr.	drenaž. prijung.
Lauko oras	1800	1000	Vandeninis kalorif.	25	
Tiek. oras	1800	1000	Vandeninis aušintuvas	65	
Ištrauk. oras	1800	1000			
Šalinamas oras	1800	1000			
Triukšmo slopintuvas	1800	1000			
Šild./šald. šilumok. sekcija	1800	1000			



Įrenginys:

PI-1, iš dešinės viršaus



Techninė specifikacija, apžvalga

Įrenginio specifikacija

GOLD RX

Įrenginio dydis

80

Tiekiamo oro kiekis

20500 m³/h

Slėgio nuostoliai

Lauko ortakis

50 Pa

Tiekimo ortakis

380 Pa

Ištraukiamas oras

20500 m³/h

Slėgio nuostoliai

Ištraukiamo oro ortakis

360 Pa

Šalinimo ortakis

50 Pa

Skaičiuotina lauko temperatūra vasarą

26.1 °C

Žemiausia lauko temp. reikšmė

-23.0 °C

Tiekiamo oro temp., vasara

22.5 °C

Norima tiek. oro temp., žiemą (ERS)

22.0 °C

Specifinė elektrinė ventiliatorių galia SFPv (švarus filtrai)

2.6 kW/(m³/s)

PI-1 vėsos pikui - Alternatyvus režimas

Su integruota valdymo sistema IQnomic

Dažytos panelės su 50mm gaisrui atsparia izoliacija

El. prijungimas

3-fazės, 5-gyslos, 400 V-10/+15%, 50Hz, 50A

Rotacinis rekuperatorius RECONomic

Tiekiamo oro temp. NVK

79.0 %

Funkc. dalys

	Greitis m/s	Temp., žiemą °C	Temp., vasarą °C	Galia kW	Slėgis Pa
Tiek. oras					
Sklendė su pavara					9
Filtras F7					116
Rotacinis rekuperatorius	2.54	-23.0 / 13.4	26.1 / 27.6		171
Ventil. su tiesiogine pavara GOLD Wing		13.4 / 14.7	27.6 / 28.9	(El.) 8.80	836
Vandeninis šildytuvas	2.14		14.7 / 20.0	36.30	17
Vandeninis aušintuvas su lašų gaud.	2.21		28.9 / 22.5	50.00	56
Triukšmo slopintuvas	3.16				37
Ištrauk. oras					
Papild. slėgis (pratekėjimo krypt.)					0
Filtras F7					102
Rotacinis rekuperatorius	2.54	23.0 / -13.4	28.0 / 26.5		171
Ventil. su tiesiogine pavara GOLD Wing		-13.4 / -12.4	26.5 / 27.5	(El.) 7.59	683

5 Priedas. „Mechaninio vėdinimo sistemos PI-1 sąmata“

LOKALINĖ SĄMATA NR. S1

Sudaryta 2016 m. 10 mėn. kainomis

K001 Pirmas kompleksas
01 Objektas
S1 Sąmata

Iš viso: 1 027 760,17 EUR

Lapas: 1

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
1	Ortakiai iš 0,5mm cinkuotos skardos, kurių D iki 200mm K8=1.01	N20-162	m2		74,3775	251,2	18 683,62	4 079,92	14 603,70	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.56	10356	žm.val.	1,210	13,42	303,952	4 079,92	4 079,92		
	Drosel.vožtuvai, šiberiai,tinklel.,aklės	260180	vnt	0,000	0,00	0,000				
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,024	6,79	6,029	40,94		40,94	
	Mūrvinės	120067	kg	0,013	13,34	3,266	43,56		43,56	
	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	220095	vnt	1,150	0,03	288,880	8,67		8,67	
	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	520314	kg	1,052	4,99	264,262	1 318,67		1 318,67	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,060	6,59	15,072	99,32		99,32	
	Statybiniai šoviniai	120082	vnt	1,150	0,00	288,880				
	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,5mm storio, d iki 200mm	483238	m2	1,000	52,12	251,200	13 092,54		13 092,54	
	Sandarinimo tarpikliai	570289	kg	0,057	0,00	14,268				
2	Ortakiai iš 0,5mm cinkuotos skardos, kurių D iki 160mm K8=1.01	N20-161	m2		78,1233	33,755	2 637,05	598,08	2 038,97	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.56	10356	žm.val.	1,320	13,42	44,557	598,08	598,08		
	Drosel.vožtuvai, šiberiai,tinklel.,aklės	260180	vnt	0,000	0,00	0,000				
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,033	6,79	1,097	7,45		7,45	
	Mūrvinės	120067	kg	0,017	13,34	0,587	7,84		7,84	
	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	220095	vnt	1,570	0,03	52,995	1,59		1,59	
	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	520314	kg	1,438	4,99	48,540	242,21		242,21	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,093	6,59	3,122	20,58		20,58	
	Statybiniai šoviniai	120082	vnt	1,570	0,00	52,995				
	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,5mm storio, d iki 160mm	483237	m2	1,000	52,12	33,755	1 759,31		1 759,31	
	Sandarinimo tarpikliai	570289	kg	0,078	0,00	2,619				
3	Ortakiai iš 0,6mm cinkuotos skardos, kurių D nuo 225mm iki 315mm K8=1.01	N20-164	m2		73,0775	167,74	12 258,02	2 724,39	9 533,63	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.56	10356	žm.val.	1,210	13,42	202,965	2 724,38	2 724,38		
	Drosel.vožtuvai, šiberiai,tinklel.,aklės	260180	vnt	0,000	0,00	0,000				
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,025	6,79	4,110	27,90		27,90	
	Mūrvinės	120067	kg	0,009	13,34	1,510	20,14		20,14	
	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	220095	vnt	0,810	0,03	135,869	4,08		4,08	
	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	520314	kg	0,815	4,99	136,624	681,75		681,75	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,052	6,59	8,672	57,15		57,15	
	Statybiniai šoviniai	120082	vnt	0,810	0,00	135,869				
	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,6mm storio, d 225-315mm	483240	m2	1,000	52,12	167,740	8 742,61		8 742,61	
	Sandarinimo tarpikliai	570289	kg	0,077	0,00	12,966				
4	Ortakiai iš 0,6mm cinkuotos skardos, kurių D nuo 355mm iki 450mm K8=1.01	N20-165	m2		70,5012	278,83	19 657,84	3 929,84	15 728,00	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.56	10356	žm.val.	1,050	13,42	292,772	3 929,84	3 929,84		
	Drosel.vožtuvai, šiberiai,tinklel.,aklės	260180	vnt	0,000	0,00	0,000				
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,023	6,79	6,413	43,54		43,54	
	Mūrvinės	120067	kg	0,008	13,34	2,231	29,76		29,76	
	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	220095	vnt	0,730	0,03	203,546	6,11		6,11	

2017 Pav. Nr.	01-12 Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžia- gos	Laikma- nizmai
	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	520314	kg	0,740	4,99	206,334	1 029,61		1 029,61	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,047	6,59	13,105	86,36		86,36	
	Statybiniai šoviniai	120082	vnt	0,730	0,00	203,546				
	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,6mm storio, d 335-450mm	483241	m2	1,000	52,12	278,830	14 532,62		14 532,62	
	Sandarinio tarpikliai	570289	kg	0,070	0,00	19,518				
5	Ortakiai iš 0,7mm cinkuotos skardos, kurių perimetras iki 1000mm K8=1.01	N20-169	m2		74,6084	31,4	2 342,70	509,99	1 832,71	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.56	10356	žm.val.	1,210	13,42	37,994	509,99	509,99		
	Drosel.vožtuvai, šiberiai,tinklel.,aklės	260180	vnt	0,000	0,00	0,000				
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,022	6,79	0,675	4,58		4,58	
	Mūrvinės	120067	kg	0,011	13,34	0,358	4,78		4,78	
	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	220095	vnt	1,030	0,03	32,342	0,97		0,97	
	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	520314	kg	1,073	4,99	33,692	168,12		168,12	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,086	6,59	2,685	17,69		17,69	
	Statybiniai šoviniai	120082	vnt	1,030	0,00	32,342				
	Ortakiai cinkuoto plieno, 0,7mm storio, perimet.iki 1000mm	480964	m2	1,000	52,12	31,400	1 636,57		1 636,57	
	Sandarinio tarpikliai	570289	kg	0,077	0,00	2,418				
6	Ortakiai iš 0,7mm cinkuotos skardos, kurių D iki 630mm K8=1.01	N20-167	m2		70,2171	23,74	1 666,95	288,77	1 378,18	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.33	10333	žm.val.	0,930	13,08	22,078	288,77	288,77		
	Drosel.vožtuvai, šiberiai,tinklel.,aklės	260180	vnt	0,000	0,00	0,000				
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,027	6,79	0,639	4,34		4,34	
	Mūrvinės	120067	kg	0,007	13,34	0,154	2,06		2,06	
	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	220095	vnt	0,650	0,03	15,431	0,46		0,46	
	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	520314	kg	1,040	4,99	24,690	123,20		123,20	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,069	6,59	1,638	10,79		10,79	
	Statybiniai šoviniai	120082	vnt	0,650	0,00	15,431				
	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,7mm storio, d iki 630mm	483243	m2	1,000	52,12	23,740	1 237,33		1 237,33	
	Sandarinio tarpikliai	570289	kg	0,080	0,00	1,899				
7	Ortakiai iš 0,7mm cinkuotos skardos, kurių D iki 800mm K8=1.01	N20-168	m2		536,1601	35,17	18 856,75	427,81	18 428,94	
	Perėjimo per denginius vėdinimo šachtų mazgai OA-9 atvamzdž.d 800mm	481592	vnt	1,000	466,38	35,170	16 402,58		16 402,58	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.33	10333	žm.val.	0,930	13,08	32,708	427,81	427,81		
	Drosel.vožtuvai, šiberiai,tinklel.,aklės	260180	vnt	0,000	0,00	0,000				
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,025	6,79	0,879	5,97		5,97	
	Mūrvinės	120067	kg	0,006	13,34	0,215	2,86		2,86	
	Plastmasinis antgalis mūrvinėms	220095	vnt	0,610	0,03	21,454	0,64		0,64	
	Plieninės pakabos su kronšteiniais ortakiams	520314	kg	0,955	4,99	33,587	167,60		167,60	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,070	6,59	2,462	16,22		16,22	
	Statybiniai šoviniai	120082	vnt	0,610	0,00	21,454				
	Apvalūs, cinkuoti ortakiai, 0,7mm storio, d iki 800mm	483244	m2	1,000	52,12	35,170	1 833,06		1 833,06	
	Sandarinio tarpikliai	570289	kg	0,075	0,00	2,638				
8	Vėdinimo ir oro kondicionavimo agregato arba agregato blokų daugiau 2,0 iki 3,0 t masės montavimas kranu K1=1.4, K2=1.45	N20-1001	vnt		618,9794	1	618,98	272,83	27,68	318,47
	Difuzoriai DVS/P-DVS 200	1082-84	vnt	1,000	0,00	1,000				
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	19,460	14,02	19,460	272,83	272,83		
	Vėdinimo ir oro kondicionavimo agregatas (agregato blokas)	261114	vnt.	1,000	0,00	1,000				
	Plieninės atramos kondicionierių sekcijoms	261115	vnt.	0,000	0,00	0,000				
	Sandarinio tarpikliai	261116	kg	0,000	0,00	0,000				
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	4,200	6,59	4,200	27,68		27,68	
	Kranas ant automob. važiuklės keliam.galios iki 10 t	489034	maš.val	5,220	61,01	5,220	318,47			318,47
9	Atšakos (balnelio) įpjovimas į tiesų ortakį, kai atšakos skersmuo iki 315 mm K1=1.1	N20-921	vnt.		6,5764	56	368,28	354,10	2,58	11,60
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	0,451	14,02	25,256	354,09	354,09		
	Atšakos, balneliai	261006	vnt.	1,000	0,00	56,000				
	Hermetikas	261007	kg	0,000	0,00	0,000				
	Kniedės	120319	kg	0,007	6,59	0,392	2,58		2,58	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	0,140	1,48	7,840	11,60			11,60

Eil. Nr.	Pavadinimas	Kodas	Mato vnt.	Norma	Kaina	Kiekis	Suma	Darbas	Medžiagos	Mechanizmai
10	Atšakos (balnelio) įplovimas į tiesų ortakį, kai atšakos skersmuo iki 500 mm K1=1.1	N20-922	vnt.		10,7242	9	96,52	93,00	0,59	2,93
	Darbo jėga su vidutine kategorija 4.00	10400	žm.val.	0,737	14,02	6,633	92,99	92,99		
	Atšakos, balneliai	261006	vnt.	1,000	0,00	9,000				
	Hermetikas	261007	kg	0,000	0,00	0,000				
	Kniedės	120319	kg	0,010	6,59	0,090	0,59		0,59	
	Smulkūs mechanizmai su el. varikliu	489244	maš.val	0,220	1,48	1,980	2,93			2,93
11	Ventiliacijos sistemos derinimas, kai sistemoje 100 - 124 oro tiekimo taškų K1=1.1	D3-40	vnt.		1 623,8820	1	1 623,88	1 536,94	86,94	
	Vėdinimo grotelės	260562	vnt	1,000	43,47	1,000	43,47		43,47	
	Vėdinimo grotelės	260562	vnt	1,000	43,47	1,000	43,47		43,47	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 5.50	10550	žm.val.	95,700	16,06	95,700	1 536,94	1 536,94		
12	Reguliuojamos plyšinės grotelės PP išmatav.200X100mm	C130-1481	vnt		9,0000	496	4 464,00		4 464,00	
	Reguliuojamos plyšinės grotelės PP išmatav.200X100mm	483528	vnt	1,000	9,00	496,000	4 464,00		4 464,00	
13	ASINIS VENTILIATORIUS SU EL.VARIKLIU Ė80B6ĄBO HP.5,6M	C130-130	kompl.		1 046,3400	496	518 984,64		518 984,64	
	ASINIS VENTILIATORIUS SU EL.VARIKLIU Ė80B6ĄBO HP.5,6M	481543	kompl.	1,000	1 046,34	496,000	518 984,64		518 984,64	
14	Slopintuvo ŠTK-1, kurio vidaus D 125mm, sujungimas su ortakiais	N20-621	vnt		210,2786	496	104 298,19	6 102,04	98 196,15	
	Darbo jėga su vidutine kategorija 3.33	10333	žm.val.	0,950	12,95	471,200	6 102,04	6 102,04		
	Suvirinimo elektrodai	120038	kg	0,070	6,79	34,720	235,75		235,75	
	Apvalūs suvirinti ventiliat.triukšmo slopintuvai ŠTK-1,d 125mm	482910	vnt	1,000	196,71	496,000	97 568,16		97 568,16	
	Varžtai su veržlėmis (jvairūs)	120049	kg	0,120	6,59	59,520	392,24		392,24	
	Sandarinio tarpikliai	570289	kg	0,097	0,00	48,112				
15	DAVIKLIS-RELE TEMPERATURINIST144	C1704-5066	vnt		123,4400	1	123,44		123,44	
	DAVIKLIS-RELE TEMPERATURINIST	420320	vnt	1,000	123,44	1,000	123,44		123,44	
16	Akmens vatos dembliai arm. plieno tinkleliu ORSTECH DP 100, 100mm	896-200	m2		0,0000	38				
	Akmens vatos dembliai arm. plieno tinkleliu ORSTECH DP 100, 100mm	896-200	m2	1,000	0,00	38,000				

Iš viso	706 680,86	20 917,71	685 430,15	333,00
Papildomų medžiagų vertė	20 562,90		3%	
Papildomų mechanizmų vertė	9,99			3%
Kiti darbo užmokesčio priskaitymai	1 673,42	8%		
Iš viso	728 927,17	22 591,13	705 993,05	342,99
Soc. Draudimas	7 003,25	31%		
Iš viso	735 930,42	29 594,38	705 993,05	342,99
Statybviētės išlaidos	66 233,74	9%	9%	9%
Iš viso (tiesioginės išlaidos)	802 164,16	32 257,88	769 532,42	373,86
Pridėtinės išlaidos	6 777,34	30%		
Iš viso	808 941,50	39 035,22	769 532,42	373,86
Pelnas	40 447,07	5%	5%	5%
Iš viso (su netiesioginėmis išlaidomis)	849 388,57	40 986,98	808 009,04	392,55
PVM	178 371,60	21%	21%	21%
Iš viso	1 027 760,17	49 594,25	977 690,94	474,98

Sudarė:

Tikrino:

6 Priedas. „Pastato patalpų vėsinimo sistemos galinių įrenginių parinkimo suvestinė“

Pat. nr.	A, m ²	Didžiausia apkrova, W	Įrenginio vėsinimo galia, W	vnt.	Tipas	Debitas kg/h	Slėgio nuostoliai, Pa	Triukšmo lygis, dB	Pavara
1-2	90,00	16806	8951	2	QFDK-60	1634,4	30,2	39	vidutinė
1-3	90,00	13791	7199	2	QFDK-50	1310,4	20,3	31	vidutinė
1-13	192,00	13319	924	8	QPVA-300-140	158,4	5,77	-	-
1-14	192,00	10704	720	8	QPVA-240-140	122,4	2,97	-	-
2-8	216,00	14556	924	9	QPVA-300-140	158,4	5,77	-	-
2-9	216,00	11592	720	9	QPVA-240-140	122,4	2,97	-	-
3-8	304,00	19898	777	13	QPVA-240-190	133,2	3,39	-	-
3-9	304,00	18843	720	13	QPVA-240-140	122,4	2,97	-	-
4-8	304,00	19898	777	13	QPVA-240-190	133,2	3,39	-	-
4-9	304,00	18843	720	13	QPVA-240-140	122,4	2,97	-	-
5-8	304,00	19898	777	13	QPVA-240-190	133,2	3,39	-	-
5-9	304,00	18843	720	13	QPVA-240-140	122,4	2,97	-	-
6-1	37,00	4056	2413	2	QFDK-10	442,8	8,1	31	vidutinė
6-6	20,00	1671	1913	1	QFDK-10	313,2	4,1	24	žema
6-7	43,00	2833	3106	1	QFDK-30	565,2	8,6	32	žema
6-8	304,00	20235	777	13	QPVA-240-190	133,2	3,39	-	-

7 Priedas. „Vėsinimo įrenginio techninės charakteristikos“.



1. Parinktas vėsinimo įrenginys

1.1 Pradiniai duomenys

Garintuvas	
Tiekiamas fluidas	7,0°C
Temperatūrų skirtumas	5,0°C
Temperatūra vasarą	26,1°C
Fluidas	
Rūšis	etilenglikolis
procentinė dalis	35%
Papildomi parametrai	
Tylaus darbo režimas	OPLN

1.2 Įrenginio duomenys

Modelis	EWAQ130DAYN
Vėsinimas	
Galia	139,1
Maitinimo įvestis	39,9kW
Efektyvumas (EER)	3,5
Sezoninis efektyvumas (ESEER)	4,03
Garintuvas	
Fluido debitas	7,5l/s
Slėgio nuostoliai	92366Pa
Garsas	
Garso lygis	85,0dBA
Garso lygis 5m atstumu	57,9dBA
Sertifikuota	Taip
Matmenys	
Aukštis	2311mm
Plotis	2000mm
Ilgis	2631mm

Garso lygis nustatytas pagal ISO3744 standartą. Matavimai atlikti nominaliomis sąlygomis. Nurodytas garso lygis orientacinis.

8 priedas. „Pastato patalpų šildymo prietaisų parinkimo suvestinė“

Pat. Nr.	P _h , W	q _{tiekl.} , °C	q _{gr.} , °C	q _i , °C	P _{par.} , W	P realus (vieno), W	prietaisų sk.	Šildymo prietaiso tipas	P realus (bendras), W
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-1	3603	80	60	18	4410	4454	1	Purmo CV-22-500-2600	4454
1-2	8947	80	60	20	2302	2279	4	Aquilo FMK 42-350-14	9116
1-3	7437	80	60	20	1959	1939	4	Aquilo FMK 34-350-14	7758
1-10	7097	80	60	16	4298	3911	2	Purmo CV 22-900-1800	7822
1-11	2681	80	60	18	1358	1372	2	Aquilo FMK 34-250-14	2743
1-12	3045	80	60	10	1323	1098	2	Purmo CV 22-500-900	2196
1-13	8142	80	60	20	-	-	6 žiedai	Grindinis šildymas	8424
1-14	5544	80	60	20	-	-	6 žiedai	Grindinis šildymas	5652
1-15	6960	80	60	16	4298	3911	2	Purmo CV 22-900-1800	7822
1-16	215	80	60	20	521	526	1	Purmo CV 11-500-600	526
1-17	215	80	60	20	521	526	1	Purmo CV 11-500-600	526
3-8	14818	80	60	20	-	-	10 žiedų	Grindinis šildymas	14534
3-9	10938	80	60	20	-	-	10 žiedų	Grindinis šildymas	10653
3-10	2370	80	60	20	1238	1226	2	Aquilo FMK 34-230-14	2451
3-11	2370	80	60	20	1238	1226	2	Aquilo FMK 34-230-14	2451
4-8	14818	80	60	20	-	-	10 žiedų	Grindinis šildymas	14534
4-9	10938	80	60	20	-	-	10 žiedų	Grindinis šildymas	10653
4-10	2370	80	60	20	1238	1226	2	Aquilo FMK 34-230-14	2451
4-11	2370	80	60	20	1238	1226	2	Aquilo FMK 34-230-14	2451
2-8	10352	80	60	20	-	-	7 žiedai	Grindinis šildymas	10146
2-9	7310	80	60	20	-	-	7 žiedai	Grindinis šildymas	7104
2-10	1339	80	60	20	1313	1300	1	Aquilo FMK 42-210-14	1300
2-11	1339	80	60	20	1313	1300	1	Aquilo FMK 42-210-14	1300
5-8	14799	80	60	20	-	-	10 žiedų	Grindinis šildymas	14516
5-9	12588	80	60	20	-	-	10 žiedų	Grindinis šildymas	12305
5-10	2341	80	60	20	1238	1226	2	Aquilo FMK 34-230-14	2451
5-11	2713	80	60	20	1368	1354	2	Aquilo FMK 34-250-14	2709
6-1	2006	80	60	20	1073	1062	2	Aquilo FMK 29-250-14	2125
6-2	428	80	60	18	521	500	1	Purmo CV 11-500-600	500
6-3	712	80	60	20	868	877	1	Purmo CV 11-500-1000	877
6-4	701	80	60	20	868	877	1	Purmo CV 11-500-1000	877
6-5	772	80	60	20	955	965	1	Purmo CV 11-500-1100	965
6-6	898	80	60	20	976	966	1	Aquilo FMK 26-250-14	966
6-7	1563	80	60	20	819	811	2	Aquilo FMK 42-140-14	1622
6-8	12801	80	60	20	-	-	10 žiedų	Grindinis šildymas	16460
6-9	2733	80	60	20	1368	1354	2	Aquilo FMK 34-250-14	2709

9 priedas. „Šildymo ir vėdinimo sistemų šilumokaičių techninės charakteristikos“

Danfoss Hexact(v3.4.8)

Plokštelinis šilumokaitis Techninis aprašymas

Nuoroda: JK20170112130718



Klientas:	Kontaktinis asmuo:		
Projektas:	MBP, šilumokaitis šildymo sistemai		
HEX Tipas:	XB51L-1-20		
Vienetas:	1 (Lygiagretus)	Kodas:	004B1532
		Data:	

Apskaičiuoti parametrai	Vienetas	1 pusė	2 pusė
Srauto tipas			Priešsrovinis
Apkrova	kW		196,20
Įvado temperatūra	°C	110,00	60,00
Išėjimo temperatūra (Nurodyta)	°C	85,00	80,00
Išėjimo temperatūra (Atitinka)	°C	--	--
Masės debitas	kg/h	6702,0	8430,0
Tūrinis debitas	L/min	117,361	142,776
Paviršiaus riba	%		31,9
LMTD	K		27,42
HTC(esamas / reikiamas)	W/m ² -K		4994/3785
Bendras slėgio kritimas	kPa	12,63	16,50
Slėgio kritimas - angoje	kPa	0,28	0,42
Angoje greitis	m/s	0,91	1,13

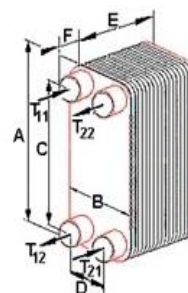
Skysčio savybės	Vienetas	1 pusė	2 pusė
Skystis		vanduo	vanduo
Kalmpumas	mPa·s	0,2921	0,4058
Tankis	kg/m ³	961,0	978,6
Šilumos galia	kJ/kg·K	4,214	4,188
Šiluminis pralaidumas	W/m·K	0,679	0,659

Specifikacija:	Vienetas	1 pusė	2 pusė
HEX Tipas:			XB51L-1-20
Plokštelių skaičius:	---		20
Maks. Galimas plokštelių skaičius esamame rėme:	---		--
Grupavimas:	---		1*9L/1*10L
Šilumos perdavimo plotas:	m ²		1,89
Plokštelės medžiaga:	---		EN1.4404(AISI316L)
Tarpinės medžiaga:	---		--
Jungtis Dydis:	---		G 2
Jungtis Tipas:	---		Sriegis
Rėmo spalva:	---		--
Sertifikavimas/Patvirtinimas:	---		PED Art 3.3
Tūris:	L	1,89	2,1
Svoris:	kg		15,6
Konstrukcija Temperatūra(Maks./Min.):	°C		110/60
Konstrukcijos slėgis(Maks.):	bar		25

Priedai:

Išoriniai matmenys:			
A (mm):	466	B (mm):	256
C (mm):	380	D (mm):	170
E (mm):	64	F (mm):	50
Warning: Dimensions are for reference purposes only and are not to be used for construction.			

Komentarai:



Plokštelinis šilumokaitis Techninis aprašymas

Nuoroda: JK20170112130501

Klientas:			Kontaktinis asmuo:
Projektas:	MDP, šilumokaitis vėdinimo sistemai		El. p.:
HEX Tipas:	XB51L-1-20		Inžinierius:
Vienetas:	1 (Lygiagretus)	Kodas: 004B1532	Data:

Apskaičiuoti parametrai	Vienetas	1 pusė	2 pusė
Srauto tipas			Priešsrovinis
Apkrova	kW		211,60
Išvado temperatūra	°C	110,00	60,00
Išėjimo temperatūra (Nurodyta)	°C	85,00	80,00
Išėjimo temperatūra (Atitinka)	°C	--	--
Masės debitas	kg/h	7228,0	9091,7
Tūrinis debitas	L/min	126,573	153,983
Paviršiaus riba	%		29,6
LMTD	K		27,42
HTC(esamas / reikiamas)	W/m ² -K		5289/4082
Bendras slėgio kritimas	kPa	14,52	18,96
Slėgio kritimas - angoje	kPa	0,32	0,49
Angoje greitis	m/s	0,98	1,22

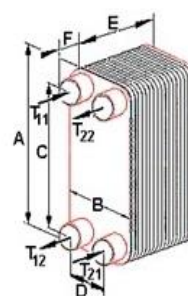
Skysčio savybės	Vienetas	1 pusė	2 pusė
Skystis		vanduo	vanduo
Kalmpumas	mPa-s	0,2921	0,4058
Tankis	kg/m ³	961,0	978,6
Šilumos galia	kJ/kg-K	4,214	4,188
Šiluminis pralaidumas	W/m-K	0,679	0,659

Specifikacija:	Vienetas	1 pusė	2 pusė
HEX Tipas:			XB51L-1-20
Plokštelių skaičius:	---		20
Maks. Galimas plokštelių skaičius esamame rėme:	---		--
Grupavimas:	---		1*9L/1*10L
Šilumos perdavimo plotas:	m ²		1,89
Plokštelės medžiaga:	---		EN1.4404(AISI316L)
Tarpinės medžiaga:	---		--
Jungtis Dydis:	---		G 2
Jungtis Tipas:	---		Sriegis
Rėmo spalva:	---		--
Sertifikavimas/Patvirtinimas:	---		PED Art 3.3
Tūris:	L	1,89	2,1
Svoris:	kg		15,6
Konstrukcija Temperatūra(Maks./Min.):	°C		110/60
Konstrukcijos slėgis(Maks.):	bar		25

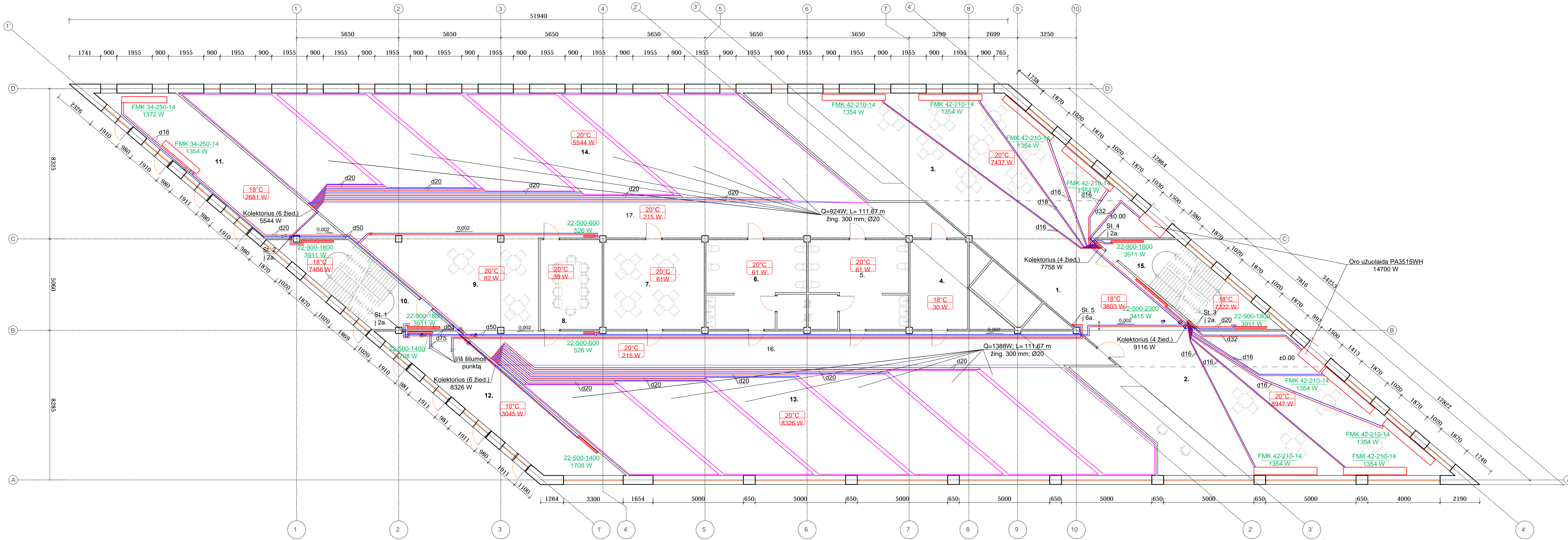
Priedai:

Išoriniai matmenys:		
A (mm):	466	B (mm): 256
C (mm):	380	D (mm): 170
E (mm):	64	F (mm): 50
Warning: Dimensions are for reference purposes only and are not to be used for construction.		

Komentarai:



PIRMO AUKŠTO PLANAS



PASTABOS:

- Magistraliniai šildymo sistemos vamzdžiai ir stovai numatyti iš virinamų juodų plieninių vamzdžių.
- Magistraliniai vamzdiniai bei stovai izoluojami 40mm. storio akmens vatos su aliuminio folija šilumos izoliacijos kevalais.
- Atšakose į kolektorius montuojama: tiekiamo šilumnešio vamzdyje - balansinis ventilius su atšakomis srauto matavimui ir impulsinio vamzdelio pajungimo, grįžtamo šilumnešio vamzdyje - balansinis ventilius su perkirčio regulatoriais) su impulsiniu vamzdeliu, uždarojami ir drenavimo armatūra.
- Apatinio pajungimo radiatoriams naudojama "H" jungtis.
- Prie radiatorių projektuojami d15 termostatiniai ventiliai su termostatinėmis galvomis. Temperatūros nustatymo diapazonas 5-26°C.
- Koridoriuje montuojama antivandalinė termostatinė galva. Tai įtakai atsparus su apsauginiu gaubtu termostatinis elementas su dujiniu užpildu ir Min/Max temperatūros užrakini mo funkcija.
- Ties sankirtomis su statybinėmis konstrukcijomis vamzdžiai montuojami gilzėse, kurios užpildomos garsą izoliuojančia medžiaga.
- Stovų ir magistralių vietas bei altitudes tikslinti vietoje.
- Radiatorių pajungimui vamzdynas numatytas iš daugiasluoksnio vamzdžio. Jis montuojamas grindų konstrukcijoje užbetuojant.
- Patalpose su grindiniu šildymu, patalpų pakraščiuose, visu perimetru, numatyta izoliacinė juosta.
- Grindinio šildymo patalpos termostatai montuojami 1.5m. aukštyje nuo grindų paviršiaus šalia patalpų durų. Stovų atšakoms bei prie šildymo sistemos kolektorių numatomi automatiniai balansinių ventilių komplektai su slėgio perkirčio regulatoriais.

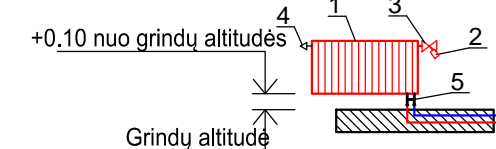
SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI

- Rutulinis ventilius
- Šildymo vamzdynas
- (Pagalduodamas/Grįžtamas) Izoliuoti vamzdynai
- Diferencialinis ventilius
- Automatinis balansinių ventilių komplektas
- su slėgio perkirčio regulatoriumi
- Stovai ir jų numeris
- Vamzdžio diametras

- 20°C Projektinė patalpos temperatūra
- 715 W Šilumos nuostoliai
- Nejudanti atrama
- 0,002 Vamzdžių nuolydis
- 22-500-800 Radiatoriaus tipas-aukštis-ilgis
- 1024 W Galia, prie projekcinių parametru
- Vamzdžio diametro susiaurėjimas
- Nuorintojas

- Grindinio šildymo žiedas. Naudoti tokį grindinio šildymo sistemos vamzdžio klojimo būdą.

APATINIO PAJUNGIMO RADIATORIŲ PRINCIPINĖ MONTAVIMO SCHEMA

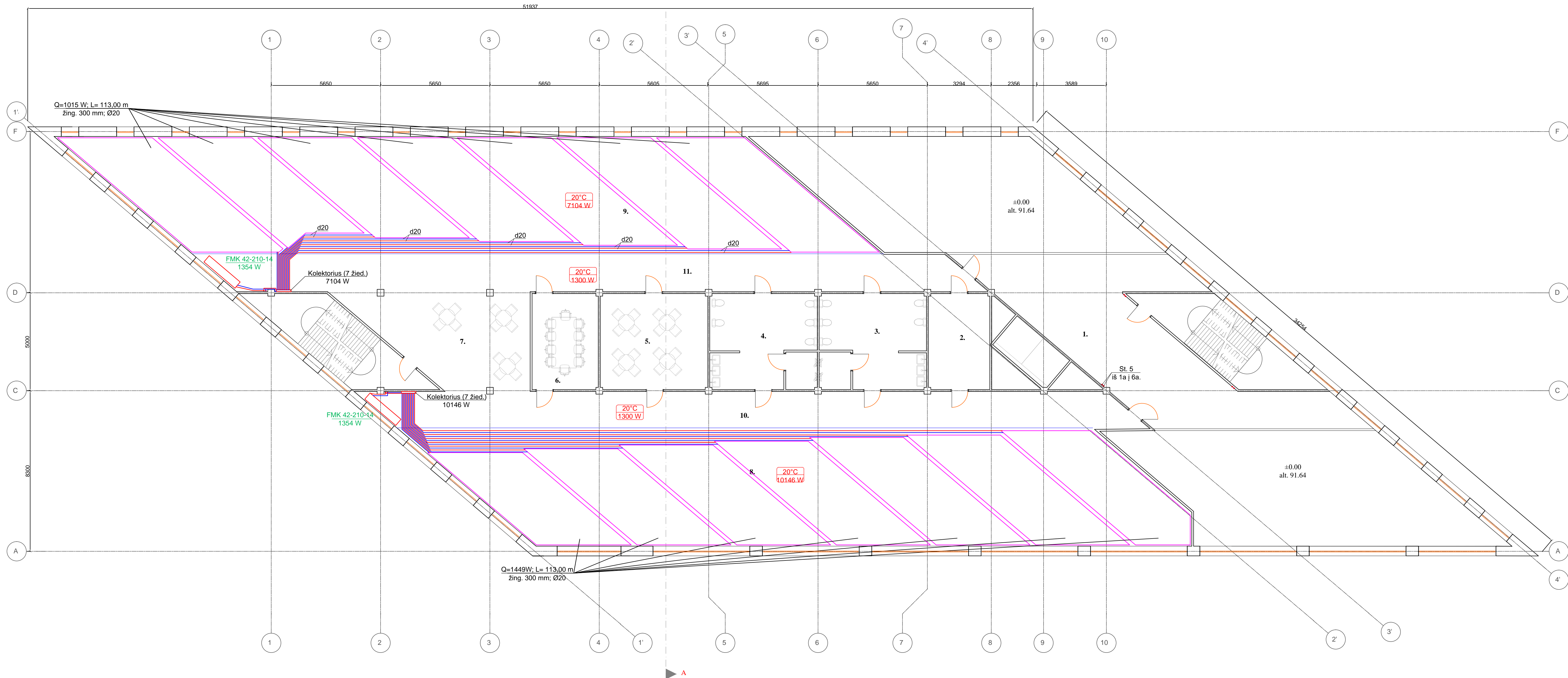


- Plieninis apatinio pajungimo radiatorius;
- Termostatinė galva;
- Termostatinis ventilius;
- Nuorintojas;
- Dujiniamzdės sistemos reguliavimo (H) mazgas;

Patalpų eksplikacija	
1. Holas	80 m ²
2. Priimamasis	90 m ²
3. Kavinė	90 m ²
4. Techninė patalpa	16 m ²
5. WC / Dušai	28 m ²
6. WC / Dušai	28 m ²
7. Virtuvė	28 m ²
8. Posėdžių kambarys	18 m ²
9. Bendravimo zona	38 m ²
10. Laiptinė	7 m ²
11. Techninė patalpa / Š.p.	38 m ²
12. Techninė patalpa / Š.p.	38 m ²
13. Biuras	192 m ²
14. Biuras	192 m ²
15. Laiptinė	7 m ²
16. Koridorius	68 m ²
17. Koridorius	68 m ²
VISO:	1056 m ²

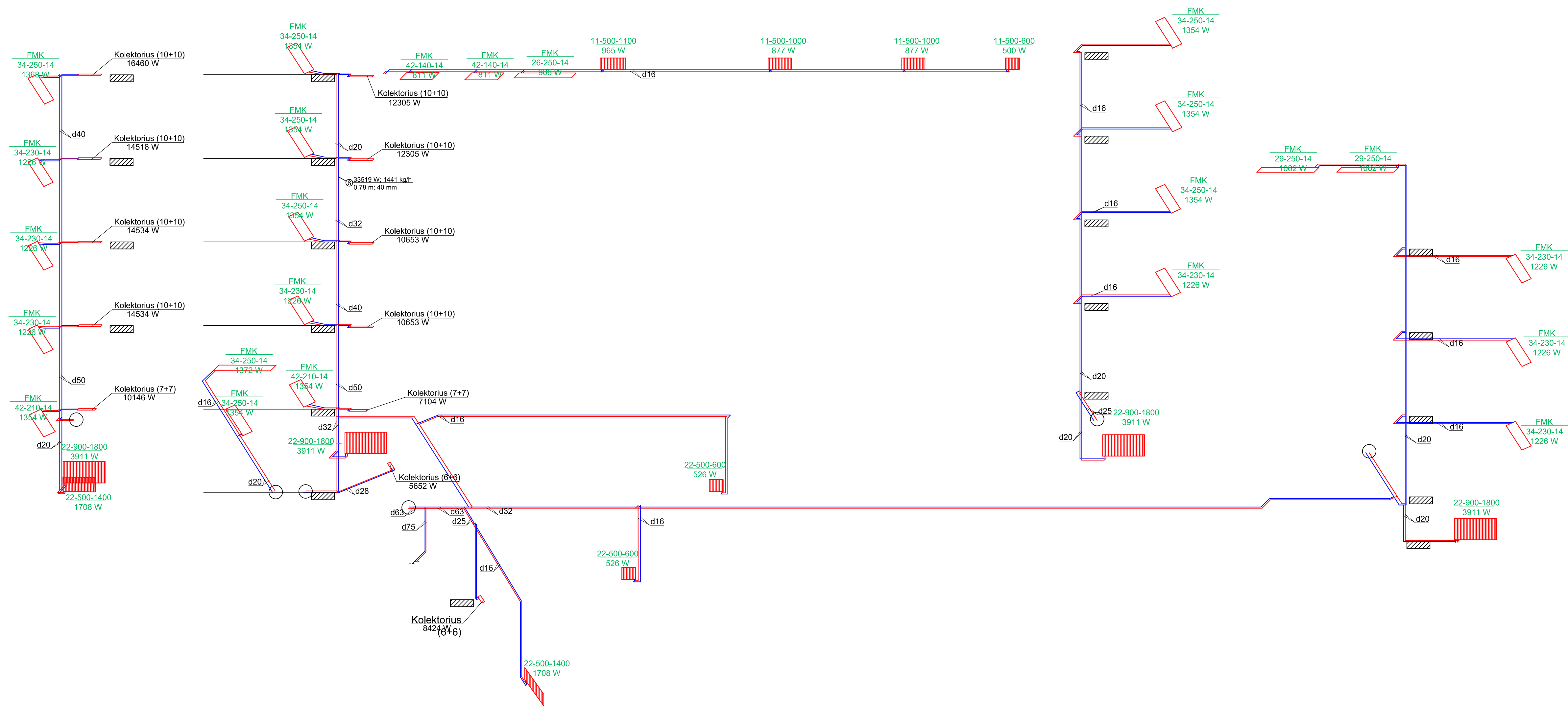
Grupė		KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas	P.Bojys		Bekanalų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
	Vadovas	A.Jurelionis		Pirmo aukšto planas su projektuojama šildymo sistema. M 1:100	
gd	Konsult.	V.Paukštys		Laida	O
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra			Lapas	Lapų
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas			2017-MBP-PES-SA	1 1

ANTRO AUKŠTO PLANAS



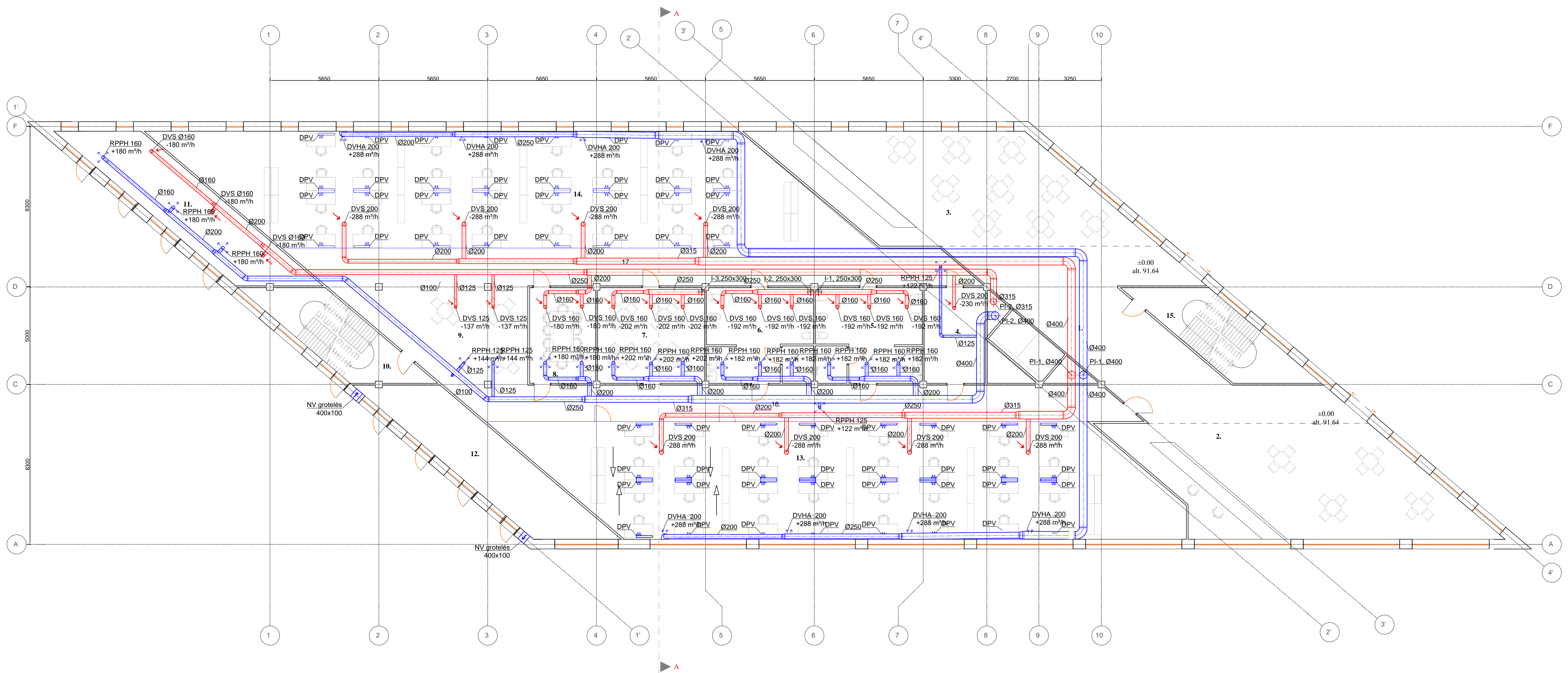
Patalpų eksplikacija	
1. Holas	34 m ²
2. Techninė patalpa	16 m ²
3. WC / Dušai	28 m ²
4. WC / Dušai	28 m ²
5. Virtuvė	28 m ²
6. Posėdžių kambarys	18 m ²
7. Bendravimo zona	38 m ²
8. Biuras	216 m ²
9. Biuras	216 m ²
10. Koridorius	69 m ²
11. Koridorius	69 m ²
VISO:	760 m ²

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas	P.Bojys	Bekanalų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
gd	Vadovas	A.Jurelionis		
	Konsult.	V.Paukštys	Antro aukšto planas su projektuojama šildymo sistema. M 1:100	
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra		2017-MBP-PES-SA	
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas		Lapas	Lapų
			1	1



Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas	P.Bojys	Bekanalų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
gd	Vadovas	A.Jurelionis		
	Konsult.	V.Paukštys		
			Projektuojamos šildymo sistemos aksonometrinė schema. M 1:100	Laida O
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra		2017-MBP-PES-SA	Lapas Lapų
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas			1 1

PIRMO AUKŠTO PLANAS



PASTABOS:

- Tarp lauko oro paėmimo ir oro šalinimo grotelių atstumas >6m.
- Ortakvių izoliacija lauko oro ėmimo ir šalinimo ortakiams iki vėdinimo agregato - 50-100 mm.
- Tranzitinių ortakvių atsparumas ugniai turi būti ne mažesnis kaip kertamos užtvaros.
- Vėdinimo įrangos triukšmo lygis mažinamas montuojant triukšmo slopintuvus.
- Ugnies vožtuvai montuojami ortakviui kertant aukštų priešgaisrines perdangas, pertvaras arba iš bet kurios pertvaros pusės taip, kad ortakio atsparumas ugniai liktu ne mažesnis kaip pertvaros.
- Ortakius, susikirtimo vietose plokštinti tiek, kad tilptų virš pakabinamų lubų. Altitudės tikslinamos vietoje.
- Visų vėdinimo sistemų kirtimo vietas perdangose, sienose bei vėdinimo įrangos pastatymo vietas tikslinti vietoje, darbų vykdymo metu.
- Įrengiami ortakvių pravalyso liukai.

SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI:

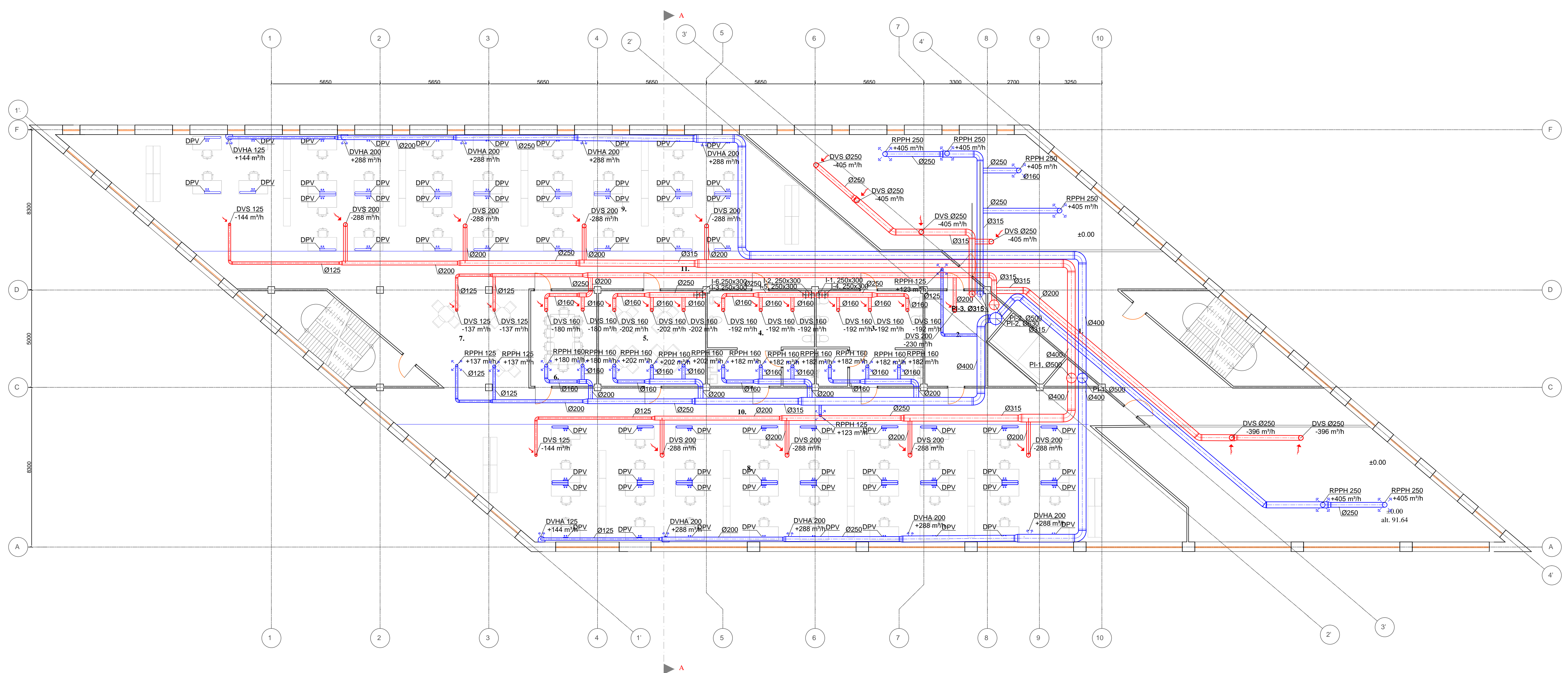
- - oro šalinimo ortakis
- - oro padavimo ortakis
- Ø125 - ortakio diametras, mm
- - oro padavimo plafonas
- - oro ištraukimo plafonas
- P-DVS 160 +137 m³/h - plafonas (tipas)
- - oro kiekis, m³/h
- - Triukšmo slopintuvas
- - Ventilatorius
- - Oro kiekio reguliavimo vožtuvas
- - Ugnies vožtuvas
- - Oro pratekėjimas

Patalpų eksplikacija

1. Holas	80 m²
2. Priimamasis	90 m²
3. Kavinė	90 m²
4. Techninė patalpa	16 m²
5. WC / Dušai	28 m²
6. WC / Dušai	28 m²
7. Virtuvė	28 m²
8. Posėdžių kambarys	18 m²
9. Bendravimo zona	38 m²
10. Laiptinė	7 m²
11. Techninė patalpa	38 m²
12. Techninė patalpa / Š.p.	38 m²
13. Biuras	192 m²
14. Biuras	192 m²
15. Laiptinė	7 m²
16. Koridorius	68 m²
17. Koridorius	68 m²
VISO:	1056 m²

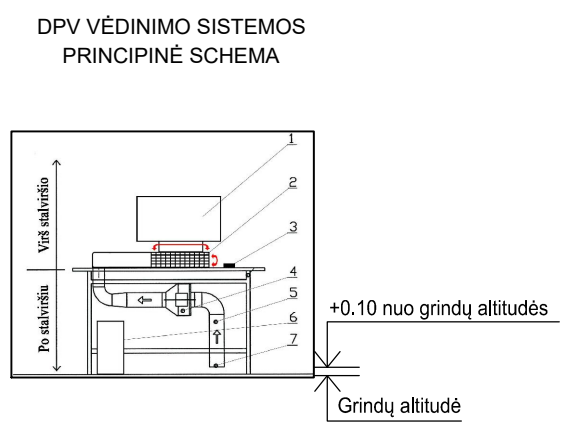
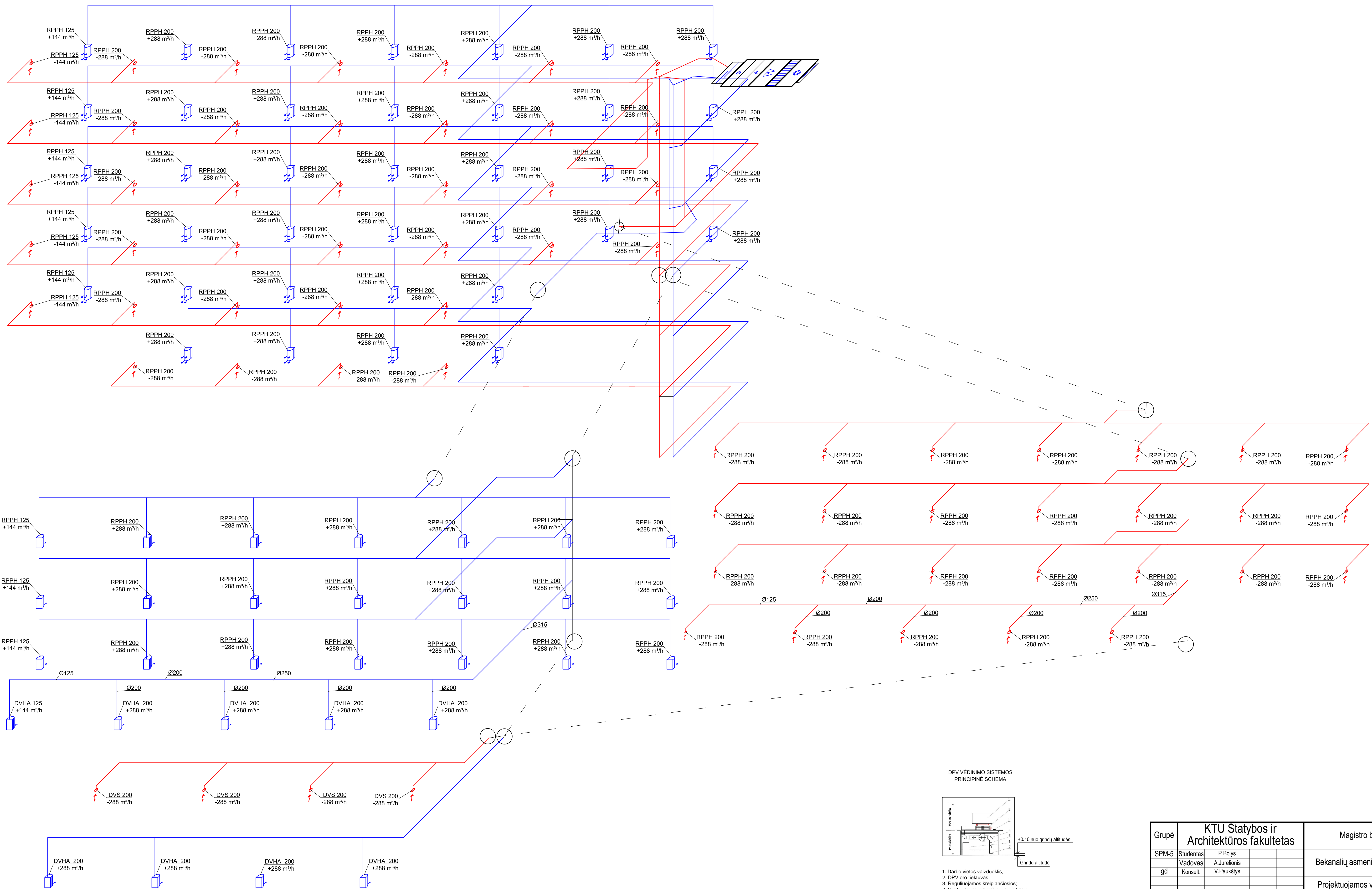
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas	P.Bojys	Bekanalinių asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
Vadovas	Konsult.	A.Jurelionis V.Paukštys		
gd			Pirmo aukšto planas su projektuojama vėdinimo sistema. M 1:100	Laida O
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra Studentų g. 48, 51367 Kaunas		2017-MBP-PES-SA	Lapas 1
MBP				Lapų 1

ANTRO AUKŠTO PLANAS



Patalpų eksplikacija	
1. Holas	34 m ²
2. Techninė patalpa	16 m ²
3. WC / Dušai	28 m ²
4. WC / Dušai	28 m ²
5. Virtuvė	28 m ²
6. Pošėdžių kambarys	18 m ²
7. Bendravimo zona	38 m ²
8. Biuras	216 m ²
9. Biuras	216 m ²
10. Koridorius	69 m ²
11. Koridorius	69 m ²
VISO:	760 m ²

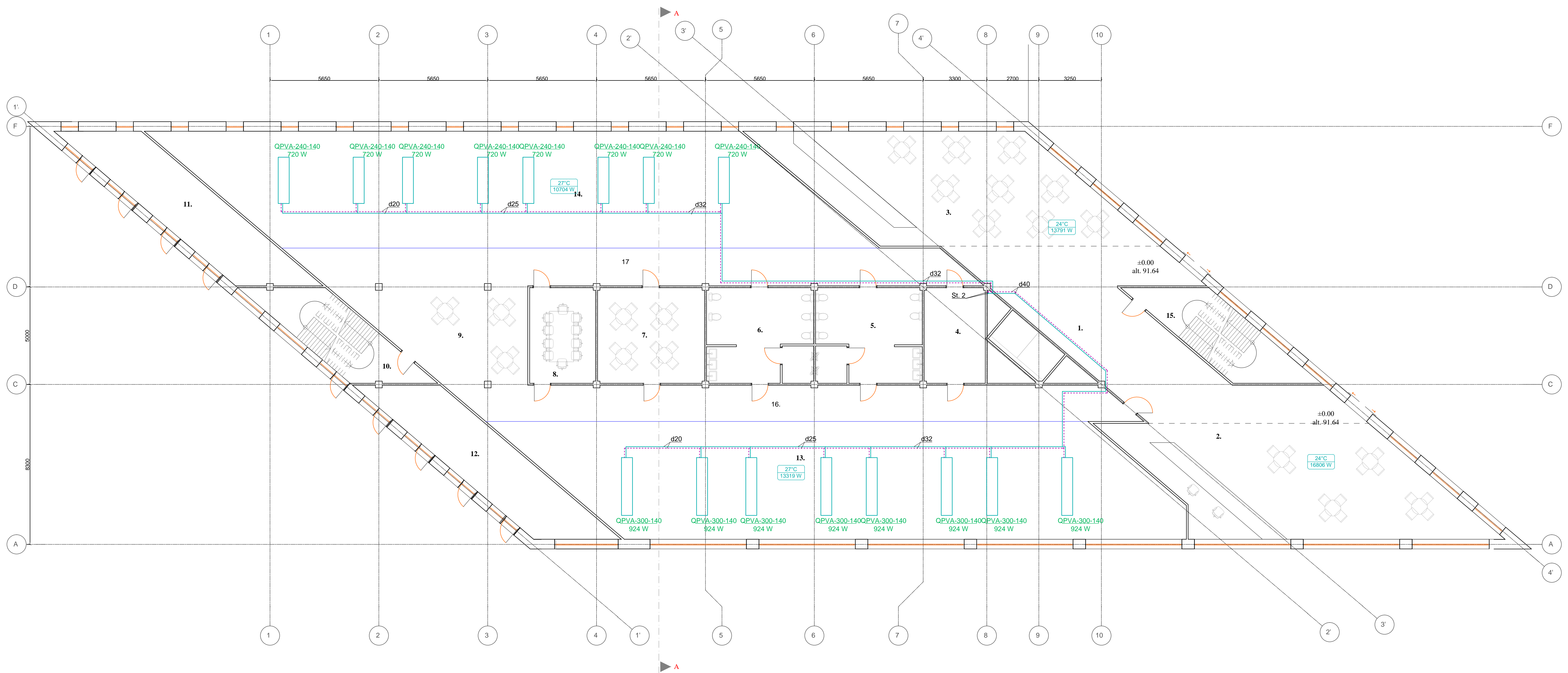
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas	Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas P.Bojys	Bekaniųjų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
Vadovas	A.Jurelionis		
gd	Konsult. V.Paukštys	Antro aukšto planas su projektuojama vėdinimo sistema. M 1:100	
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra	2017-MBP-PES-SA	
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas		
		Laida	O
		Lapas	Lapų
		1	1



1. Darbo vietas vaižduoklis;
2. DPV oro tēktnis;
3. Regulējamojas kreipiančiosis;
4. Ventilatorius ir triukšmo slopintuvas;
5. Sistemos ortakis;
6. Darbo vietas kompiuteris;
7. Oro jēturimo anga.

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas	P.Bojys		
gd	Vadovas	A.Jurelionis	Bekanalinių asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
	Konsult.	V.Paukštys		
			Projektuojamos vėdinimo sistemos PI-1 aksonometrinė schema. M 1:100	
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra		2017-MBP-PES-SA	
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas		Lapas	Lapų
			1	1

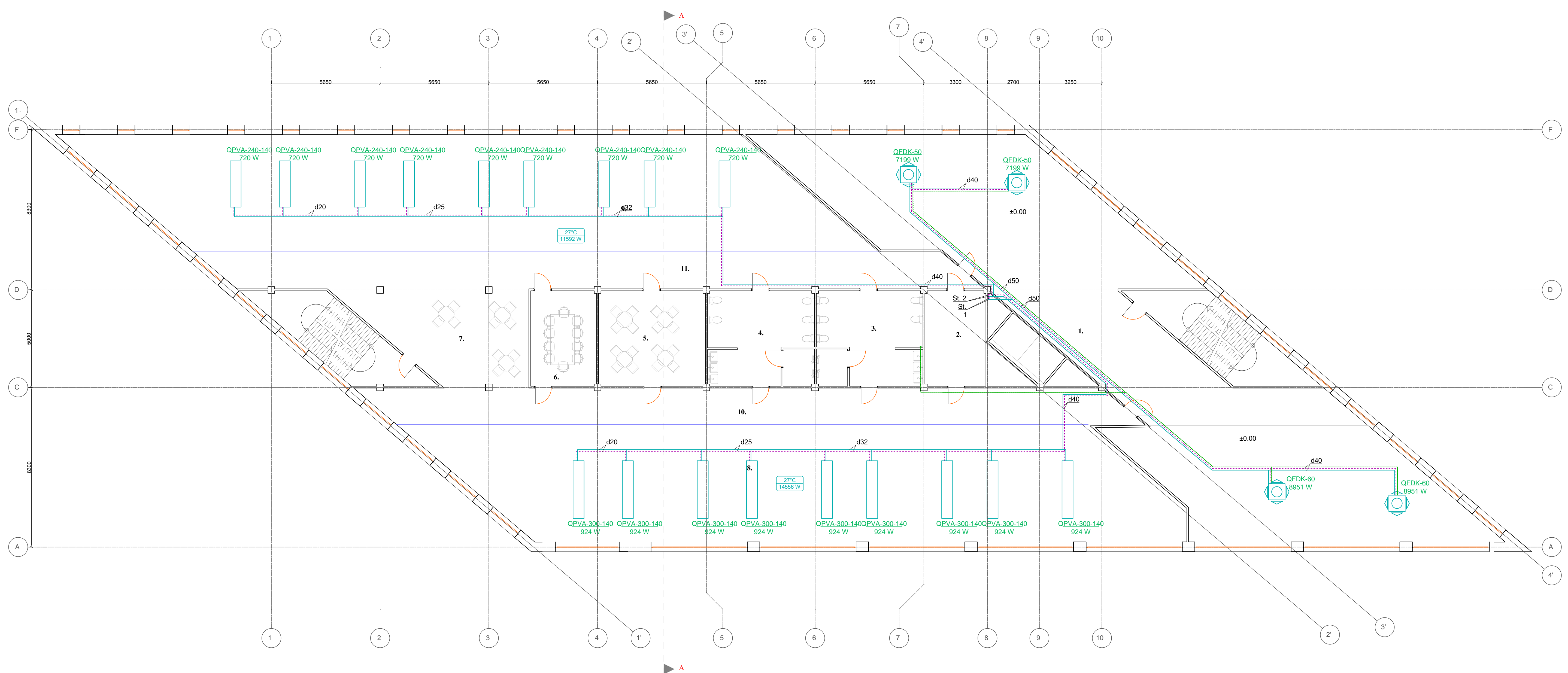
PIRMO AUKŠTO PLANAS



Patalpų eksplikacija	
1. Holas	80 m ²
2. Priimamasis	90 m ²
3. Kavinė	90 m ²
4. Techninė patalpa	16 m ²
5. WC / Dušai	28 m ²
6. WC / Dušai	28 m ²
7. Virtuvė	28 m ²
8. Posėdžių kambarys	18 m ²
9. Bendravimo zona	38 m ²
10. Laiptinė	7 m ²
11. Techninė patalpa	38 m ²
12. Techninė patalpa / Š.p.	38 m ²
13. Biuras	192 m ²
14. Biuras	192 m ²
15. Laiptinė	7 m ²
16. Koridorius	68 m ²
17. Koridorius	68 m ²
VISO:	1056 m ²

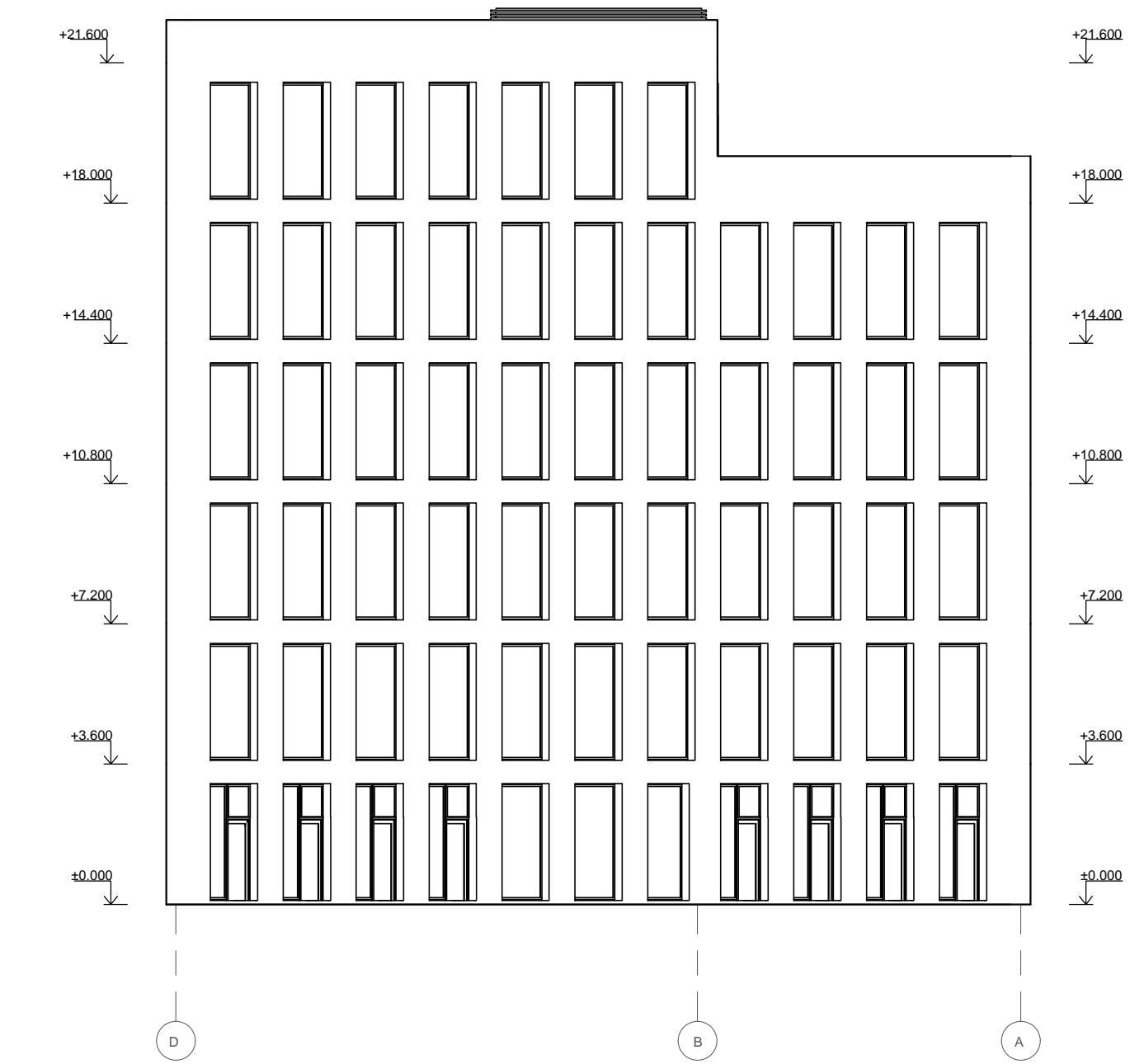
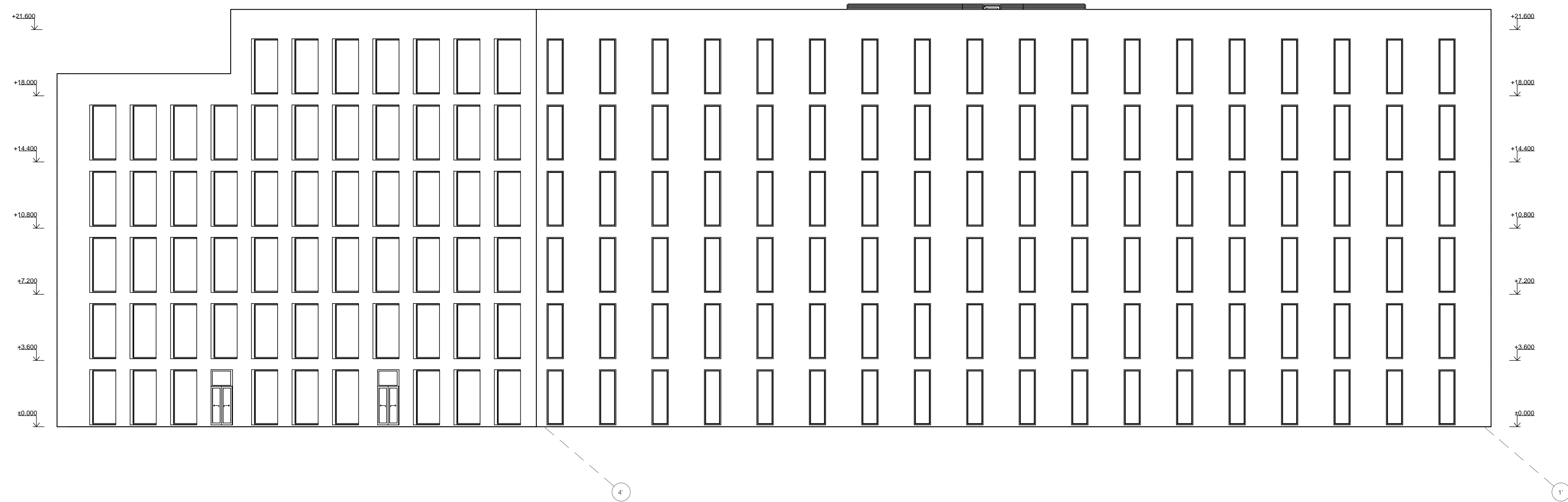
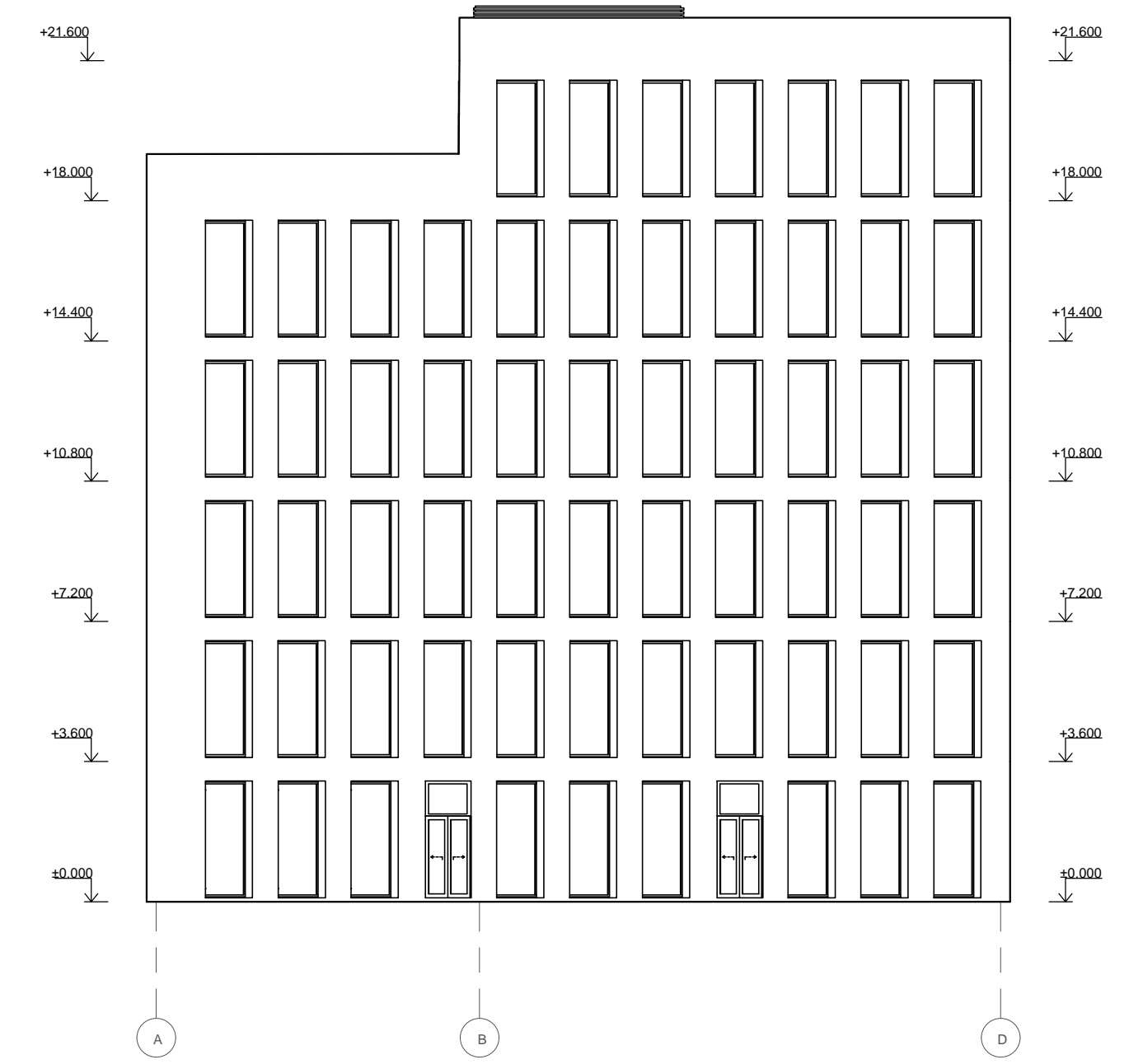
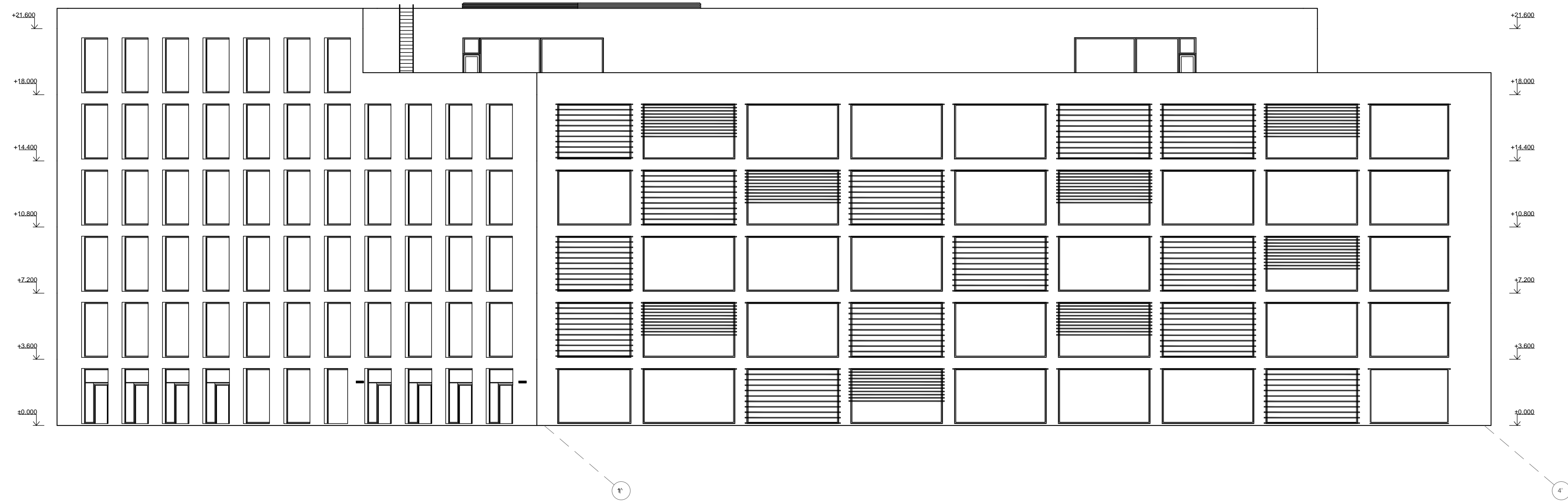
Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas		
SPM-5	Studentas	P.Bojys	Bekanalų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai		
	Vadovas	A.Jurelionis			
gd	Konsult.	V.Paukštys	Pirmo aukšto planas su projektuojama vėsinimo sistema. M 1:100		
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra		2017-MBP-PES-SA	Lapas	Lapų
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas			1	1

ANTRO AUKŠTO PLANAS



Patalpų eksplikacija	
1. Holas	34 m ²
2. Techninė patalpa	16 m ²
3. WC / Dušai	28 m ²
4. WC / Dušai	28 m ²
5. Virtuvė	28 m ²
6. Posėdžių kambarys	18 m ²
7. Bendravimo zona	38 m ²
8. Biuras	216 m ²
9. Biuras	216 m ²
10. Koridorius	69 m ²
11. Koridorius	69 m ²
VISO:	760 m ²

Grupė	KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas	P.Bojys		
	Vadovas	A.Jurelionis	Bekanalų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
gd	Konsult.	V.Paukštys		
			Antro aukšto planas su projektuojama vėsinimo sistema. M 1:100	Laida O
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra		2017-MBP-PES-SA	
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas		Lapas	Lapų 1 1



Grupė		KTU Statybos ir Architektūros fakultetas		Magistro baigiamasis projektas	
SPM-5	Studentas	P.Bolys		Bekanalijų asmeninių vėdinimo sistemų tyrimai	
gd	Vadovas	A.Jurelionis		Pastato fasadai. M 1:100	
	Konsult.	V.Paukštys		Laida	
				O	
Etapas	Pastatų energinių sistemų katedra			2017-MBP-PES-SA	
MBP	Studentų g. 48, 51367 Kaunas			Lapas	Lapų
				1	1