



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

Maija Nikitina

**BIURO PATALPŲ MIKROKLIMATO ANALIZĖ IR INŽINERINIŲ
SISTEMŲ PROJEKTAVIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Lina Šeduikytė

KAUNAS, 2018

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

**BIURO PATALPŲ MIKROKLIMATO ANALIZĖ IR INŽINERINIŲ
SISTEMŲ PROJEKTAVIMAS**

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

Vadovas

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

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Valdas Paukštys
(data)

Projektą atliko

(parašas) Maija Nikitina
(data)

Darba atliko SPM-6 gr.

Studentas:

vardas, pavardė

parašas, data

Darbo vadovas:

vardas, pavardė

parašas, data

Katedros vedėjas:

vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Ekonominė dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Projektinė dalis

vardas, pavardė

parašas, data



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Statybos ir architektūros fakultetas

(Fakultetas)

Maija Nikitina

(Studento vardas, pavardė)

Darnūs ir energetiškai efektyvūs pastatai (kodas 621H24001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Baigiamojo projekto pavadinimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 18 m. Sausio mėn. 08 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Maijos Nikitinos**, baigiamasis projektas tema „Biuro patalpų mikroklimato analizė ir inžinerinių sistemų projektavimas“ 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)

Nikitina, Maija. *Biuro patalpų mikroklimato analizė ir inžinerinių sistemų projektavimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Lina Šeduikytė; Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas.*

Mokslo kryptis ir sritis: inžinerinės sistemos

Reikšminiai žodžiai: *šildymas, vėdinimas, vėsinimas, drėkinimas, mikroklimatas.*

Kaunas, 2018.60 p.

SANTRAUKA

Baigiamajame darbe, tiriamojoje dalyje buvo nagrinėtas biuro patalpų mikroklimatas. Tyrimo metu nustatyta, kad respondentų nusiskundimai bendra savijautą darbo metu atitinka sergančio pastato sindromo sindromus.

Magistro baigiamajame darbe administraciniam pastatui, atsižvelgiant į gautas išvadas tyrimo metu, projektuojama šildymo, vėsinimo ir vėdinimo sistema bei drėkinimo sistema. Patalpų šildymui, vėsinimui ir vėdinimui suprojektuoti ventiliatoriniai konvektoriai su dviem šilumokaičiais. Vienas skirtas šildymui, kitas vėsinimui. Patalpose palaikyti higienos normas atitinkanti santykinę drėgmės lygį pasirinkta NanoFog drėkinimo sistema, kuri išpurškia į patalpas vandenį sumaišytą su suslėgtu oru.

Šilumnešis šildymo sistemai ruošiamas pastato pirmame aukšte. Vėdinimo įrenginys numatomas ant stogo. Drėkinimo sistemos įrenginys taip pat numatomas ant stogo. Drėkinimo sistemos pagrindiniai įrenginiai projektuojami pirmame pastato aukšte.

Atlikus projektinę dalį buvo suskaičiuota vėdinimo sistemos lokalinė sąmata.

Nikitina, Maija. ANALYSIS OF MICROCLIMATE PARAMETERS IN OFFICE BUILDINGS AND DESIGN OF ENGINEERING SYSTEMS: *Master's thesis in / supervisor assoc. prof. Lina Šeduikytė. The Faculty of civil engineering and architecture, Kaunas University of Technology.*

Research area and field: engineering systems

Key words: heating, force ventilation, air conditioning, irrigation, microclimate.

Kaunas, 2018. 60 p.

SUMMARY

The examined study area in the Master Thesis was the microclimate of office premises. During the accomplished survey, there was found that the complaints of respondents were about the well-being during work in the office and the complaints correspond to the symptoms of the sick buildings' syndrome.

In the work of Master Thesis for the administrative building, given to the conclusions obtained, heating, cooling, air conditioning and irrigation systems were designed. Fan convectors with two heat exchangers are designed for heating, cooling and air conditioning systems of the premises. One of the fan convectors is for the heating and other is for the cooling of the premises. The NanoFog irrigation system, which sprays water into the rooms mixed with compressed air, is selected to maintain hygiene standards that corresponds to the relative humidity level in the rooms.

The fluid for the heating system is prepared in the ground floor. The air conditioning device is foreseen on the roof. The irrigation system is also foreseen on the roof, while the main devices of the irrigation system are designed in the ground floor of the building.

After the design part was made, the local estimate of the air conditioning system was counted.

TURINYS

IVADAS.....	9
1. TIRIAMOJI DALIS.....	10
1.1. Literatūros analizė.....	10
1.2. Tyrimas.....	15
1.2.1. Tyrimo objektas.....	15
1.2.2. Tyrimo metodai ir prietaisai.....	16
1.2.3. Tyrimo rezultatai.....	17
1.2.4. Klausimyno rezultatai.....	19
2. PROJEKTAVIMO DALIS.....	26
2.1. Statybos ir teisės reglamentavimo sąlygos.....	26
2.1.1. Reikalavimai projektuojamoms sistemoms.....	26
2.2. Architektūrinė dalis.....	26
2.2.1. Bendrieji duomenys.....	26
2.2.2. Pastato architektūrinė sandara.....	26
2.2.3. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientas.....	26
2.3. Pastato inžinerinių sistemų projektiniai sprendiniai.....	27
2.3.1. Šildymo, vėsinimo ir vėdinimo projektavimas.....	27
2.3.2. Drėkinimo sistemos projektavimas.....	34
3. PROJEKTINIUS SPRENDINIUS PAGRINDŽIANTYS SKAIČIAVIMAI.....	35
3.1. Projektiniai savitieji patalpos šilumos nuostoliai.....	35
3.2. Patalpos atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai.....	35
3.3. Patalpos projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai.....	36
3.4. Pastato projektinė šilumos šaltinio galia.....	38
3.5. Teršalų balansas ir jo sudarymas.....	38
3.5.1. Šilumos balansų skaičiavimas šiltuoju laikotarpiu.....	38
3.5.2. Šilumos balansų skaičiavimas šaltuoju laikotarpiu.....	39
3.5.3. Drėgmės balansas šiltuoju laikotarpiu.....	40

3.5.4. Drėgmės balansas šaltuoju laikotarpiu	41
4. EKONOMINĖ DALIS	42
5. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS	43
5.1. Aplinkosaugos dalis.....	43
5.2. Darbų sauga.....	43
IŠVADOS.....	44
LITERATŪRA	45
PRIEDAI	47

ĮVADAS

Mikroklimatas – tai šiluminis komfortas ir oro kokybė. Patalpų mikroklimatą veikia: oro temperatūra, santykinis drėgnis, oro judėjimo greitis, šiluminis spinduliavimas, patalpų vėdinimas ir oro kokybė.

Patalpose praleidžiame daugiau nei 90 % laiko, vadinasi, kad tiek pat laiko kvėpuojame užterštu oru. Užterštame ore gali kauptis dulkės, pelėsis, bakterijos, virusai, cigarečių dūmai, įvairios cheminės medžiagos ir kiti toksinai, kurių kiekis, pakartotinai naudojant tą patį orą, vis didėja. Senesniuose pastatuose nebuvo projektuojamos tinkamos inžinerinės sistemos, kuriomis galima būtų sukurti tinkamas komforto sąlygas darbuotojams.

Kartais mikroklimato problemos yra sąlygojamos prasto projekto arba dėl ten esančių žmonių veiklos. Tokiuose pastatuose ilgai būnantys žmonės pradeda skųstis įvairiais sveikatos negalavimais. Spėjama, kad šie simptomai pasireiškia 10–30 % tokiuose pastatuose dirbančių žmonių [1]. Šis reiškinys turi didelę reikšmę darbuotojų sveikatai, fizinei bei psichologinei būklei. Nustatyta, jog per maža arba per didelė temperatūra patalpoje, netinkamai vėdinamos patalpos, triukšmas, sklindantis iš kitų patalpų arba lauko, nemalonūs kvapai sukelia sveikatos sutrikimus ir simptomus, tokius kaip sausa rankų, veido oda, išsausėjusios akys, alergija, gerklės nosies gleivinės uždegimas [1].

Pastaruosiu metu vis aktualesnė problema tampa mikroklimato patalpų, kuriose žmogus praleidžia didelę dalį dienos, kokybė. Sveiko būsto ir darbui palankios aplinkos klausimai gvildenami tiek specialistų, tiek masinėje spaudoje. Patalpų oro kokybė griežtai vertinama kontroliuojančių institucijų, siekiant užtikrinti energetinių šalių išteklių saikingą vartojimą ir žmonių sveikatingumo lygį.

Šio darbo tikslas – atlikti biuro patalpų mikroklimato vertinimą ir remiantis galiojančiais normatyviniais dokumentais suprojektuoti pastato inžinerines sistemas.

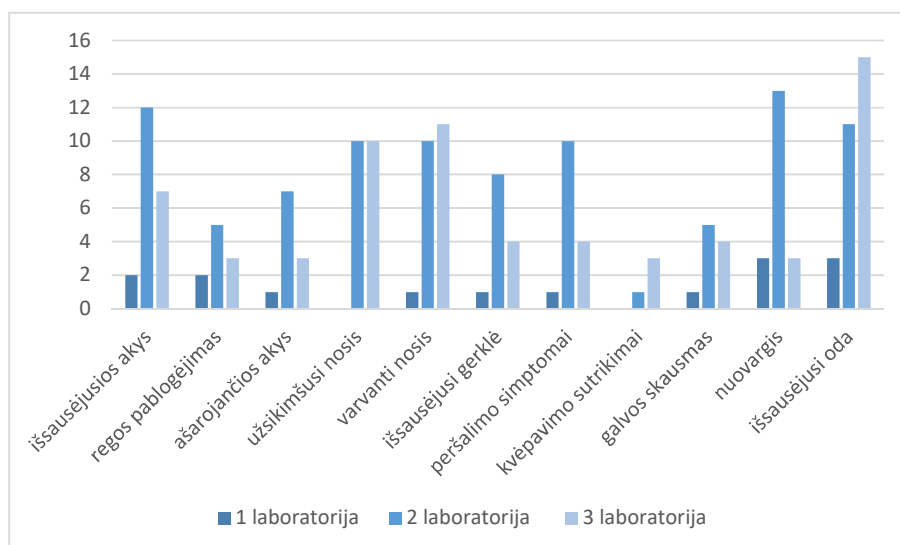
1. TIRIAMOJI DALIS

1.1. Literatūros analizė

Literatūros analizės tikslas – išnagrinėti užsienio mokslininkų tyrimų rezultatus, susijusius su biuro patalpų mikroklimatu. Tyrimų metu nagrinėti biuro patalpų pastatai, esantys įvairiose Europos šalyse, išnagrinėti skirtingose klimatinėse sąlygose esantys pastatai.

Moksliniai tyrimai, atlikti įvairiose pasaulio šalyse, rodo, kad labai daug pastatų turi sergančio pastato sindromą (SPS). Šis terminas sukurtas 1970 metais, dažniausiai vartojamas neindustriniams pastatams apibūdinti. Sindromui būdinga daug simptomų, kurie jungiami į kelias grupes. Tai yra akių gleivinės dirginimas, odos pažeidimas, niežėjimas, pleiskanojimas, paraudimas, galvos skausmai, padidintas nuovargis. SPS yra medicininė-ekologinė problema, kurios metu pastatuose esantys žmonės pastebi stiprius sveikatos pakitimus, susijusius su buvimu tose patalpose, tačiau jokios konkrečios ligos nenustatomos. Tokie žmonių nusiskundimai gali būti būdingi tam tikrai pastato zonai ar kambariui, arba gali būti būdingi visiems, tame pastate esantiems žmonėms. Šie sindromai yra sunkiai nustatomi, nes priklauso nuo daugelio veiksnių (lyties, alergenu, darbo pobūdžio, psichologinių faktorių, pastato ir patalpos parametrų [1]. „Sergančio pastato“ simptomas yra skirtas apibūdinti pastato darbuotojų patiriamus sveikatos nusiskundimus, kurie yra tiesiogiai susiję su laiku, praleistu pastate, tačiau konkrečios ligos ar priežastys nėra nustatomos [2].

2012 m. Malaizijoje buvo atliktas tyrimas nustatyti „sergančio pastato“ sindromus. Tyrimas buvo vykdomas trijose inžinerinių mokslų laboratorijose. Duomenų kaupimas vyko lapkričio–gruodžio mėn., po 3 valandas kiekvienoje laboratorijoje. Tyrimui pagrįsti buvo pasitelkta apklausa, kurioje dalyvavo 71 respondentas. Rezultatai rodo, kad didžiausias juntamas „sergančio pastato“ sindromas yra išsausėjusi oda (40,85 %), sloga (30,99 %), išsausėjusios akys (29,58 %), užsikimšusi nosis (28,17 %) ir nuovargis (26,76 %). „Sergančio pastato“ sindromo simptomai yra sunkiai nustatomi dėl sudėtingo santykio tarp terminų parametrų ir kitų daugialypių veiksnių (oro kokybė, individualūs veiksniai). [3].



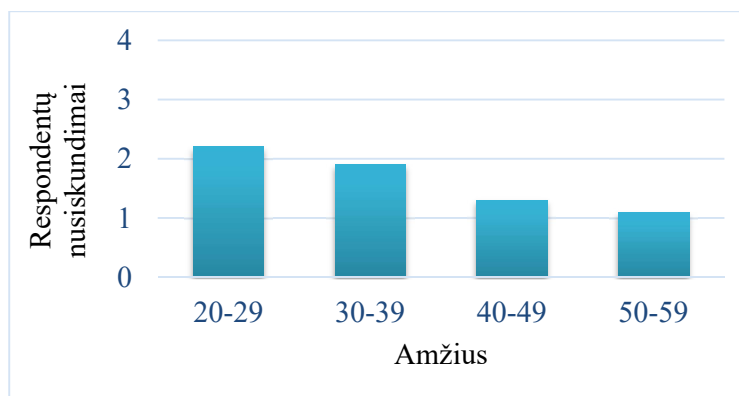
1 pav. Respondentų apklausos rezultatai [3].

2000 m. Indijoje buvo atliktas tyrimas viename iš oro uosto pastatų. Tai keturių aukštų administracinis pastatas. Tyrimas atliktas vasario – kovo mėn., kai vidutinė oro temperatūra siekė 22 °C. Davikliai buvo statomi kiekvienoje aukšto patalpoje, kurioje būna didžiausias kiekis žmonių. Respondentai pildė anonimines anketas, kuriose nurodydavo jaučiamus simptomus darbo metu. Rezultatai yra pateikiami 1 lentelėje [4].

1 lentelė. Tyrimo rezultatai (respondentų dažniausiai jaučiami simptomai) [4].

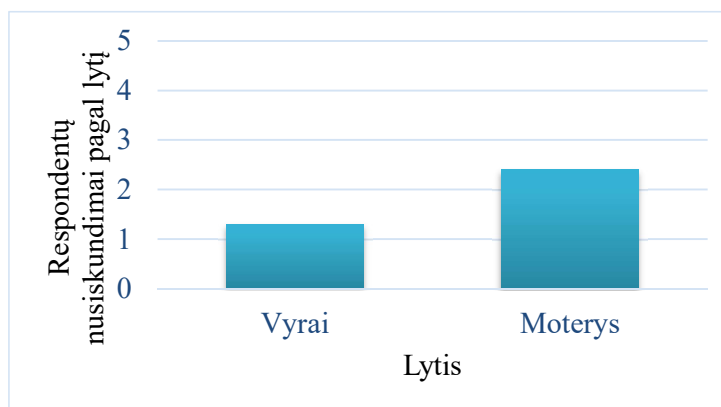
	1 aukštas	2 aukštas	3 aukštas	4 aukštas
Simptomas	29 respondentai (21 vyras, 8 moterys)	24 respondentai (19 vyrų, 5 moterys)	32 respondentai (25 vyrai, 7 moterys)	44 respondentai (38 vyrai, 6 moterys)
Akių dirginimas (%)	19	24	52	49
Nosies dirginimas (%)	31	23	27	43
Išdžiūvusios gleivinės (%)	16	18	61	53
Mieguistumas, nuovargis (%)	43	29	72	58
Odos išsausėjimas (%)	23	14	27	37
Galvos skausmas (%)	37	25	79	65
CO ₂ koncentracija (ppm)	573,3	371,3	684,7	722,9

Tyrimo metu taip pat buvo aiškinamasi koreliacija tarp „sergančio pastato“ simptomų ir įvairių parametrų (amžius, lytis, kompiuterio naudojimas, stresas darbe, akių ligos). 2 diagramoje pateikti rezultatai rodo, kad respondentai 20–29 amžiaus kategorijoje turi daugiau nusiskundimų sveikata nei 50–59 amžiaus kategorijos respondentai. Tačiau yra tikimybė, kad jie turi chroniškų ligų, dėl kurių respondentai negali adekvačiai vertinti darbo metu patiriamų sergančio pastato sindromų.



2 pav. Tyrimo rezultatai [4].

Pagal lytį respondentai pasiskirstė netolygiai– 34 % moterų ir 66 % vyrų. Moterys nurodė 50 % daugiau jaučiamų „sergančio pastato“ sindromų nei vyrai. Tai rodo, kad moterys yra jautresnės oro taršai [4]. Tyrimo rezultatai pateikiami 3 grafike.



3 pav. Respondentų nusiskundimai [4].

Švedijos mokslininkas K. Lenvikas taip pat tyrė įvairių parametų priklausomybę nuo „sergančio pastato“ sindromų. Pagal gautus rezultatus iš trijų administracinių pastatų, tarp 764 darbuotojų neatsirado priklausomybės pagal respondentų darbo pobūdį atvejų. Tačiau galima buvo išskirti priklausomybę pagal darbuotojų lytį. Didžioji dalis moterų pareiškė jaučiančios „sergančio pastato“ sindromus [5].

1984 m. Upsalos mieste buvo atliktas tyrimas, kuris truko 3 metus. Tyrime dalyvavę darbuotojai, kurie dirba „sergančio pastato sindromą“ turinčiuose pastatuose, pildė anonimines anketas. Jose buvo pateikta 16 „taip / ne“ klausimų, kuriuose buvo pateikti įvairūs ligų simptomai. Apklausoje dalyvavo 261 įvairaus išsilavinimo, amžiaus ir lyties darbuotojas. Apklaustųjų amžiaus vidurkis buvo 41 m. 23 % dalyvių buvo rūkantys, 18 % -yra sirgę kvėpavimo takų ligomis. Išanalizavus tyrimo metu gautus duomenis apie darbuotojų subjektyviai vertinamus ligų simptomus, pasirodžiusius darbo metu,

galima teigti, kad dažniausia darbuotojai skundžiasi akių sausėjimu, gerklės sausėjimu, kosuliu, veido niežuliu, išbėrimu, rankų niežuliu ir sausėjimu [6].

2 lentelė. Tyrimo rezultatai (informacija apie respondentus) [6].

Charakteristika	%
Moterys	79
Rūkantys žmonės	23
Žmonės su kvėpavimo takų yda	18
Alergiški žmonės	33
Pasyviai rūkantys žmonės	4
Žmonės, dirbantys su radioaktyviomis medžiagomis	11
Žmonės, dirbantys su filmavimo įranga	6
Žmonės, dirbantys senuose pastatuose	6

3 lentelė. Tyrimo rezultatai [6].

Simptomai	%
Akių dirginimas	36
Padidėję akių vokai	13
Išsausėjusi nosies gleivinė	21
Užsikimšusi nosies gleivinė	33
Išdžiūvusi gerklės gleivinė	38
Skaudanti gerklės gleivinė	18
Erzinantis kosulys	15
Galvos skausmas	36
Pastovus nuovargis	49
Šalčio pojūtis	42
Čiaudulys	8
Veido niežėjimas	12
Veido išbėrimas	14
Rankų niežėjimas	12
Rankų išbėrimas	8
Odos bėrimas	15

Atlikus tyrimus gautos išvados, jog bendri darbuotojų duomenys (amžius, lytis, žalingi įpročiai) ir pastato charakteristikos (darbuotojų skaičius, konstrukcijų medžiagos, vėdinimo, šildymo, vėsinimo sistemos) turi didelę įtaka darbuotojų sveikatai bei atsirandantiems sveikatos sutrikimams [6].

Keliose Europos šalyse buvo vykdytas panašus darbuotojų tyrimas, kuriame buvo analizuojama darbuotojų savijauta darbo metu. Tyrime dalyvavo Olandija, Italija, Ispanija, Vengrija, Prancūzija,

Graikija. Tyrimo objektai – pastatai – buvo parinkti pagal tam tikrus kriterijus: naujos statybos, kurie naudojami ne mažiau kaip vienerius metus. Visi parinkti pastatai yra administracinės paskirties.

Tyrimė naudoti metodai: anoniminės anketos, kuriose buvo pateikti klausimai apie darbuotojų amžių, lytį, žalingus įpročius, sveikatos nusiskundimus. Tyrimė dalyvavo 7441 darbuotojų, iš kurių 53 % buvo vyrai. Apklaustųjų amžiaus vidurkis siekė 41 m. 20 % darbuotojų yra pastoviai rūkantys žmonės, 25 % pasyviai rūkantys. 32 % darbuotojų turi aukštąjį išsilavinimą.

4 lentelė. Informacija apie tyrimė dalyvavusius respondentus [7].

Charakteristika	n (%)
Dalyviai	
Olandija	1014 (13,6)
Italija	809 (10,9)
Portugalija	508 (6,8)
Ispanija	698 (9,4)
Graikija	1020 (13,7)
Suomija	793 (10,7)
Bulgarija	1409 (18,9)
Prancūzija	1190 (16,0)
Lytis	
Vyrai	3561 (47,9)
Moterys	3880 (52,1)
Dalyvių amžiaus vidurkis	40,3 (10,1)
Išsilavinimas	
Magistro laipsnis	2322 (31,4)
Bakalauro laipsnis	3205 (43,3)
Profesinis išsilavinimas	625 (8,5)
Vidurinis išsilavinimas	1117 (15,9)
Pradinis išsilavinimas ar žemesnis	68 (0,9)
Rūkymo laikotarpis	
Dažnai	1463 (20,0)
Retai	1815 (24,7)
Niekada	4057 (55,3)
Alkoholio vartojimas	
Taip	4733 (64,1)
Ne	2646 (35,9)
Darbo valandų vidurkis per savaitę	22,9 (16,7)

Pagal gautus tyrimo rezultatus per 4 savaites 35 % darbuotojų pareiškė nusiskundimus dėl sausių akių. Mažiausiai nusiskundimų pareiškė Graikijoje biuruose dirbantys darbuotojai – 22 %, o daugiausia – 40 % Olandijoje. Truputį mažiau ne pusė dalyvių - 39 % pareiškia bendrą nepasitenkinimą darbine aplinka. Daugiau nei pusė dalyvių didžiausia problema– įvardino orą. 67 % apklaustųjų įvertino, kad patalpose oras yra „nešvarus“.

Pagal gautus tyrimo rezultatus, galima teigti, kad darbuotojams labai svarbus klimatas jų darbo vietoje. Darbo metu yra jaučiami įvairūs mikroklimato pokyčiai ir neatitikimai standartams [7].

1.2. Tyrimas

1.2.1. Tyrimo objektas



4 pav. Tyrimo objektas–Verslo centras, Vilniuje

Tyrimas atliktas administracinės paskirties pastate, A kategorijos biurų komplekse, esančiame Vilniaus mieste. Pastatas 12 aukštų su viršutiniu techniniu aukštu, kuriame yra visa pagrindinė inžinerinė įranga: vėdinimo agregatai, vėsinimas – šaldymo mašinos, dalis pastato serverių. Bendras pastato plotas – 7200 m², kiekviename aukšte vidutiniškai yra po 545 m². Pastato pagrindinis fasadas orientuotas šiaurė–pietūs kryptimi. Bendras fasado plotas – 5873,6 m², kuriame užimamas langų ploto santykis sudaro daugiau kaip 45 %.

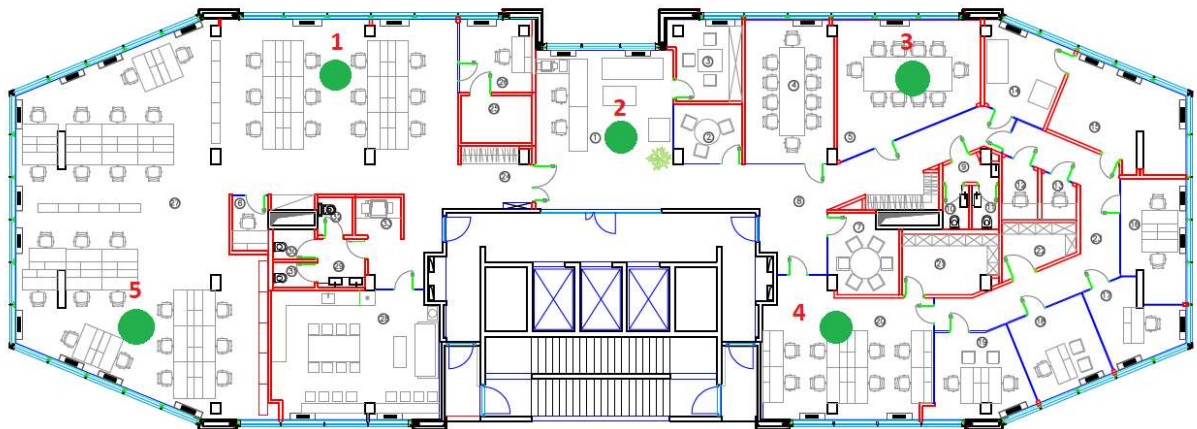
5 lentelė. Analizuojamojo pastato atitvarų charakteristikos

Orientacija	Šiaurė	Pietūs	Rytai	Vakarai	Bendras plotas, m ²
Sienų plotas, m ²	1029	1098	457	454	3038
Langų plotas, m ²	1119	1011	261	261	2660
Durys (grotos), m ²	31	70	36.6	46	183,6
Bendras plotas, m ²	2179	2179	754,6	761	5873,6

Pastato projektinė vėdinimo galia yra $Q_{ved.} = 410 \text{ kW}$. Vėsinimas pastate tiekiamas prietaisais - „fan-coil“ tipo ventiliatoriais, galinčiais tiek šildyti, tiek vėsinti orą. Vieno prietaiso projektinė prietaiso galia svyruoja $Q_{vėsin.priet.} = 1,3 \div 5,4 \text{ kW}$, tokių prietaisų pastate yra 286 vienetai, po 20–22 kiekviename aukšte. Šiluma pastate naudojama pastato šildymui šaltuoju metų laiku, tiekiamą miesto centralizuotų šilumos tinklų (CŠT). Bendras pastato šilumos punkto projektinis galingumas $Q_{šild.} = 430 \text{ kW}$. Į patalpas šildymas pastate, iš šilumos punkto, esančio 1 aukšte, tiekiamas taip pat „fan-coil“ – tipo prietaisais, kaip ir vėsinimas.

Tiriamajame darbe nagrinėtos „X“ įmonės biuro patalpos, kurios yra išsidėsčiusios 4 pastato aukšte. Nagrinėjamos patalpos pasirinktos pagal žmonių dažnumą ir kiekį. Taip pat tiriamos zonos parinktos taip, kad visos būtų skirtingų Pasaulio orientacijų pusių. Kadangi didžiausi fasadų plotai orientuoti į Šiaurę ir Pietus, tai tos darbo zonos ir yra tiriamos.

1 ir 5 darbo zonos. Darbo metu čia būna apie 26 žm., kurie dirba visą darbo dieną, t. y. 8 darbo valandas. 2 darbo zona, kur vyksta dažna žmonių rotacija bei vyksta pastovus durų darinėjimas, nes tai yra administratorės darbo vieta. 3 darbo zona yra pasėdžių salė. 4 darbo zona yra 7 darbuotojų patalpa, kur darbuotojai būna 8 val. per dieną.



5 pav. Tiriamojo objekto darbo zonos

1.2.2. Tyrimo metodai ir prietaisai

Tyrimo metu buvo naudojami objektyvūs ir subjektyvūs tyrimo metodai. Tyrimo tikslas - išsiaiškinti, kokį poveikį turi mikroklimatas dirbančių žmonių savijautai, įvertinant „sergančio pastato“ simptomus. Įvertinti SPS veiksniai objekte buvo matuota oro temperatūra ir santykinė oro drėgmė. Tam tikrą laikotarpį buvo atliekami šie mikroklimato tyrimai, tuo pačiu metu visi darbuotojai pildė klausimynus. Tai subjektyvus mikroklimato vertinimas. Pagal gautus rezultatus galime teigti, kad darbuotojai jaučia besikeičiantį mikroklimatą ir tai turi įtakos jų bendrajai būklei.

Tyrimas atliktas 2017 metų šaltuoju (nuo kovo mėn. 1d. iki kovo mėn. 24 d.) laikotarpiu. Šiltuoju metų laikotarpiu atlikti tyrimai buvo nuo liepos mėn. 22 d. iki rugpjūčio mėn. 14 d. Matavimams

buvo naudojami ONSET HOBO duomenų kaupikliai. Kiekvienoje patalpoje buvo pastatyta po vieną stovą su duomenų kaupikliu.

Pastato charakteringose dalyse buvo išdėlioti specialūs davikliai, kurie automatiškai fiksavo mikroklimato parametrus: temperatūros (°C) ir santykinės drėgmės (%) duomenų kaupikliai, kurių duomenys naudojami komforto ir sistemų veikimo efektyvumui įvertinti. Davikliai buvo tvirtinami 0,1 m; 0,6 m; 1,1 m ir 1,7m aukštyje. Visi matavimai buvo nustatomi kas 12 min ir įrašomi į atmintį. Techniniai parametrai: temperatūros matavimo ribos: -20 °C–+70 °C; matavimo tikslumas ±1 min; santykinės drėgmės ribos: 0 – 95 %. Naudojant šiuos kaupiklius, galima nustatyti oro temperatūros ir santykinio drėgno svyravimus patalpoje skirtingu paros metu. Gauti kiekvienos patalpos matavimo duomenys nagrinėjami grafiškai, lyginant svyravimus su Lietuvos higienos normos nustatytais ribinėmis vertėmis (temperatūra: 22–24 °C ir santykinė drėgmė: 35–60 %).

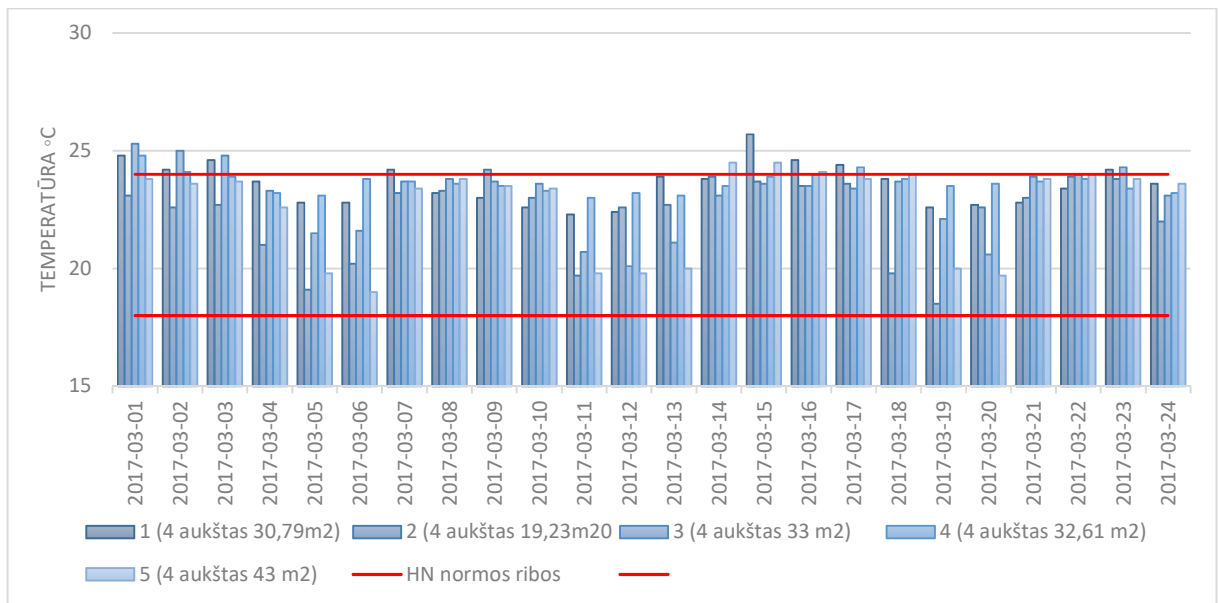
Klausimynas yra subjektyvus aplinkos parametrų matavimo metodas. Darbuotojams buvo pateikti klausimynai, kuriuos užpildė 42 respondentai. Buvo prašoma pateikti bendrą anoniminę informaciją apie lytį, amžių, išsilavinimą bei žalingus įpročius, toliau sekė klausimai apie darbuotojų patiriamus sveikatos negalavimus tiriamuoju laikotarpiu. Apklausos rezultatai apibrėžė aplinkos parametrus, kurie daro įtaką darbuotojų savijautai.

1.2.3. Tyrimo rezultatai

Remiantis Lietuvos higienos normomis, HN 42:2009, vidaus patalpų temperatūra yra rekomenduojama palaikyti patalpose šiltuoju metų laiku 18–22 °C, šiltuoju metų laiku 22–28 °C, kas pilnai leistų palaikyti patalpose komforto lygį.

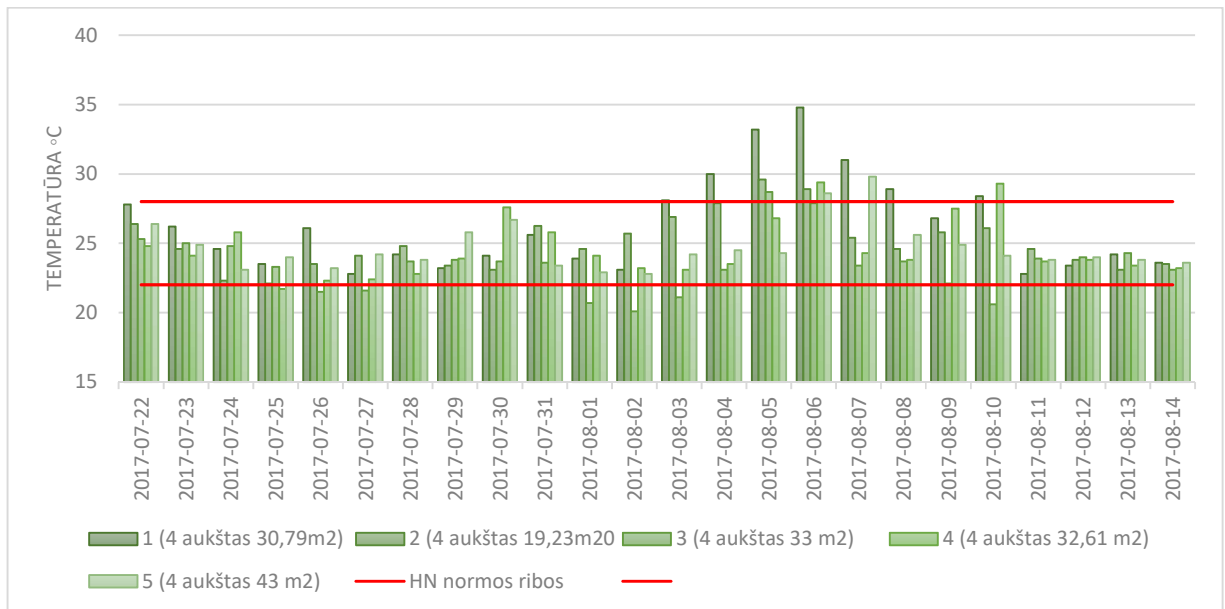
Santykinėi drėgmei tiek šaltuoju, tiek šiltuoju metų laiku leidžiama svyruoti 35–70 % ribose, pagal HN 42:2009.

Žiemos metu palaikoma patalpų vidutinė temperatūra 23–24 °C, tai aukštesnė nei reglamentuojama normose, HN 42:2009. Žemiausia normų riba 18,2 °C, buvo pasiekta 2 darbo zonoje.



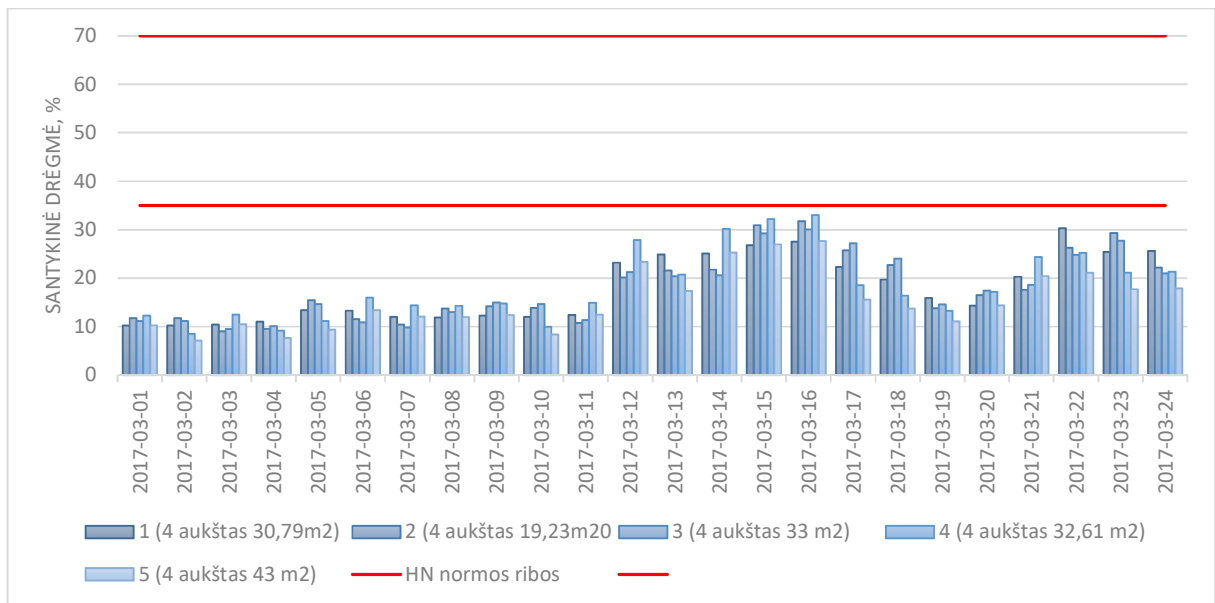
6 pav. Žiemos laikotarpio patalpų vidaus vidutinė temperatūra

Vasaros metu palaikoma patalpų temperatūra apie 24 °C, tačiau buvo patalpų, kuriose palaikoma ir aukštesnė, bei žemesnė temperatūros.



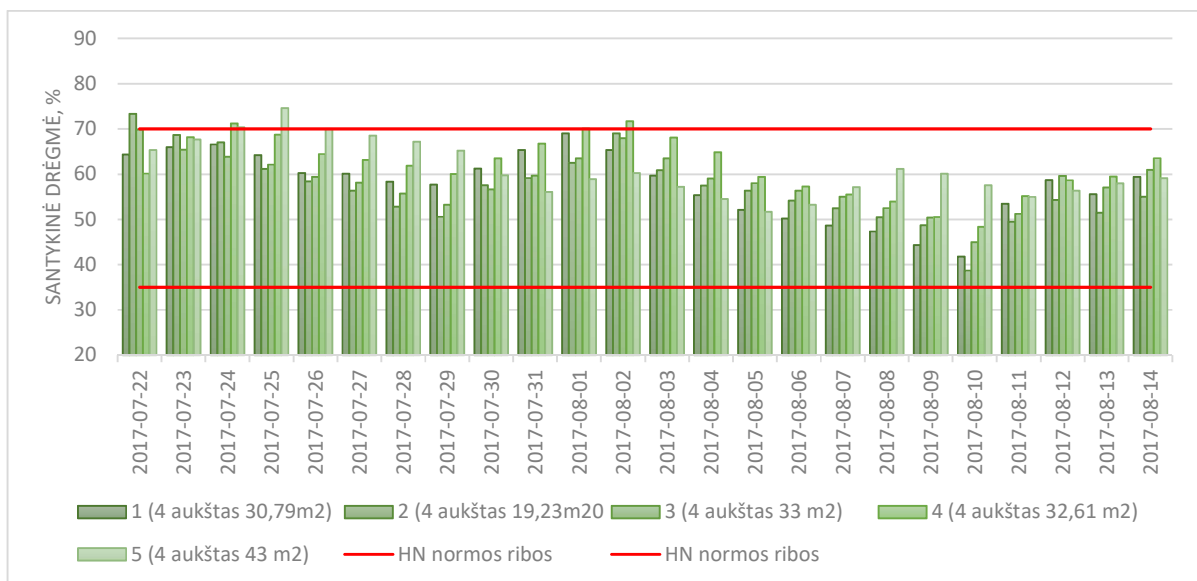
7 pav. Vasaros laikotarpio patalpų vidaus vidutinė temperatūra

Žiemos metu palaikoma patalpų santykinė drėgmė apie 20–25 %, tačiau ne visose patalpose, daugelyje vyraavo žemesnė nei normos 35–70 % ribos.



8 pav. Žiemos laikotarpio patalpų vidaus santykinė drėgmė

Vasaros metu palaikoma patalpų santykinė drėgmė vyravo apie 50 %, tačiau kai kuriose patalpose buvo daug aukštesnė, bei žemesnė. Tačiau santykinė drėgmė vyravo normų 35–70 % ribos.



9 pav. Vasaros laikotarpio patalpų vidaus santykinė drėgmė

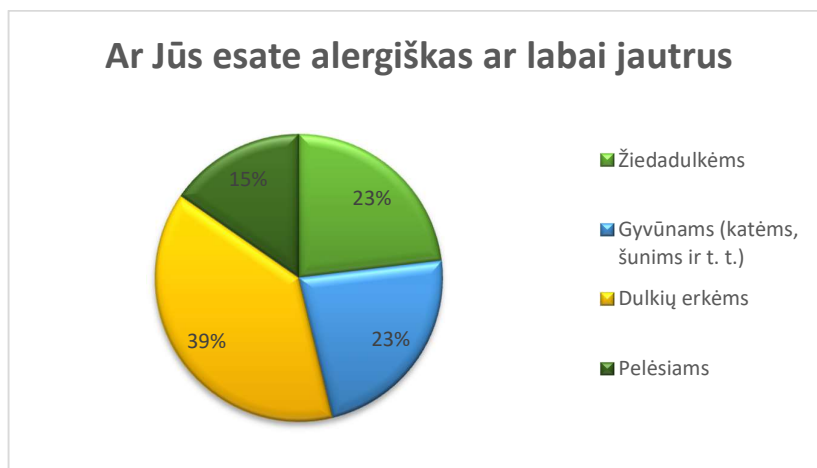
Pagal gautus mikroklimato tyrimus, galime daryti išvadą, kad tirtose patalpose vidaus oro temperatūra atitinka higienos normas. Tačiau reiktų išskirti dienas, kuriomis rodikliai viršijo reikalavimus.

1.2.4. Klausimyno rezultatai

Apklausoje dalyvavo 42 respondentai. Darbuotojų amžiaus vidurkis - 31,7 m. 97,5 % apklaustųjų yra dirbantys daugiau nei 2 metus šiame biure. 61 % respondentų yra moterys ir net 45 % rūkantys

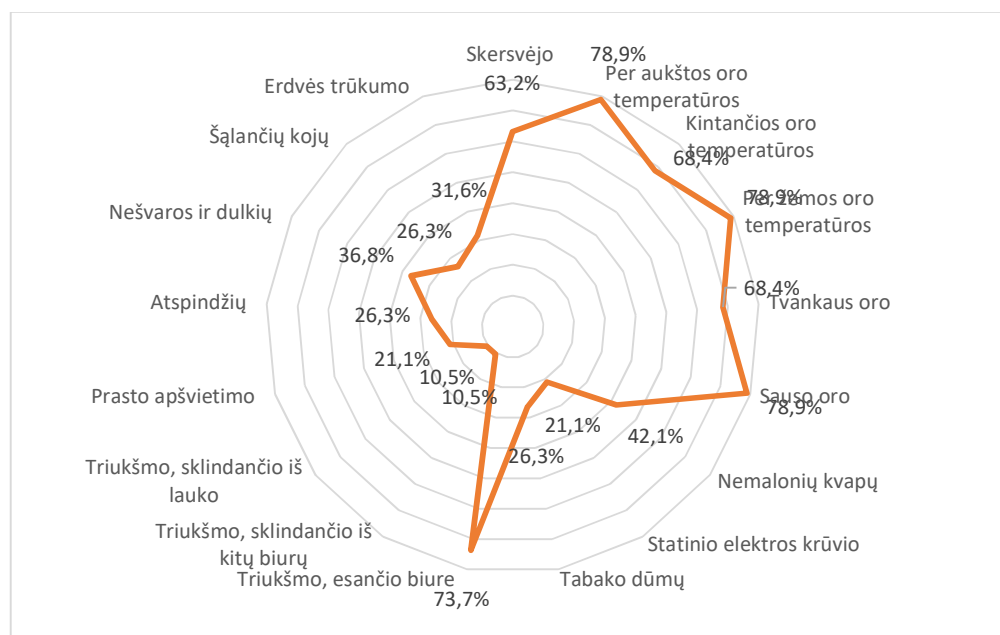
žmonės. 95 % per pastaruosius 3 mėn. (iki tyrimo, tyrimo metu ir po tyrimo) nesirgo rimtomis ligomis, išskyrus nosies užgulimas ar perštėjimas. Vienas iš apklaustųjų yra sergantis astma.

Pagal apklaustųjų rezultatus, darbo aplinkoje yra 13 (32 %) darbuotojų turinčių įvairių alergijų. Darbuotojų alergijos pasiskirstė sekančiai (pateikta 5 pav.):



10 pav. Respondentų alergijos

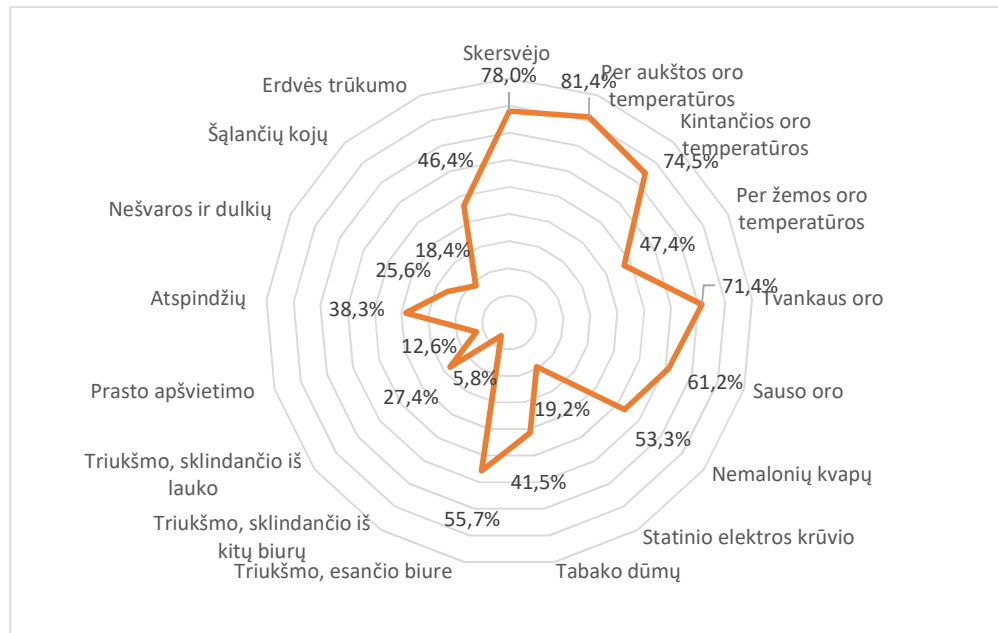
1.2.4.1. Šaltuoju metu laiku atlikto tyrimo respondentų atsakymai



11 pav. Darbuotojų patiriamas diskomfortas darbo metu (šiaurinė pusė)

Šiaurinei darbo zonai buvo priskirta 1, 2 ir 3 darbo zonos, kuriuose į klausimą atsakinėjo 23 respondentai. Pagal gautus rezultatus matome, kad didžioji dalis, 68,4 %, dažniausiai skundžiais nepastovia oro temperatūra bei 78,9 % sausu oru. Daugiau nei 75 % darbuotojų skundžiasi aukšta

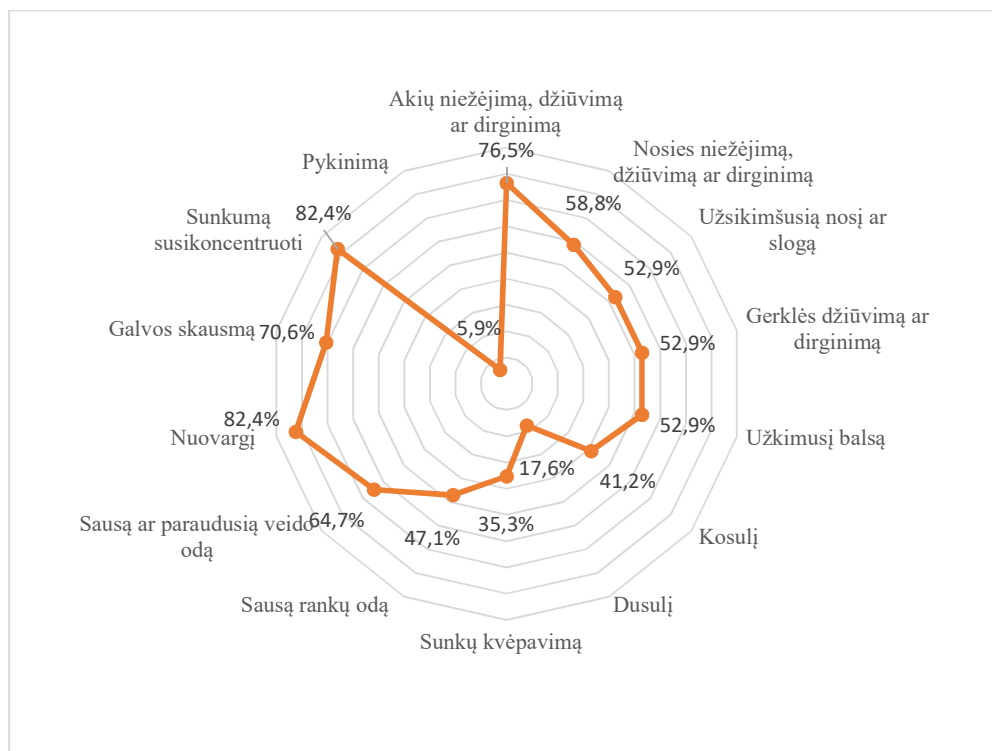
arba žema temperatūra. 37 % darbuotojų įvardino, kad darbo erdvėje jie jaučia nešvarumą ir dulkes. Tai vienas pagrindinių veiksnių, įrodančių, kad pastatas gali turėti „sergančio pastato“ sindromą.



12 pav. Darbuotojų patiriamas diskomfortas darbo metu (pietinė pusė)

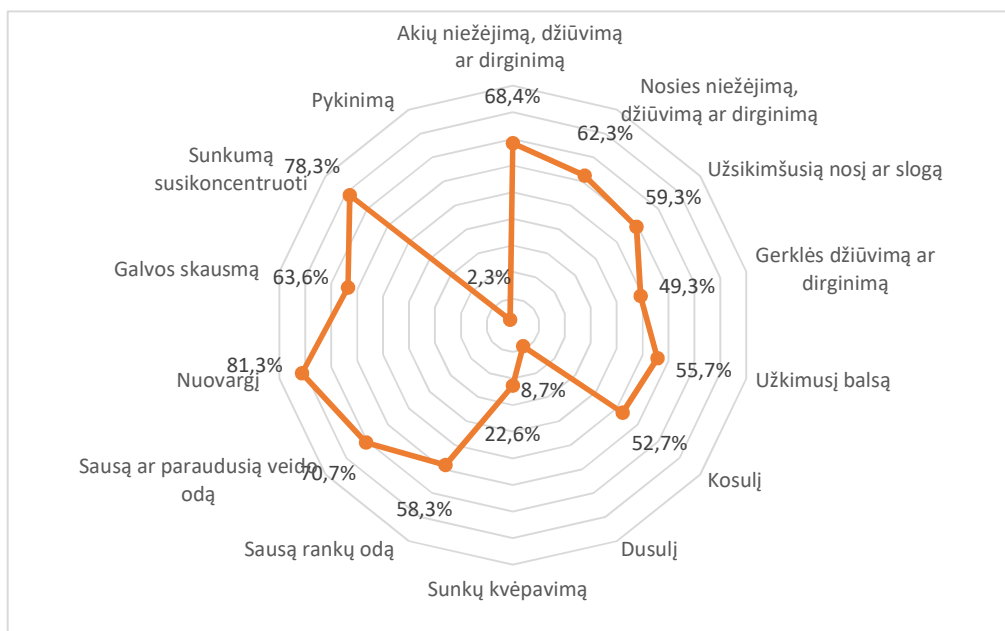
Iš gautų rezultatų galime daryti išvadą, kad darbuotojai yra priversti dažnai praverti langus. Pietinėje pusėje atsakinėjančių anketą buvo 19 respondentų. Iš jų 81 % pareiškė nepasitenkinimą aukštą oro temperatūra. Tačiau šioje pusėje dirbantys respondentai pareiškė mažesnę nepasitenkinimą juntamu sausu oru, nei šiaurinėje pusėje dirbantys asmenys. Darant prielaidą, kad pietinėje pusėje dirbantys asmenys yra priversti natūraliai vėdintis patalpas ir praverti langus, galime daryti išvadą, kad tai sukelia darbuotojų nepasitenkinimą bendromis darbo sąlygomis, o ne mikroklimatu. 28 % apklaustųjų pietinėje pusėje įvardino, kad darbo vietoje jiems diskomfortą kelia triukšmas, 38 % nepasitenkinimą kelia atsirandantys atspindžiai.

Apibendrinus gautus duomenys, galime daryti išvadą, kad pietinėje pusėje dirbantys respondentai yra priversti natūraliai vėdintis patalpas, dėl to turi mažiau nusiskundimų bendru mikroklimatu, tačiau atsiranda bendri nusiskundimai darbo sąlygomis (atsirandantis triukšmas bei sklindantys kvapai iš lauko). Šiaurinėje pusėje dirbantys respondentai turi daugiau nusiskundimų vidaus oro temperatūra bei santykine oro drėgme. Bendrai visi dalyviai pareiškė nusiskundimus dėl triukšmo darbo vietoje.



13 pav. Patiriami sveikatos sutrikimai darbo metu (šiaurinė pusė)

Apklausoje metu buvo išsiaiškinta, kad didžioji dalis 77 % apklaustųjų pastoviai jaučia akių niežėjimą, džiūvimą ar dirginimą. Daugiau nei 50 % skundžiasi nosies niežėjimu, užsikimšimu. 65 % apklaustųjų teigia, kad visada jaučia išsusejusių veido bei rankų odą. 41 % darbuotojų dažnai kosėja. Pagal gautus diskomforto pojūčius, galime teigti, kad „sergančio pastato“ sindromas gali sukelti tokius sveikatos sutrikimus darbo metu.

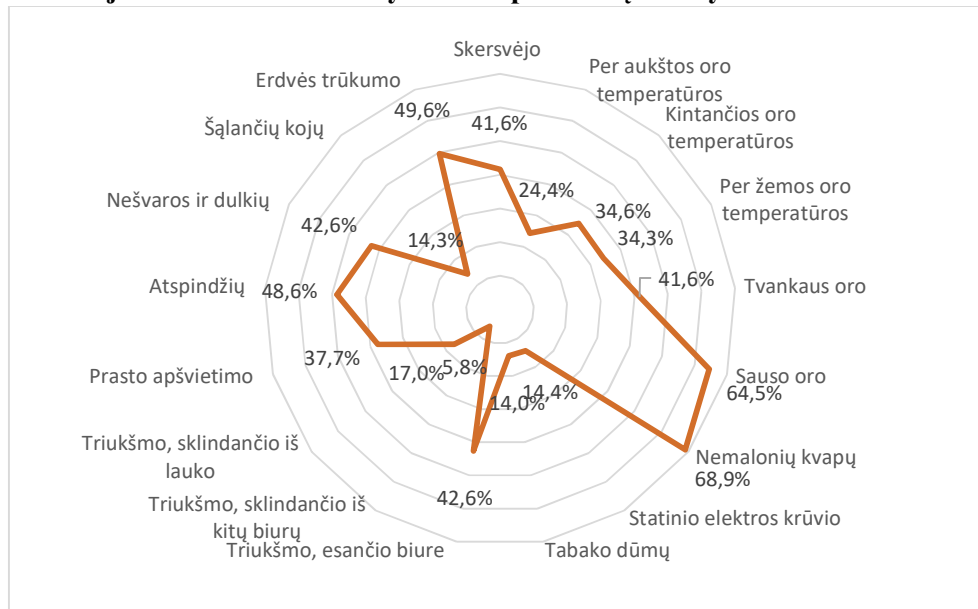


14 pav. Patiriami sveikatos sutrikimai darbo metu (pietinėje pusėje)

Pagal respondentų pateiktus atsakymus, matome, kad didžioji dali - 71 %, skundžiasi paraudusia ir išsausejusia oda bei 68 % apklaustųjų skundžiasi akių džiūvimu, niežėjimu ir dirginimu.

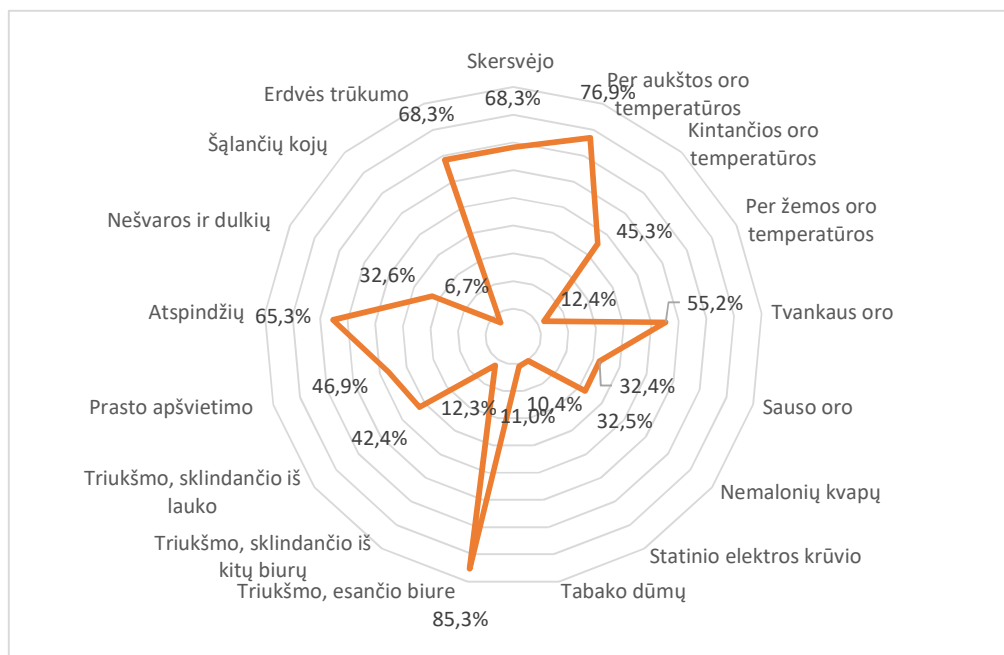
Gauti rezultatai rodo, kad darbuotojai pastoviai jaučia odos sausėjimą bei akių dirglumą. Tai vienas iš pagrindinių faktorių, įrodančiu, kad pastatas gali turėti „sergančio pastato“ sindromą.

1.2.4.2. Šiltuoju metu laiku atlikto tyrimo respondentų atsakymai



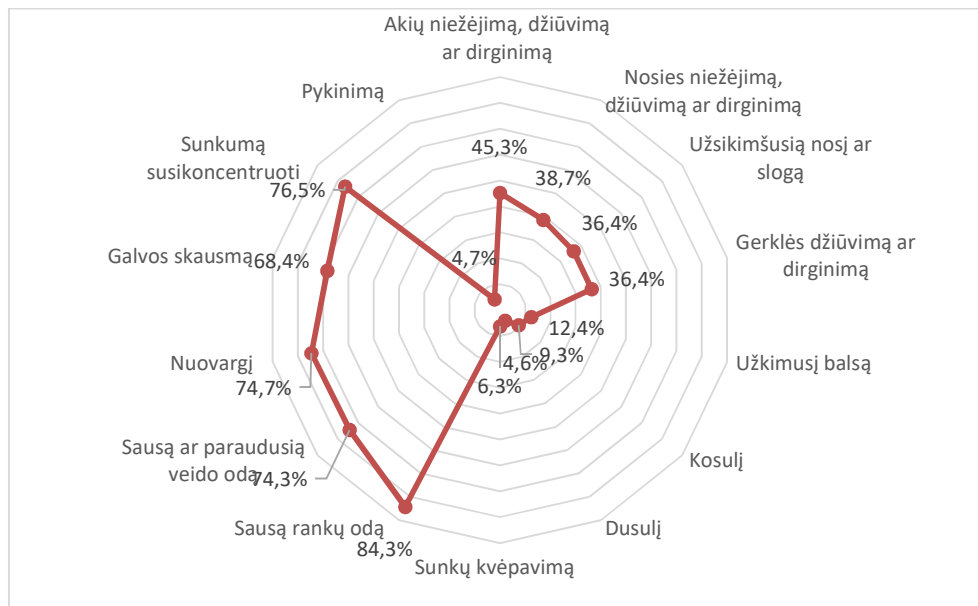
15 pav. Darbuotojų patiriamas diskomfortas darbo metu (šiaurinė pusė)

Pagal gautus rezultatus matome, kad 64,5 % dažniausiai skundžiais dėl sauso oro bei 68,9 % dėl nemalonių kvapų. 41,6 % darbuotojų įvardino, kad darbo erdvėje jaučiamas tvankus oras. Daugiau nei pusę respondentų įvardino, kad darbo metu juos trikdė triukšmas esantis biure bei mažos erdvės.



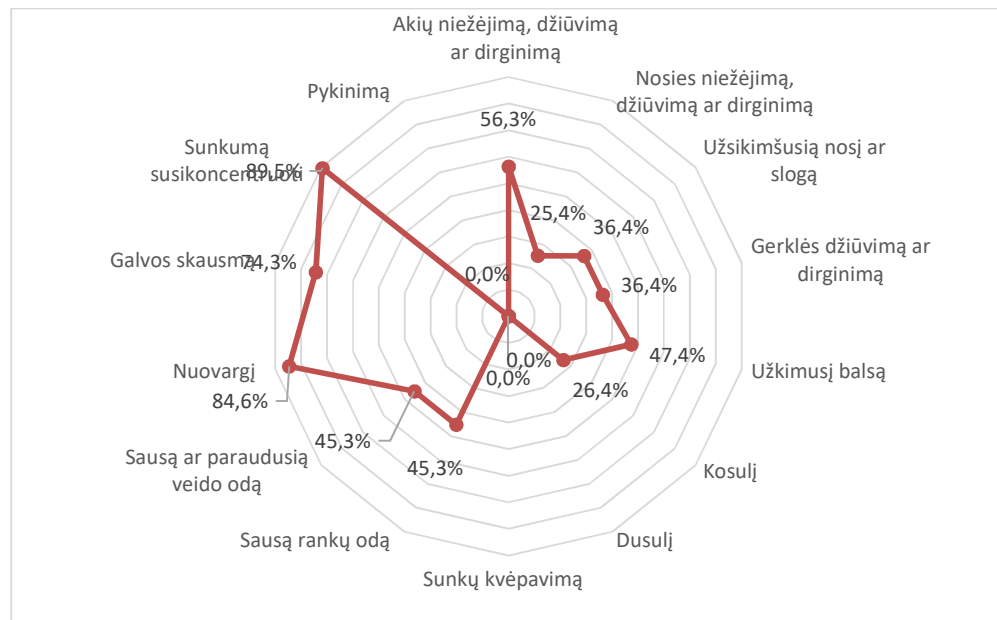
16 pav. Darbuotojų patiriamas diskomfortas darbo metu (pietinė pusė)

Iš gautų rezultatų galime daryti išvadą, kad darbuotojai yra priversti dažnai praverti langus. 76,9 % pareiškė nepasitenkinimą aukštą oro temperatūra. Tačiau šioje pusėje dirbantys respondentai pareiškė mažesnę nepasitenkinimą juntamu sausu oru, nei šiaurinėje pusėje dirbantys asmenys. Darant prielaidą, kad pietinėje pusėje dirbantys asmenys yra priversti natūraliai vėdintis patalpas ir praverti langus, galime daryti išvadą, kad tai sukelia darbuotojų nepasitenkinimą bendromis darbo sąlygomis, o ne mikroklimatu. 85,3 % apklaustųjų pietinėje pusėje įvardino, kad darbo vietoje jiems diskomfortą kelia triukšmas, 65,3 % nepasitenkinimą kelia atsirandantys atspindžiai.



17 pav. Patiriami sveikatos sutrikimai darbo metu (šiaurinė pusė)

Apklausoje buvo išsiaiškinta, kad didžioji dalis 74,7 % apklaustųjų pastoviai jaučia nuovargį ir galvos skausmą. Daugiau nei 35 % skundžiasi nosies niežėjimu, užsikimšimu, gerklės džiūvimu. Daugiau nei 70 % apklaustųjų teigia, kad beveik visada jaučia išsausėjusią veido bei rankų odą. Pagal gautus diskomforto pojūčius, galime teigti, kad „sergančio pastato“ sindromas gali sukelti tokius sveikatos sutrikimus darbo metu.



18 pav. Patiriami sveikatos sutrikimai darbo metu (pietinėje pusė)

Pagal respondentų pateiktus atsakymus matome, kad didžioji dalis - 84 % skundžiasi nuovargiu ir skaudančia galva bei 89,5 % apklaustųjų skundžiasi sunkiu susikoncentravimu.

Išanalizavus užsienio literatūra bei atlikus mikroklimato tyrimą, galima daryti išvadą, kad tiriamajame objekte taip pat vyrauja „sergančio pastato“ sindromas. Pagal respondentų atsakymus, didžioji dalis darbuotojų patiria minėtuosius sindromus, kurie buvo aptarti Malaizijoje atliktame tyrime, t. y. nosies ir akių išsausėjimas, odos sausėjimas, akių dirginimas, bendras nuovargis darbo metu.

2. PROJEKTAVIMO DALIS

Atlikus tyrimą administracinės paskirties pastate Vilniuje iš gautų tyrimo rezultatų nustatytos problemos susijusios su pastato mikroklimatu: sausas oras biuro patalpose šaltuoju metų laikotarpiu, žema arba aukšta temperatūra biuro patalpose bei nepakankama oro kaita. Gauti rezultatai yra pritaikomi naujai statomam administraciniam pastatui. Siekiant išspręsti šias problemas suprojektuota kombinuota šildymo, vėsinimo ir vėdinimo sistema bei oro drėkinimo sistema.

2.1. Statybos ir teisės reglamentavimo sąlygos.

2.1.1. Reikalavimai projektuojamoms sistemoms

Remiantis HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ [15] ir RSN 156:94 „Statybinė klimatologija“ [16] parinkti patalpų mikroklimato ir lauko oro parametrai projektuojamo pastato patalpose (žr. brėžiniuose 3 lapas).

STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ [17] pasirinkta pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų U ($W/m^2 \cdot K$) vertės.

Pagal STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo galia. Energijos poreikis šildymui“ [18] reglamentus apskaičiuoti šilumos nuostoliai per atitvaras, dėl oro infiltracijos ir tiltelius bei projektinė šildymo sistemos galia.

2.2. Architektūrinė dalis

2.2.1. Bendrieji duomenys

Projektuojamas šešių aukštų administracinis pastatas 1118 m² sklype. Vilniaus mieste, A. Goštauto gatvėje. Sklypas netaisyklingos keturkampio formos. Sklype suprojektuota automobilių stovėjimo aikštelė. Rytinėje sklypo pusėje numatytas įvažiavimas iš pagrindinės gatvės. Šalia esančiame sklype suprojektuotas sandėliavimo paskirties pastatas, 2810 m² sklype.

2.2.2. Pastato architektūrinė sandara

Suprojektuotas pastatas yra taisyklingos keturkampio formos, šešių aukštų. Pagrindinis fasadas orientuotas pietryčių kryptimi. Aukščiausia pastato altitudė yra 22,4 m. Administracinio pastato konstrukcija - mūras. Pastato pirmame aukšte yra įrengiama ventkamera. Pastato užimamas plotas – 115 m².

2.2.3. Atitvarų šilumos perdavimo koeficientas

Pagal STR 2.01.09:2013 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ [19] parinkti atitvarų perdavimo koeficientai, atsižvelgiant į tai, kad mikroklimato tyrimas yra atliktas B energinio naudingumo klasės pastate. Duomenys nurodomi 6 lentelėje.

6 lentelė. Atitvarų perdavimo koeficientai

Atitvaros pavadinimas	Norminės normos U_N , W/(m ² ·K)
Stogas	0,2
Perdangos	0,3
Sienos	0,25
Langai	1,6
Durys	1,6

2.3. Pastato inžinerinių sistemų projektiniai sprendiniai

2.3.1. Šildymo, vėsinimo ir vėdinimo projektavimas

Apskaičiuoti viso pastato šilumos nuostoliai 89486 W, lyginamoji šiluminė charakteristika 121,60 W/m². Projektinė temperatūra biuro patalpose +22 °C, san. mazguose +20 °C, koridoriuje +20 °C.

Šildymo, vėsinimo ir vėdinimo sistema suprojektuota pagal projekto architektūrinę dalį ir pastate vykdomą veiklą. Pastato šilumos šaltinis-miesto šilumos tinklai. Šilumnešio temperatūrinis režimas 70 / 60 °C. Iš šilumos punkto su šilumnešiu gaunama šiluma transformuojama ir pristatoma į pastato šildymo prietaisus. Šilumos punkte numatyti plieniniai vamzdžiai, šilumos matavimo, reguliavimo ir uždarymo armatūra. Montuojamas cirkuliacinis siurblys, kuriuo bus vykdoma šilumnešio cirkuliacija sistemoje. Šilumos punkto aukščiausioje vietoje numatomi automatiniai nuorinimo ventiliai, žemiausioje - vandens išleidimo ventiliai. Patalpoje esantys vamzdžiai yra izoliuojami. Projektuojami plieniniai vamzdžiai, izoliuoti akmens vatos kevalais, padengti aliuminio folija. Ant stovų montuojami balansiniai ventiliai ir uždaromoji armatūra. Parenkamas cirkuliacinis siurblys, įvertinus vietinių kliūčių sumą (nepatogiausio žiedo). Išsiplėtimo indas parenkamas pagal šildymo sistemos tūrį (minimalų ir maksimalų leistiną sistemos slėgį), 250 l talpos indas. Administraciniam pastatui suprojektuota vėsinimo sistema. Ant stogo numatyta šalčio mašina, kurioje ruošiamas šaltnešis. Vėsinimo sistemos šaltnešis yra vandens ir glikolio mišinys, tiekiamas trasa ir paskirstomas 6 stovams. Šaltnešio temperatūrinis režimas 7 / 12 °C. Taip pat ant pastato stogo suprojektuotas vėdinimo įrenginys su šilumograža, kurio galia yra 2378 W. Triukšmui sumažinti vėdinimo įrenginys montuojamas ant antivibracinių guminių padėklų. Triukšmo mažinimui ortakiuose numatomi triukšmo slopintuvai. Suprojektuota viena tiekimo sistema T1 / I1 ir šalinimo sistema I2. I1 sistema numatyta šalinti orą iš biuro patalpų, o I2 sistema šalina orą iš sanitarinių mazgų. I1 ir I2 sistemoms numatyti stoginiai ortakiai. Sistemai numatyta tiekti 12355 m³/h oro kiekį visam pastatui. I1 sistemos šalinamas oro kiekis - 12355 m³/h, I2 - 216 m³/h. Vėdinimo sistemos ortakiai montuojami iš cinkuotos skardos. Lauke esantys ortakiai yra izoliuojami 50 mm storio akmens vatos dembliais su aliuminio

folija. Sistemų tiekimo ir šalinimo stovai montuojami esamos šachtose. Vėdinimo magistralės montuojamos virš pakabinamų lubų. Sistemos oro kiekiui reguliuoti numatomi reguliavimo vožtuvai ant kiekvienos tiekiamos ir šalinamos oro atšakos. Tiekiamo oro ortakiai yra izoliuojami priešgaisrine izoliacija. Šalinimo ortakiai izoliuojami akmens vatos izoliacija su folija. Oras iš patalpų šalinamas ištraukimo difuzoriais. Numatomos priešgaisrinės sklendės EI45 kur ortakiai kerta pastato konstrukcijas.

Kombinuotai šildymo, vėsinimo ir vėdinimo sistemai parinkti ventiliatoriniai konvektoriai. „Fan coil“ tipo prietaisai numatomi visose biuro patalpose. Pirmame aukšte numatyti 6 ventiliatoriniai konvektoriai, tipiniuose aukštuose numatyti 5 prietaisai viename aukšte. Patalpose suprojektuoti automatiniai regulatoriai, skirti reguliuoti ir palaikyti patalpose užduotą temperatūrą. Prietaisų aprišimui numatyti dvieigiai vožtuvai su pavaromis, balansiniai ventiliai, automatiniai nuorintojai, išleidimo ventiliai, grubaus valymo filtrai, uždarojoji armatūra. Šildymo sistemos magistralėms, stovams ir atšakoms parinkti daugiasluoksniai Pex - Al - Pex vamzdžiai (DN20). Stovai montuojami šachtose, magistraliniai vamzdiniai montuojami virš pakabinamų lubų. Stovai izoliuojami 40 mm storio akmens vatos izoliacijos kevalais su aliuminio folija. Magistraliniai vamzdiniai esantys virš pakabinamų lubų taip pat izoliuojami akmens vatos kevalais su aliuminio folija.

2.3.1.1. Projektinės sąlygos

Remiantis STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Energijos poreikis šildymui”[17] ir RSN 156-94 „Statybinė klimatologija”[16] apskaičiuota šiluminė pastato galia, biuro patalpų šilumos poreikiai bei vėsinimo galia. Apskaičiuota pagal pastato masyvumą STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ 13.1 lentelė.

2.3.1.2. Šilumos nuostolių skaičiavimas

Remiantis STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Energijos poreikis šildymui”[18] reglamentu, apskaičiuoti šilumos nuostoliai per atitvaras, per ilginčius šiluminius tiltelius bei dėl oro infiltracijos. Visi rezultatai pateikti 2 priede, 1 lentelėje „Šilumos nuostoliai per atitvaras”, 2 lentelė „Šilumos nuostoliai per ilginčius tiltelius”, 3 lentelė „Šilumos nuostoliai dėl oro infiltracijos”. Pastato šilumos nuostolių rezultatų suvestinė pateikta 7 lentelėje.

7 lentelė. Pastato šilumos nuostolių suvestinė

Patalpa	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{el} = H_{en}$, W/K	SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H_{ψ} , W/K	SŠN dėl vėdinimo ir infiltracijos	ΣH , W/K	Šildymo galia P_h , W
101	10,48	0,48	3,00	13,96	475
102	11,53	0,47	12,46	24,46	832
103	107,21	3,54	120,20	230,95	7852
105	8,24	0,45	14,83	23,52	800
201	17,91	0,92	15,75	34,58	1176
203	114,22	4,14	132,10	250,46	8516
301	17,91	0,92	15,73	34,56	1175
303	114,22	4,14	131,93	250,29	8510
401	20,40	0,92	15,70	37,02	1259
403	114,22	4,14	131,76	250,13	8504
501	17,91	0,92	15,68	34,51	1173
503	114,22	4,14	131,60	249,96	8499
601	18,45	0,92	15,65	35,02	1191
603	114,22	4,14	131,43	249,80	8493
					58454

Apskaičiuota pastato lyginamoji šiluminė charakteristika q_{lyg} :

$$q_{lyg} = \frac{\Sigma P}{A_{sild}} = \frac{58454}{735,9} = 79,43 \text{ W/m}^2$$

2.3.1.3. Šilumos balansų skaičiavimas

Remiantis STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“ [18] ir E. Isevičiaus „Oro kondicionavimas“ [20] pateiktomis metodikomis, buvo atlikti vėsinimo sistemos skaičiavimai. Apskaičiuoti šilumos pritekėjimai nuo apšvietimo, žmonių, langų ir dėl infiltracijos šiltuoju laikotarpiu.

2.3.1.4. Šildymo prietaisų parinkimas

8 lentelė. Šildymo prietaisų parinkimas

Patalpa	P_h , W (šild)	P_h , W (vės.)	Ppar., W	Ppar., W	Prietaisų skaičius	Prietaiso rūšis
102	832	12	2040	1090	1	624/V1
103	7852	120	3430	2190	4	624/V5
105	800	15	2040	1090	1	624/V1
201	1176	16	2340	1350	1	624/V2
203	8516	132	3430	2190	5	624/V5
301	1175	16	2340	1350	1	624/V2
303	8510	132	3430	2190	5	624/V5
401	1259	16	2340	1350	1	624/V2

8 lentelės tęsinys

403	8504	132	3430	2190	5	624/V5
501	1173	16	2340	1350	1	624/V2
503	8499	132	3430	2190	5	624/V5
601	1191	16	2340	1350	1	624/V2
603	8493	131	3430	2190	5	624/V5

2.3.1.5. Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Atlikti šildymo sistemos hidrauliniai skaičiavimai ir parinkti optimalūs šildymo sistemos vamzdynų skersmenys. Skaičiavimai atlikti pasirinkus nepatogiausią žiedą, t. y. tolimiausio žiedo tolimiausią prietaisą. Skaičiavimo duomenys pateikiami 9 lentelėje.

9 lentelė. Šildymo sistemos hidraulinis skaičiavimas

Ruožo Nr.	Apkrova	Srauto masė G, kg/h	Ruožo ilgis, l	Vamzdžio skersmuo d, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai R, Pa/m	Tėkmės greitis v, m/s	Dinaminis slėgis	Vietinių kliūčių koeficientų suma	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių	RxI+Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Skaičiuojamasis žiedas: 1-2-3-4-5-6-7-8-8'-7'-6'-5'-4'-3'-2'-1'												
1	58454	3049,74	1,71	32x3	9,5	0,4	8	3,8	16,1975	304	320,1975	
2	58454	3049,74	2,02	32x3	8,4	0,38	7,22	3,4	16,9848	245,48	262,4648	
3	58454	3049,74	2,40	32x3	8,4	0,38	7,22	3,3	20,16	238,26	258,42	
4	48770	2544,49	3,60	32x3	6,7	0,36	6,48	3,3	24,12	213,84	237,96	
5	39098	2039,87	3,60	32x3	6,4	0,36	6,48	2,6	23,04	168,48	191,52	
6	29335	1530,50	3,60	26x3	6,1	0,34	5,78	2,6	21,96	150,28	172,24	
7	19650	1025,21	3,60	26x3	5,8	0,34	5,78	2,6	20,88	150,28	171,16	
8	9958	519,54	3,60	26x3	5,7	0,32	5,12	2,6	20,52	133,12	153,64	
9	9958	519,54	0,29	20x2	4,6	0,23	2,65	6,4	1,334	169,28	170,614	
10	9958	519,54	0,66	20x2	4,6	0,23	2,65	2,6	3,036	68,77	71,806	
11	9483	494,76	1,90	20x2	3,8	0,23	2,65	8,4	7,22	222,18	229,4	
12	8683	453,02	1,83	18x2	3,8	0,22	2,42	4,6	6,935	111,32	118,255	
13	6720	350,60	0,45	18x2	3,8	0,22	2,42	3,4	1,71	82,28	83,99	
14	4757	248,19	6,18	16x2	6,3	0,21	2,21	3,4	38,934	74,97	113,904	
15	2794	145,77	1,85	16x2	6,3	0,21	2,21	8,1	11,655	178,605	190,26	
16	1963	102,42	0,33	16x2	3,8	0,18	1,62	7,2	1,235	116,64	117,875	
											10,23	Fan coil
16'	1963	102,42	0,33	16x2	3,8	0,18	1,62	7,2	1,235	116,64	117,875	
15'	2794	145,77	1,85	16x2	6,3	0,21	2,21	8,1	11,655	178,605	190,26	
14'	4757	248,19	6,18	16x2	6,3	0,21	2,21	3,4	38,934	74,97	113,904	
13'	6720	350,60	0,45	18x2	3,8	0,22	2,42	3,4	1,71	82,28	83,99	
12'	8683	453,02	1,83	18x2	3,8	0,22	2,42	4,6	6,935	111,32	118,255	
11'	9483	494,76	1,90	20x2	3,8	0,23	2,65	8,4	7,22	222,18	229,4	

9 lentelės tęsinys

10'	9958	519,54	0,66	20x2	4,6	0,23	2,65	2,6	3,036	68,77	71,806	
9'	9958	519,54	0,29	20x2	4,6	0,23	2,65	6,4	1,334	169,28	170,614	
8'	9958	519,54	3,60	26x3	5,7	0,32	5,12	2,6	20,52	133,12	153,64	
7'	19650	1025,21	3,60	26x3	5,8	0,34	5,78	2,6	20,88	150,28	171,16	
6'	29335	1530,50	3,60	26x3	6,1	0,34	5,78	2,6	21,96	150,28	172,24	
5'	39098	2039,87	3,60	32x3	6,4	0,36	6,48	2,6	23,04	168,48	191,52	
4'	48770	2544,49	3,60	32x3	6,7	0,36	6,48	3,3	24,12	213,84	237,96	
3'	58454	3049,74	2,40	32x3	8,4	0,38	7,22	3,3	20,16	238,26	258,42	
2'	58454	3049,74	2,02	32x3	8,4	0,38	7,22	3,4	16,9848	245,48	262,4648	
1'	58454	3049,74	1,71	32x3	9,5	0,4	8,00	3,8	16,1975	304	320,1975	
VISO:											5737,6426	

Remiantis STR 2.09.02:2005 1 priedu parenkami biuro patalpoms reikalingi oro tiekimo ir šalinimo kiekiai. Sudaromas vėdinamų patalpų reikalingų oro kiekių balansas. Oro kiekių reikšmės pateiktos 11 lentelėje.

11 lentelė. Oro kiekiai patalpose

Patalos Nr./Paskirties	Patalpos plotas, m ²	Patalpos tūris, m ³	Norminės oro kiekio vertės		Norminis tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Norminis šalinamo oro kiekis m ³ /h	Projektinis tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Projektinis šalinamo oro kiekis, m ³ /h
			Norminis tiekiamo oro kiekis	Norminis šalinamo oro kiekis				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
101 Tambūras	3,75	13,50	-	-	-	-	-	-
102 Holas	13,2	47,52	1,8	-	23,76	23,76	30	30
103 Kabinetas	94,51	340,24	5,4	-	1837,27	1837,27	1850	1850
104 San.mazgas	3,11	11,20	-	36	-	36	-	36
105 Kabinetas	13,14	47,30	3,6	-	170,294	170,3	175	175
201 Laiptinė	15,55	55,98	1,8	-	27,99	27,99	30	30
202 Kabinetas	104	374,40	5,4	-	2021,76	2021,76	2030	2030
203 San.mazgas	3,11	11,20	-	36	-	36	-	36
301 Laiptinė	15,55	55,98	1,8	-	27,99	27,99	30	30
302 Kabinetas	104	374,40	5,4	-	2021,76	2021,76	2030	2030
303 San.mazgas	3,11	11,20	-	36	-	36	-	36
401 Laiptinė	15,55	55,98	1,8	-	27,99	27,99	30	30
402 Kabinetas	104	374,40	5,4	-	2021,76	2021,76	2030	2030
403 San.mazgas	3,11	11,20	-	36	-	36	-	36
501 Laiptinė	15,55	55,98	1,8	-	27,99	27,99	30	30
502 Kabinetas	104	374,40	5,4	-	2021,76	2021,76	2030	2030
503 San.mazgas	3,11	11,20	-	36	-	36	-	36
601 Laiptinė	15,55	55,98	1,8	-	27,99	27,99	30	30
602 Kabinetas	104	374,40	5,4	-	2021,76	2021,76	2030	2030
603 San.mazgas	3,11	11,20	-	36	-	36	-	36
							12355	12571

2.3.1.6. Aerodinaminiai vėdinimo sistemos skaičiavimai

Atlikus aerodinaminis skaičiavimus sistemose, parinkti oro tiekimo ir šalinimo įrenginiai. Aerodinaminiai skaičiavimai atlikti vėdinimo sistemai T1 tiekiamojo oro atšakai. Skaičiavimai pradėti nuo nepatogiausio taško – tolimiausio skirstytuvo. Atliekant skaičiavimus, įvertinamos ruože esančio vietinės kliūtys, sistemos pasipriešinimas. Pagal gamintojų duotas diagramas, nustatyti

ortakių diametrai, oro greitis, trinties nuostoliai. Pagal gautus rezultatus parinkti vėdinimo įrenginių ventiliatoriai. Aerodinaminiai skaičiavimai pateikti 12 lentelėje.

12 lentelė. Aerodinaminiai skaičiavimai

Ruožo Nr.	Debitas L, m ³ /h	Ilgis l, m	Skersmuo, mm	Greitis v, m/s	Trinties nuostoliai R/m'	Trinties nuostoliai ruožui RI,	Dinaminis slėgis p _{din} , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma Σξ	Slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Z= p _{din} •Σξ	R l + Z, Pa
					Pa	RI= R•l Pa			ξ Pa	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	12335	1,705	500	4,7	0,30	0,51	11,05	0,4	4,42	4,93
2	12335	2,022	500	4,7	0,30	0,61	11,05	2,3	25,40	26,01
3	12335	2,4	500	4,1	1,00	2,40	8,41	2,3	19,33	21,73
4	10300	3,6	500	3,5	3,50	12,60	6,13	3,3	20,21	32,81
5	8265	3,6	500	2,6	0,90	3,24	3,38	2,3	7,77	11,01
6	6230	3,6	400	2,6	1,30	4,68	3,38	2,3	7,77	12,45
7	4195	3,6	400	2,6	1,30	4,68	3,38	2,3	7,77	12,45
8	2035	3,6	315	4,12	1,30	4,68	8,49	2,3	19,52	24,20
9	2035	0,29	315	4,12	1,30	0,38	8,49	2,3	19,52	19,90
10	1820	0,66	315	4,12	1,20	0,79	8,49	2,3	19,52	20,31
11	1605	1,9	250	5,54	1,10	2,09	15,35	3,7	56,78	58,87
12	1015	1,825	250	2,92	2,60	4,75	4,26	4,2	17,91	22,65
13	600	0,45	160	3,04	0,90	0,41	4,62	4,2	19,41	19,81
14	590	6,18	160	3,04	1,20	7,42	4,62	4,2	19,41	26,82
15	590	1,85	100	2,49	2,40	4,44	3,10	1,1	3,41	7,85
16	590	0,325	100	2,49	1,90	0,62	3,10	3,3	10,23	10,85
VISO: 332,67										

2.3.2. Drėkinimo sistemos projektavimas

Remiantis tyrimo metu gautais rezultatais ir išvadomis, administraciniam pastatui suprojektuota drėkinimo sistema. Pagal gamintojo rekomendacijas parinkta drėkinimo sistema, kurią sudaro vandens ir oro slėgio pakėlimo mazgas. Iš mazgo tiekiamas atskirai vanduo ir oras, kurie paskirstomi vamzdynu iki purkštukų, sumontuotų patalpoje. Patalpoje esantis drėgmės jutiklis duoda signalą į vandens ir oro slėgio kėlimo mazgą ir valdiklis atidaro dviegius srauto vožtuvus, taip suspaustas oras bei vanduo patiekiamas iki purkštuko, kuris dideliu slėgiu išpurškia vandenį ir orą mažais lašeliais. Tiekiamas srautas 0–60 l/h, santykinio drėgno palaikymo paklaida +/- 4%.

3. PROJEKTINIUS SPRENDINIUS PAGRINDŽIANTYS SKAIČIAVIMAI

3.1. Projektiniai savitieji patalpos šilumos nuostoliai

Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai, H , W/K, nustatomi [18]:

$$H = H_{en} + H_v; \quad (1)$$

čia: H_{en} – patalpos projektiniai atitvarų savitieji šilumos nuostoliai;

H_v – projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai.

Skaičiavimo rezultatai pateikiami Priedas Nr. 3 lentelėje.

3.2. Patalpos atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai

Patalpos atitvarų projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{en} , W/K, nustatomi [18]:

$$H_{en} = \Sigma H_{el} + \Sigma H_{\psi} + \Sigma H_g; \quad (2)$$

čia: ΣH_{el} – atitvarų, išskyrus besiribojančių su gruntu, savitųjų šilumos nuostolių suma;

ΣH_{ψ} – projektiniai savitieji ilginių šiluminių tiltelių šilumos nuostoliai;

ΣH_g – projektiniai savitieji atitvarų, besiribojančių su gruntu, šilumos nuostoliai.

Patalpos atitvarų, išskyrus besiribojančių su gruntu, projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{cl} , W/K, skaičiuojami:

$$H_{el} = U \cdot A \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_o + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (3)$$

čia: U – atitinkamos atitvaros arba atitvaros dalies projektinis šilumos perdavimo koeficientas, W/(m²·K);

A – atitinkamos atitvaros arba atitvaros dalies su viena šilumos perdavimo koeficiento verte plotas, m²;

k_a – pataisa, kai patalpa ribojasi su kita projektinga temperatūra turinčia patalpa:

$$k_a = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e}; \quad (4)$$

čia: θ_i – patalpos projektinė temperatūra, °C;

θ_a – gretimos patalpos temperatūra, °C;

θ_e – išorės projektinė temperatūra, °C;

b_u – pataisa, jeigu atitvara ribojasi su nešildomąja erdve (pvz., įstiklinti balkonai, pastogės).

Δk_w – pataisa dėl vėjo įtakos;

Δk_h – pataisa dėl šildymo prietaisų rūšies.

Atitinkamo ilginio šilumos tiltelio projektiniai savitieji šilumos nuostoliai H_{ψ} , W/K, nustatomi pagal formulę:

$$H_{\psi} = \Psi \cdot l \cdot k_a \cdot b_u \cdot (1 + \Delta k_o + \Delta k_w + \Delta k_h); \quad (6)$$

čia: Ψ – ilginio šilumos tiltelio šilumos perdavimo koeficientas, W/m·K;

l – ilginio šilumos tiltelio ilgis, m.

3.3. Patalpos projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai

Patalpos projektiniai savitieji vėdinimo šilumos nuostoliai H_v , W/K, skaičiuojami [18]:

$$H_v = \Sigma H_{ev} + \Sigma H_{in} + \Sigma H_{nv} + \Sigma H_{de}; \quad (9)$$

čia: H_{ev} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl priverstinės vėdinimo sistemos veikimo, W/K;

H_{in} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos, W/K;

H_{nv} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl natūralaus vėdinimo sistemos veikimo, W/K;

H_{de} – projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių durų varstymo, W/K.

Patalpos, kurioje įrengta priverstinė vėdinimo sistema, projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl vėdinimo H_{ev} , W/K, nustatomi:

$$H_{ev} = c \cdot \rho_i \cdot L_{ev} \cdot (1 - \eta_{hr}); \quad (10)$$

čia: c – savitoji oro šiluma, $c \cong 0,279$ Wh/(kg·K);

ρ_i – patalpos oro tankis, $\rho \cong 1,2$ kg/m³; tada $c \cdot \rho \cong 0,34$ Wh/(m³·K);

L_{ev} – projektinis tiekiamo į patalpą oro debitas, m³/h;

η_{hr} – šilumos grąžos įrenginio naudingumo koeficientas.

Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorės oro infiltracijos H_{in} , W/K, nustatomi:

$$H_{in} = c \cdot \rho_i \cdot L_{in}; \quad (11)$$

čia: c – savitoji oro šiluma, $c \cong 0,279$ Wh/(kg·K);

ρ_i – patalpos oro tankis, $\rho \cong 1,2$ kg/m³; arba $c \cdot \rho \cong 0,34$ Wh/(m³·K);

L_{in} – infiltruojamo oro debitas, (m³/h), nustatomas pagal formulę:

$$L_{in} = n_{in} \cdot A_p \cdot h \cdot \Delta k_c \cdot (1 + \Delta k_b) \cdot (1 + k_g); \quad (12)$$

čia: n_{in} – oro apykaita dėl infiltracijos, kartais/h, imama iš Reglamento 5 priedo 5.1 lentelės;

A_p – patalpos plotas, (m²);

h – patalpos aukštis, (m);

Δk_c – pataisa, įvertinanti infiltracijos padidėjimą kampinėse patalpose. Jei kampinėje patalpoje langai skirtingose sienose – $\Delta k_c = 1,2$, jei vienoje – $\Delta k_c = 1,1$, jei langų nėra – $\Delta k_c = 1,0$;

Δk_b – pataisa, įvertinanti vėdinimo sistemos rūšį;

k_g – pataisa, įvertinanti patalpos padėtį pastate, apskaičiuojama pagal formulę:

$$k_g = \left| \frac{N}{2} - N_i + 1 \right| \cdot 0,005 / \sqrt{N}; \quad (13)$$

čia: N – aukštų skaičius;

N_i – aukštas, kuriame yra patalpa.

Patalpos su natūralia vėdinimo sistema projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl vėdinimo H_{nv} , W/K, nustatomi:

$$H_{nv} = c \cdot \rho_l \cdot L_{nv}; \quad (14)$$

čia: dydžiai c , ρ_l tokie patys kaip ir (11) formulėje;

L_{nv} – išorės oro debitas dėl natūralaus vėdinimo, nustatomas pagal formulę, m³/h:

$$L_{nv} = n_{nv} \cdot A_p \cdot h \cdot \Delta k_c \cdot (1 + \Delta k_b) \cdot (1 + k_g); \quad (15)$$

čia: $n_{nv} = n_{tv} - n_{in}$ – oro apykaita patalpoje (kartais/h) dėl vėdinimo, atmetus išorės oro infiltracijos dalį;

n_{tv} – oro apykaita patalpoje (kartais/h) dėl natūralaus vėdinimo;

n_{in} – oro apykaita dėl infiltracijos (kartais/h);

kiti dydžiai tokie patys kaip (10) formulėje.

17. Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių įėjimo durų varstymo H_{de} , W/K, nustatomi:

$$H_{de} = 0,35 \cdot 1,5 \cdot \Delta k_c \cdot \frac{A_{pd}}{A_o} \cdot k_{d1} \cdot k_{d2} \cdot (1 + 0,2 \cdot h); \quad (16)$$

čia: A_{pd} – šildomas pastato dalies plotas, m², kurios gyventojai arba darbuotojai vaikšto pro atitinkamas įėjimo duris;

A_o – norminis plotas vienam žmogui, m²;

k_{d1} – pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų varstymo dažnį atitinkamos paskirties pastatuose;

k_{d2} – pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų tipą;

h – aukštis nuo patalpos grindų, kurioje yra įėjimo durys, iki aukščiausiai pastate esančių šildomų patalpų lubų aukščiausio taško.

Šie savitieji nuostoliai priskiriami patalpai, kurioje yra įrengtos atitinkamos įėjimo durys (holas, koridorius, laiptinė ar kt.).

3.4. Pastato projektinė šilumos šaltinio galia

Patalpai šildyti reikalinga projektinė šiluminė galia P_h , W, turi būti skaičiuojama nevertinant šilumos pritekėjimų į patalpą:

$$P_h = (H - H_g) \cdot (\theta_i - \theta_e) + H_g \cdot (\theta_i - \bar{\theta}_e) + H_{ge} \cdot \hat{\theta}_e; \quad (17)$$

čia: H – projektiniai savitieji patalpos šilumos nuostoliai, W/K;

H_g – savitieji šilumos nuostoliai per atitvarą, besiribojančią su gruntu, W/K;

θ_i – projektinė vidaus temperatūra, °C;

θ_e – projektinė išorės temperatūra, °C;

$\bar{\theta}_e$ – vidutinė metinė išorės temperatūra;

H_{ge} – išoriniai savitieji šilumos nuostoliai per atitvarą, besiribojančią su gruntu, W/K;

$\hat{\theta}_e$ – pusė šalčiausio ir šilčiausio metų mėnesių vidutinių temperatūrų skirtumo, K.

3.5. Teršalų balansas ir jo sudarymas

Remiantis STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“ [18] ir E. Isevičiaus „Oro kondicionavimas“ [20] pateiktomis metodikomis, buvo atlikti vėsinimo sistemos skaičiavimai. Apskaičiuoti šilumos pritekėjimai nuo apšvietimo, žmonių, langų ir dėl infiltracijos šiltuoju laikotarpiu.

$$Q = \sum [Q_{is} + (-Q_n)]; \quad (18)$$

$$W = \sum [W_{is} + (-W_n)]; \quad (19)$$

čia: Q_{is} – šilumos srautas, kJ/h;

Q_t – šilumos nuostoliai, kJ/h;

W_{is} – drėgmės srautas, kg/h;

W_n – drėgmės nuostoliai, kg/h;

3.5.1. Šilumos balansų skaičiavimas šiltuoju laikotarpiu

Šilumos balansas biuro patalpoje Nr. 203 [20]:

$$Q_{\text{šilt}} = Q_{\text{apš}} + Q_{\text{žm}} + Q_l^r + Q_{\text{inf}}; \quad (20)$$

čia: $Q_{\text{apš}}$ – šilumos srautas nuo dirbtinio apšvietimo, kJ/h;

$Q_{\text{žm}}$ – žmonių (kūno) išskiriama šiluma, kJ/h;

Q_l^r – šilumos prietaka į patalpą dėl saulės radiacijos per langus ir stogą;

Q_{inf} – šilumos nuostoliai dėl infiltracijos, kJ/h.

$$Q_{šilt} = 9072 + 10692 + 35210,7 + 1037,43 = 56012,13 \text{ kJ/h};$$

Šilumos srautas nuo dirbtinio apšvietimo [20]:

$$Q_{apš} = 3600 \cdot N_{šv}; \quad (21)$$

čia: $Q_{apš}$ – šilumos srautas nuo dirbtinio apšvietimo, kJ/h;

$$Q_{apš} = 3600 \cdot N_{šv} = 3600 \cdot 2,52 = 9072 \text{ kJ/h};$$

Šilumos srautas nuo patalpoje esančių žmonių [20]:

$$Q_{žm} = 3,6 \cdot q \cdot n; \quad (22)$$

čia: q – vieno žmogaus išskiriamas šilumos srautas, W;

n – žmonių skaičius.

$$Q_{žm} = 3,6 \cdot q \cdot n = 3,6 \cdot 198 \cdot 15 = 10692 \text{ kJ/h};$$

Šilumos srautas per langus dėl radiacijos [20]:

$$Q_l^r = 3,6 \cdot \sum(q_i \cdot A_{gl} \cdot a); \quad (23)$$

čia: q_i – saulės radiacijos intensyvumas priklausomai nuo langų orientacijos, W/(m²°C);

A_{gl} – į vieną pusę nukreiptų langų plotas, m²;

a – koeficientas, įvertinantis langų konstrukciją (dvistikliams langams – $a=1.15$; vienkliams – $a=0.8$; užtemdomiesiems – $a=0.6$).

$$Q_l^r = 3,6 \cdot \sum(q_i \cdot A_{gl} \cdot a) = 3,6 \cdot ((0 \cdot 40,5 \cdot 1,15) + (210 \cdot 40,5 \cdot 1,15)) = 35210,7 \text{ kJ/h};$$

Šilumos srautas pro išorines ir vidines atitvaras, dėl šiluminių tiltelių ir oro infiltracijos [20]:

$$Q_{inf} = 3,6 \cdot c \cdot \rho \cdot L_{ing} \cdot \Delta t; \quad (24)$$

čia: c – savitoji oro šiluma, $c \cong 0,279 \text{ Wh}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$;

ρ – infiltruojamo oro tankis, $\rho \cong 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$;

L_{in} – infiltruojamo oro kiekis, m³/h;

Δt – infiltruojamo ir patalpos oro temperatūrų skirtumas, °C.

$$Q_{inf} = 3,6 \cdot c \cdot \rho \cdot L_{ing} \cdot \Delta t = 3,6 \cdot 0,279 \cdot 1,2 \cdot 162,404 \cdot 5,3 = 1037,43 \text{ kJ/h};$$

3.5.2. Šilumos balansų skaičiavimas šaltuoju laikotarpiu

Šilumos balansas biuro patalpoje Nr. 203 [20]:

$$Q_{šilt} = 9072 + 2970 + 111101,8 - 33570,7 = 89573,1 \text{ kJ/h};$$

Šilumos srautas nuo dirbtinio apšvietimo [20]:

$$Q_{apš} = 3600 \cdot N_{šv} = 3600 \cdot 2,52 = 9072 \text{ kJ/h};$$

Šilumos srautas nuo patalpoje esančių žmonių [20]:

$$Q_{žm} = q \cdot n = 198 \cdot 15 = 2970 \text{ kJ/h};$$

Šilumos nuostoliai per atitvaras [20]:

$$Q_n = q_v \cdot V \cdot (t_p - t_{iš}); \quad (25)$$

čia: q_v – pastato tūrio lyginamosios charakteristikos, $\text{kJ}/(\text{m}^3\text{h}^\circ\text{C})$;

V – pastato tūris, m^3 ;

t_p , $t_{iš}$ – atitinkamai oro temperatūra išorėje ir skaičiuojamoje patalpoje, $^\circ\text{C}$.

$$Q_n = 1,8 \cdot 3696 \cdot (22 - 5,3) = 111101,8 \text{ kJ/h}.$$

Šilumos nuostoliai dėl infiltracijos [20]:

$$Q_{inf}^f = G_{inf} \cdot c \cdot (t_{iš} - t_p); \quad (26)$$

čia: c – oro savitoji (specifinė) šiluma, $c \cong 1,0 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$;

G_{inf} – infiltracinio oro kiekis, kg/h ;

Q_{inf}^f – atitinkamai šilumos kiekiai, atitinkantys fizinę ir bendrąją šilumą, kJ/kg .

$$Q_{inf}^f = 2021 \cdot 1,0 \cdot (5,3 - 22) = -33570,7 \text{ kJ/kg};$$

3.5.3. Drėgmės balansas šiltuoju laikotarpiu

Drėgmės balansas biuro patalpoje Nr. 203 [20]:

$$W^v = W_{žm} + W_{inf} \quad (27)$$

čia: $W_{žm}$ – žmonių (kūno) išskiriama šiluma, kJ/h ;

W_{inf} – šilumos nuostoliai dėl infiltracijos, kJ/h .

$$W^v = 2405 + 0,13 = 2405,13 \text{ g/h};$$

Drėgmės srautas nuo žmonių $W_{žm}$, g/h , apskaičiuojamas taip [20]:

$$W_{žm} = q_w \cdot n; \quad (28)$$

čia: q_w – vieno žmogaus į aplinką išskiriamas drėgmės kiekis, g/h , priklausomai nuo atliekamo darbo pobūdžio ir aplinkos temperatūros, $^\circ\text{C}$.

$$W_{žm} = 185 \cdot 13 = 2405 \text{ g/h};$$

Drėgmė, patenkanti į patalpą su infiltraciniu oru, apskaičiuojama taip [20]:

$$W_{inf} = 0,001 \cdot G_{inf} \cdot \Delta d; \quad (29)$$

čia: G_{inf} – į patalpą patenkantis infiltracinio oro kiekis, kg/h ;

Δd – išorės ir patalpos oro absoliučiuųjų drėgnių skirtumas, g/kg.

$$W_{inf} = 0,001 \cdot 42,93 \cdot 3 = 0,13 \text{ g/h} ;$$

3.5.4. Drėgmės balansas šaltuoju laikotarpiu

Drėgmės balansas biuro patalpoje Nr. 203 [20]:

$$W^v = 2405 + (-0,31) = 2404.69 \text{ g/h};$$

Drėgmės srautas nuo žmonių W_{zm} , g/h, apskaičiuojamas taip [20]:

$$W_{zm} = q_w \cdot n;$$

$$W_{zm} = 185 \cdot 13 = 2405 \text{ g/h};$$

Drėgmė, patenkanti į patalpą su infiltraciniu oru, apskaičiuojama taip [20]:

$$W_{inf} = 0,001 \cdot G_{inf} \cdot \Delta d ;$$

$$W_{inf} = 0,001 \cdot 42,93 \cdot (-7,2) = -0,31 \text{ g/h} .$$

4. EKONOMINĖ DALIS

Statinių statybos skaičiuojamųjų kainų nustatymo tikslas – apskaičiuoti ir iš anksto numatyti ekonomiškai pagrįstas statinių projektinių sprendinių parengimo, įgyvendinimo, statinių statybos vykdymo, projekto valdymo ir kitas išlaidas bei planuoti bendrą investicijų poreikį ir suformuoti skaičiuojamąją statybos kainą [21].

Apskaičiuoti statybos kainą yra reikalingi pradiniai duomenys, t. y. medžiagų žiniaraščiai ir techninės specifikacijos (žr. priedas nr. 4).

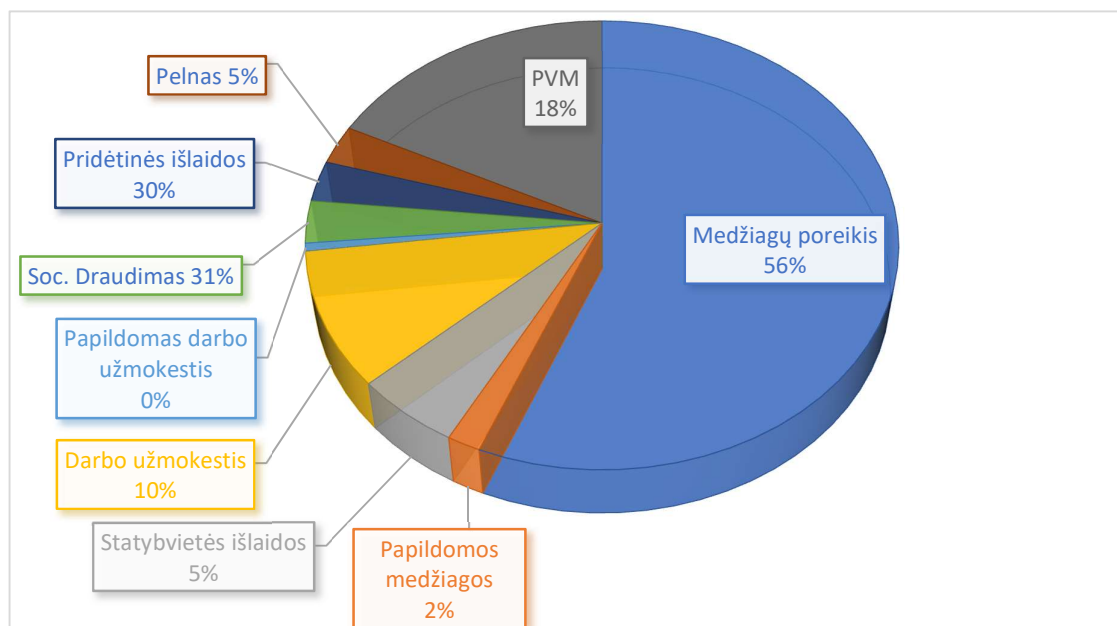
Statybos procesuose šie veiksniai pasireiškia šiomis dedamosiomis:

- darbų sąnaudos;
- medžiagų sąnaudos;
- mechanizmų eksploatavimo sąnaudos.

Magistro baigiamajame darbe skaičiuojama drėkinimo sistemos sąmata naudojantis rinkoje nurodytais įkainiais bei vadovaujantis G. Viliūnas „Statybos kainos apskaičiavimo metodiniai nurodymai“.

Statybos kaina susideda iš tiesioginių ir netiesioginių išlaidų. Tiesiogines išlaidas sudaro tiesioginiams darbams atlikti reikalingų materialinių ir darbo resursų, kuriuos sudaro medžiagų, mechanizmų, eksploatacijos ir darbo užmokesčio vertė, socialinio draudimo mokesčiai bei kitos susijusios išlaidos. Netiesioginės išlaidos tai pridėtinės išlaidos bei pelnas, apskaičiuojamas nuo tiesioginių, pridėtinių, socialinio draudimo ir kitų išlaidų primant 5 % [21].

Drėkinimo sistemos sąmatos kaina 42 287.92 €. Sistemos 1 m² kainuoja 47,49 €. Detalizuota sąmata pateikiama 6 priede. Statybos kaina detalizuojama 19 pav.



19 pav. Drėkinimo sistemos įrengimo kainos dedamosios

5. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS

5.1. Aplinkosaugos dalis

Suprojektuotas pastatas atitinka higienos ir sveikatos apsaugos sąlygas. Projekto sprendiniai atitinka vidaus aplinkos reikalavimus sveikatai reguliuojant šilumą, triukšmą, oro kiekį ir kokybę.

Projektuojant šildymo, vėsinimo ir vėdinimo sistemą parinkti racionalūs sprendiniai, kurie užtikrina mažą energijos suvartojimą. Pasirinkta kombinuota šildymo, vėsinimo ir vėdinimo sistema leidžia išnaudoti tą patį „fan coil“ prietaisą tiek šildymui, tiek vėsinimui bei vėdinimui. Vėdinimo sistemos įrenginys pasirinktas su šilumogražos įrenginių - plokštelių rekuperatoriumi. Vėdinimo įrenginiuose oro padavimui ir ištraukimui numatyti F7 klasės filtrai, į patalpas tiekiamas išvalytas oras. Pasirinkti ventiliatoriniai konvektoriai, kurie yra lengvai montuojami įvairiose lubų tipuose. Prietaisai yra mažai pastebimi, nes vidinės įrenginių dalys montuojamos po lubomis. Diegiama automatinė sistema, kuri reaguoja į aplinkos faktorius ir palaiko tinkama mikroklimatą.

Projektuojama drėkinimo sistema, kurios dėka bus palaikomas higienos normas atitinkantis santykinis drėgnis. Biuro patalpose esantys davikliai, siunčiantys signalą į centrinį bloką leidžia palaikyti reikia drėgmės kiekį patalpoje. Pasirinktos sistemos principas – išpurškiamas vanduo su sumaišytą suslėgtu oru, kuris yra nepastebimas ir nesukelia papildomo diskomforto darbuotojams.

Pastatų inžinerinės sistemos privalo atitikti aplinkos apsaugos ir pastato vidaus reikalavimus. Projektuojamos sistemos negali viršyti į aplinką išmetamų kenksmingų medžiagų leistinas ribas. Garsą ir virpesius skleidžiantis įrenginiai negali viršyti higienos normų.

5.2. Darbų sauga

Žmonių saugos darbe Lietuvos respublikos įstatymas reikalauja, kad kiekvienas darbuotojas turi teisę turėti tinkamas, saugias ir sveikas darbo sąlygas. Vykdamas veiklą turi būti numatytas atestuotas saugos darbe specialistas su aukštuoju išsilavinimu. Darbuotojai turi būti supažindinti su saugaus darbo taisyklėmis.

Darbdavys yra atsakingas už tai, kad kiekvienas darbininkas būtų aprūpintas darbo drabužiais, avalyne ir kitomis būtinomis priemonėmis. Darbuotojai privalo dirbti apsirengę specialiais rūbais.

Prieš darbų pradžią turi būti įvertintos pavojingos darbo zonos. Esant būtinybei dirbti paaukštinose vietose, turi būti įrengti aptvarai, kurie apsaugotų nuo nukritimo. Technologiniai įrenginiai turi atitikti saugos ir sveikatos reikalavimus.

IŠVADOS

1. Atlikus tyrimą šiltuoju ir šaltuoju metų laikotarpiu galima teigti, kad tiriamasis pastatas gali turėti „sergančio pastato“ sindromą. Tiek objektyvus tiek subjektyvus tyrimas rodo, kad pastate juntamas diskomfortas darbo metu, darbuotojai turi nusiskundimų dėl bendros savijautos.
2. Galime teigti, kad pagrindinius negalavimus ir nusiskundimus dėl bendros savijautos darbo metu sukelia santykinio drėgnio nepakankamumas. Nustatytas santykinio drėgnio vidurkis šaltuoju metu laiku yra ~25 %, pagal Lietuvos higienos normas HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ reikalavimus, jis turėtų būti 35–60 %.
3. Nustatyta vidaus oro temperatūra šiltuoju metu laiku (~28 °C) viršija Lietuvos higienos normas (24 °C), todėl pagal respondentų atsakymus, galime daryti išvadą, kad darbuotojai vasaros metu yra priversti natūraliai vėdinti patalpas, dėl šios priežasties juntami nusiskundimai darbo metu gali būti dėl oro patenkančio iš lauko per atvirus langus.
4. Pagal respondentų anketos gautus duomenis matome, kad dažniausiai pasireiškiantys nusiskundimai yra sudirgusi oda (64,5 %), išsausėjusios akys bei išsausėjusi nosies gleivinė (72,5 %). Taip pat respondentai pareiškia nepasitenkinimą dažnai kintančia oro temperatūra (75,4 %) bei juntamu sausu oru patalpose (71,5 %). Pagal J. Sundello atliktą tyrimą, tai yra dažniausiai nustatomi nusiskundimai „sergančio pastato“ sindromui apibūdinti.
5. Administracinio pastato projektiniai šilumos nuostoliai 89,48 kW. Lyginamoji šiluminė charakteristika - 121,60 W/m².
6. Pastate suprojektuota kombinuota šildymo, vėsinimo ir vėdinimo sistema. Šildymui parinktas išsiplėtimo indas 250l. Vėsinimui parinkta šalčio mašina - 139 kW. Mechaniniam vėdinimui parinktas vėdinimo įrenginys su šilumograža. Projektinis vėdinimo įrenginio tiekiamo oro kiekis - 12355 m³/h, šalinamo - 12571 m³/h.
7. Tyrimo metu gauti duomenys rodo, kad santykinis drėgnis netenkina Lietuvos higienos normos, dėl to buvo priimtas sprendimas suprojektuoti drėkinimo sistemą. Ši sistema palaikys tinkamas mikroklimato sąlygas. Drėkinimo sistemos galia - 60 kg/h.
8. Apskaičiuota drėkinimo sistemos sąmata. Sistemos įrengimo kaina – 42 287. 92 Eur.

LITERATŪRA

1. Sundell J. What we know, and don't know about sick building syndrome. *ASHRAE Journal* 1996: June:51-7.
2. Sterling EM, Mcintyre ED, Collett CW, Sterling TD, Mecedith J. Sick buildings: case studies of tight building syndrome and IAQ investigations in modern office buildings. *Environmental Health Review* 1985;3:197-209.
3. Nor Dina Md Amin, Zainal Abidin Akasah, Wahid Razzaly „Architectural evaluation of thermal comfort: Sick building syndrome symptoms in engineering education laboratories“, 4th World Congress in Technical and Vocational Education and Training (WoCTVET), 5th-6th November 2014, Malaysia.
4. S. Gupta, M. Khare, R. Goyal, Sick building syndrome—A case study in a multistory centrally air-conditioned building in the Delhi City. *Building and Environment* 42 (2007);2797 - 2809.
5. Lenvik K. Comparisons of working conditions and „sick building syndrome“ symptoms among employees with different job functions. In: *Proceedings of indoor air '90, fifth international conference on indoor air quality and climate*. Toronto, Ontario; 1990. p. 507 - 512.
6. Dan Norback, BA, Ingegerd Mchel, MSc, John Widstrom, MHSc „Indoor air quality and personal factors related to the sick building syndrome“, *Work Environ Health* 1990; 16:121-8.
7. Yvonne de Kluizenaar, Celina Roda, Nienke Elske Dijkstra, Serena Fossati, Corinne Mandin, Victor G. Mihucz, Otto H€anninen, Eduardo de Oliveira Fernandes, Gabriela V. Silva, Paolo Carrer, John Bartzis, Philomena M. Bluysen „Office characteristics and dry eye complaints in European workers. The OFFICAIR study“, *Building and Environment*, 15 March 2016
8. HN 69:2003 „Šiluminis komfortas ir pakankama šiluminė aplinka darbo patalpose. Parametrų norminės vertės ir matavimo reikalavimai“. *Valstybės žinios*, 2004 03 26, Nr. 45-1485.
9. HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas“. *Valstybės žinios*, 2009 12 31, Nr. 159-7219.
10. STR 2.01.01:2005 „Esminis statinio reikalavimas. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“. *Valstybės žinios*, 2005 09 21, Nr. 115-495.
11. STR 2.01.01(2):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Gaisrinė sauga“. *Valstybės žinios*, 2002 10 04, Nr.96-4233.
12. STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“. *Valstybės žinios*, 2002 11 08, Nr. 106-4776
13. STR 2.01.01:2008 „Esminiai statinio reikalavimai. Apsauga nuo triukšmo“. *Valstybės žinios*, 2008 03 12. Nr. 35-1256

14. STR 2.01.01:2008 „Esminis statinio reikalavimas. Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“. Valstybės žinios, 2008 03 12, Nr. 35-1255
15. HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir viešojo naudojimo pastatų mikroklimatas“. Valstybės žinios, 2009 12 31, Nr. 159-7219
16. RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“.
17. STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“. Valstybės žinios, 2015 10 23, Nr. D1-772.
18. STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo galia. Energijos poreikis šildymui“. Valstybės žinios, 2008 05 12, Nr. 58-2185. Reglamentas negaliojantis. Naudotasi kaip rekomendacija.
19. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“. Valstybės žinios, 2012 08 12, Nr. 99-5071.
20. Isevičius Edmundas „Oro kondicionavimas“, 2007m., 220p.
21. Viliūnas Gediminas „Statybos kainos apskaičiavimo metodiniai nurodymai. Mokomoji knyga“. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2011 m, 86p.

PRIEDAI

Priedas Nr. 1 klausimynas

1 lentelė. Asmeninė informacija

Jūsų amžius metų
Lytis	moteris 1 vyras 2
Ar rūkote?	ne 1 taip 2 Jei Ne, ar Jūs rūkėte praityje? ne 1 taip 2
Kiek metų Jūs dirbate šiame pastate? metų
Kiek valandų per savaitę Jūs praleidžiate šiame pastate? val. per savaitę

2 lentelė. Identifikuojami simptomai

Ar per pastaruosius 3 mėnesius Jūs jautėte šiuos simptomus:

<p>1. Akių niežėjimą, džiūvimą ar dirginimą</p> <p>Ne ... 0</p> <p>Taip, kartais ...1</p> <p>Taip, kelis kartus per savaitę ...2</p> <p>Taip, kiekvieną dieną ...3</p>	<p>6. Kosulį</p> <p>Ne ... 0</p> <p>Taip, kartais ... 1</p> <p>Taip, kelis kartus per savaitę ... 2</p> <p>Taip, kiekvieną dieną ... 3</p>
<p>2. Nosies niežėjimą, džiūvimą ar dirginimą</p> <p>Ne ... 0</p> <p>Taip, kartais ... 1</p> <p>Taip, kelis kartus per savaitę ... 2</p> <p>Taip, kiekvieną dieną ... 3</p>	<p>7. Dusulį</p> <p>Ne ... 0</p> <p>Taip, kartais ... 1</p> <p>Taip, kelis kartus per savaitę ... 2</p> <p>Taip, kiekvieną dieną ... 3</p>
<p>3. Užsikimšusią nosį ar slogą</p>	<p>8. Sunkų kvėpavimą</p>

Ne ... 0	Ne ... 0
Taip, kartais ... 1	Taip, kartais ... 1
Taip, kelis kartus per savaitę ... 2	Taip, kelis kartus per savaitę ... 2
Taip, kiekvieną dieną ... 3	Taip, kiekvieną dieną ... 3
4. Gerklės džiovimą ar dirginimą	9. Sausą rankų odą
Ne ... 0	Ne ... 0
Taip, kartais ... 1	Taip, kartais ... 1
Taip, kelis kartus per savaitę ... 2	Taip, kelis kartus per savaitę ... 2
Taip, kiekvieną dieną ... 3	Taip, kiekvieną dieną ... 3
5. Užkimusį balsą	10. Sausą ar paraudusią veido odą
Ne ... 0	Ne ... 0
Taip, kartais ... 1	Taip, kartais ... 1
Taip, kelis kartus per savaitę ... 2	Taip, kelis kartus per savaitę ... 2
Taip, kiekvieną dieną ... 3	Taip, kiekvieną dieną ... 3
11. Nuovargį	13. Sunkumą susikoncentruoti
Ne ... 0	Ne ... 0
Taip, kartais ... 1	Taip, kartais ... 1
Taip, kelis kartus per savaitę ... 2	Taip, kelis kartus per savaitę ... 2
Taip, kiekvieną dieną ... 3	Taip, kiekvieną dieną ... 3
12. Galvos skausmą	14. Pykinimą
Ne ... 0	Ne ... 0
Taip, kartais ... 1	Taip, kartais ... 1
Taip, kelis kartus per savaitę ... 2	Taip, kelis kartus per savaitę ... 2

Taip, kiekvieną dieną ... 3	Taip, kiekvieną dieną ... 3
-----------------------------	-----------------------------

3. lentelė. Informacija apie respondentų sveikatą

Ar per pastaruosius 3 mėnesius Jūs:			
	Taip	Ne	Nežinau
Slogavote	0	1	2
Buvote peršalęs(-usi).....	0	1	2
Sirgote sinusitu	0	1	2
Kitos ligos			
	Taip	Ne	Nežinau
Ar Jūs esate sirgę			
Astma	0	1	2
Nosies gleivinės uždegimu	0	1	2
Dažnai pasikartojančiu bronchitu	0	1	2
Ar jūs esate alergiškas ar labai jautrus			
	Taip	Ne	Nežinau
Žiedadulkėms	0	1	2
Gyvūnams (katėms, šunims ir t. t.)	0	1	2
Dulkių erkėms	0	1	2
Pelėsiams	0	1	2
Kitam	0	1	2
Kam			

4 lentelė. Respondentų darbinės atmosferos vertinimas (jei tai per daug asmeniška, galite nepildyti)

Bendras Jūsų darbinės atmosferos įvertinimas

A. Ar Jūs manote, kad Jūsų darbas įdomus?				
nepaprastai	labai	šiek tiek	nelabai	neįdomus
įdomus	įdomus	įdomus	įdomus	
1	2	3	4	5

B. Kaip Jūs manote, ar Jūsų darbas labai sunkus (protiškai)?				
nepaprastai sunkus 1	labai sunkus 2	šiek tiek sunkus 3	nelabai sunkus 4	nesunkus 5
C. Ar Jūs turite daug darbo?				
nepaprastai daug 1	labai daug 2	iš dalies 3	nelabai daug 4	labai mažai 5
D. Ar Jūs turite pakankamai laiko ir lėšų, kad Jūsų darbas būtų atliktas Jus tenkinančiu būdu?				
nepaprastai daug 1	labai daug 2	šiek tiek 3	nelabai 4	visiškai ne 5
E. Kokia nuotaika ir psichosocialinė aplinka vyrauja Jūsų darbe?				
labai gera 1	gera 2	nelabai gera 3	bloga 4	labai bloga 5
F. Ar Jūsų kolegos padeda spręsti darbe iškilusias problemas?				
visada 1	dažnai 2	kartais 3	retai 4	niekada 5
G. Kaip Jūs manote, ar jūsų pastangos yra vertinamos?				
labai 1	iki tam tikros ribos 2	šiek tiek 3	nelabai 4	visiškai ne 5

5 lentelė. Aplinkos parametru įvertinimas**Ar per pastaruosius 3 mėnesius Jūs patyrėte diskomfortą savo darbo vietoje dėl:**

	Ne	Taip, kartais	Taip, kelis kartus per savaitę	Taip, kiekvieną dieną
A. Skersvėjo	0	1	2	3
B. Per aukštos oro temperatūros	0	1	2	3
C. Kintančios oro temperatūros	0	1	2	3
D. Per žemos oro temperatūros	0	1	2	3
E. Tvankaus oro	0	1	2	3
F. Sauso oro	0	1	2	3
G. Nemalonių kvapų	0	1	2	3
H. Statinio elektros krūvio	0	1	2	3
I. Tabako dūmų	0	1	2	3
J. Triukšmo, esančio biure	0	1	2	3
K. Triukšmo, sklindančio iš kitų biurų	0	1	2	3
L. Triukšmo, sklindančio iš lauko	0	1	2	3
M. Prasto apšvietimo	0	1	2	3
N. Atspindžių	0	1	2	3
O. Nešvaros ir dulkių	0	1	2	3
P. Šalantį kojų	0	1	2	3
Q. Erdvės trūkumo	0	1	2	3

Priedas Nr. 2 Šilumos nuostoliai per atitvaras

Patal pa, temp. °C	Atitvaros					Pataisa $k_a \times b_a$	Pataisa dėl			SŠN per atitva. $\sum H_{el}$	SŠN per atitvara s $\sum H_{el} =$ $H_{en},$ W/K	SŠN per ilginis šilum. tiltelius $H_\psi,$ W/K	SŠN dėl vėdinimo ir inf. $H_v,$ W/K	$\sum H,$ W/K	$(\theta_i -$ $\theta_e),$ °C	Šildymo galia $P_h,$ W
	Paviršius/ orientacija	Matmenys, m		Plotas m^2	U, W/m^2 K		Atitvar. Orienta. Δk_0	Šildymo prieaisų rūšies Δk_n	1+ $\sum \Delta k$							
		Plotis	Aukštis													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	Siena/P	2,50	3,60	3,25	0,25	0,5	0	0	1	0,41	10,48	0,48	3,00	13,96	34	474,74
	Siena/R	2,00	3,50	7,00	0,25	0,5	0	0	1	0,88						
	Durys/P	2,50	2,30	5,75	1,6	1	0	0	1	9,20						
102	Siena/Š	5,63	3,60	15,98	0,25	0,5	0,05	0	1,05	2,10	11,53	0,47	12,46	24,46	34	831,79
	Siena/R	8,00	3,60	28,80	0,25	0,5	0	0	1	3,60						
	Langas/Š	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0,05	0	1,05	5,84						
103	Siena/Š	14,76	3,60	14,64	0,25	0,5	0,05	0	1,05	1,92	107,21	3,54	120,20	230,95	34	7852,30
	Siena/P	13,09	3,60	12,91	0,25	0,5	0	0	1	1,61						
	Siena/V	8,00	3,60	26,70	0,25	0,5	0	0	1	3,34						
	Langas/Š	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0,05	0	1,05	52,52						
	Langas/P	12,00	2,85	34,20	1,3	1	0	0	1	44,46						
	Durys/V	1,00	2,10	2,10	1,6	1	0	0	1	3,36						
105	Siena/P	4,42	3,50	11,18	0,25	0,5	0	0	1	1,40	8,24	0,45	14,83	23,52	34	799,59
	Durys/P	1,50	2,85	4,28	1,6	1	0	0	1	6,84						
201	Siena/Š	5,63	3,60	15,98	0,25	0,5	0,05	0	1,05	2,10	17,91	0,92	15,75	34,58	34	1175,78
	Siena/R	8,00	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/P	3,00	3,60	10,80	0,25	0,5	0	0	1	1,35						
	Langas/Š	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0,05	0	1,05	5,84						
	Langas/R	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0	0	1	5,56						

2 priedas. Tęsinys

203	Siena/Š	14,76	3,60	14,64	0,25	0,5	0,05	0	1,05	1,92	114,22	4,14	132,10	250,46	34	8515,78
	Siena/P	17,50	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/V	8,00	3,60	26,70	0,25	0,5	0	0	1	3,34						
	Langas/Š	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0,05	0	1,05	52,52						
	Langas/P	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0	0	1	50,02						
	Durys/V	1,00	2,10	2,10	1,6	1	0	0	1	3,36						
301	Siena/Š	5,63	3,60	15,98	0,25	0,5	0,05	0	1,05	2,10	17,91	0,92	15,73	34,56	34	1174,90
	Siena/R	8,00	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/P	3,00	3,60	10,80	0,25	0,5	0	0	1	1,35						
	Langas/Š	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0,05	0	1,05	5,84						
	Langas/R	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0	0	1	5,56						
303	Siena/Š	14,76	3,60	14,64	0,25	0,5	0,05	0	1,05	1,92	114,22	4,14	131,93	250,29	34	8509,89
	Siena/P	17,50	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/V	8,00	3,60	26,70	0,25	0,5	0	0	1	3,34						
	Langas/Š	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0,05	0	1,05	52,52						
	Langas/P	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0	0	1	50,02						
	Durys/V	1,00	2,10	2,10	1,6	1	0	0	1	3,36						
401	Siena/Š	5,63	3,60	15,98	0,25	0,5	0,05	0	1,05	2,10	20,40	0,92	15,70	37,02	34	1258,79
	Siena/R	8,00	3,60	0,00	0,25	0,5	0	0	1	5,56						
	Siena/P	3,00	3,60	10,80	0,25	0,5	0	0	1	1,35						
	Langas/Š	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0,05	0	1,05	5,84						
	Langas/R	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0	0	1	5,56						
403	Siena/Š	14,76	3,60	14,64	0,25	0,5	0,05	0	1,05	1,92	114,22	4,14	131,76	250,13	34	8504,28
	Siena/P	17,50	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/V	8,00	3,60	26,70	0,25	0,5	0	0	1	3,34						
	Langas/Š	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0,05	0	1,05	52,52						
	Langas/P	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0	0	1	50,02						
	Durys/V	1,00	2,10	2,10	1,6	1	0	0	1	3,36						

2 priedas. Tęsinys

501	Siena/Š	5,63	3,60	15,98	0,25	0,5	0,05	0	1,05	2,10	17,91	0,92	15,68	34,51	34	1173,22
	Siena/R	8,00	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/P	3,00	3,60	10,80	0,25	0,5	0	0	1	1,35						
	Langas/Š	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0,05	0	1,05	5,84						
	Langas/R	1,50	2,85	4,28	1,3	1	0	0	1	5,56						
503	Siena/Š	14,76	3,60	14,64	0,25	0,5	0,05	0	1,05	1,92	114,22	4,14	131,60	249,96	34	8498,67
	Siena/P	17,50	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/V	8,00	3,60	26,70	0,25	0,5	0	0	1	3,34						
	Langas/Š	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0,05	0	1,05	52,52						
	Langas/P	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0	0	1	50,02						
	Durys/V	1,00	2,10	2,10	1,6	1	0	0	1	3,36						
601	Siena/Š	5,63	3,60	15,75	0,25	0,5	0,05	0	1,05	2,07	18,45	0,92	15,65	35,02	34	1190,81
	Siena/R	8,00	3,60	24,30	0,25	0,5	0	0	1	3,04						
	Siena/P	3,00	3,60	10,80	0,25	0,5	0	0	1	1,35						
	Langas/Š	1,50	3,00	4,50	1,3	1	0,05	0	1,05	6,14						
	Langas/R	1,50	3,00	4,50	1,3	1	0	0	1	5,85						
603	Siena/Š	14,76	3,60	14,64	0,25	0,5	0,05	0	1,05	1,92	114,22	4,14	131,43	249,80	34	8493,07
	Siena/P	17,50	3,60	24,53	0,25	0,5	0	0	1	3,07						
	Siena/V	8,00	3,60	26,70	0,25	0,5	0	0	1	3,34						
	Langas/Š	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0,05	0	1,05	52,52						
	Langas/P	13,50	2,85	38,48	1,3	1	0	0	1	50,02						
	Durys/V	1,00	2,10	2,10	1,6	1	0	0	1	3,36						
58453,62																

Priedas Nr. 3 Šilumos nuostoliai per ilginius tiltelius

Patalpa , temp., °C	Šiluminis tiltelis, orientacija	ψ , W/mK	l,m	Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisos dėl			SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H_ψ , W/K	ΣH_ψ , W/K
					atitv. Orientacija Δk_o	šildymo priedaisų rūšies Δk_h	$1+\Sigma \Delta k$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
101	Sienos išor.kampas/PR	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,48
	Durys/P	0,05	9,60	1	0,00	0,00	1,00	0,48	
102	Sienos išor.kampas/ŠR	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	0,47
	Langas/Š	0,05	9,00	1	0,05	0,00	1,05	0,47	
103	Sienos išor.kampas/ŠV	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	3,54
	Sienos išor.kampas/PV	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	33,00	1	0,05	0,00	1,05	1,73	
	Langas/P	0,05	30,00	1	0,00	0,00	1,00	1,50	
	Durys/V	0,05	6,2	1	0,00	0,00	1,00	0,31	
105	Sienos išor.kampas/P	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,45
	Durys/P	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
201	Sienos išor.kampas/ŠR	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	0,92
	Sienos išor.kampas/PR	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	9,00	1	0,05	0,00	1,05	0,47	
	Langas/R	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
203	Sienos išor.kampas/ŠV	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	4,14
	Sienos išor.kampas/PV	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	33,00	1	0,05	0,00	1,05	1,73	
	Langas/P	0,05	33,00	1	0,00	0,00	1,00	1,65	
	Langas/P	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
	Durys/V	0,05	6,20	1	0,00	0,00	1,00	0,31	
301	Sienos išor.kampas/ŠR	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	0,92
	Sienos išor.kampas/PR	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	9,00	1	0,05	0,00	1,05	0,47	
	Langas/R	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
303	Sienos išor.kampas/ŠV	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	4,14
	Sienos išor.kampas/PV	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	33,00	1	0,05	0,00	1,05	1,73	
	Langas/P	0,05	33,00	1	0,00	0,00	1,00	1,65	
	Langas/P	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
	Durys/V	0,05	6,20	1	0,00	0,00	1,00	0,31	

3 Priedas. Tęsinys

401	Sienos išor.kampas/ŠR	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	0,92
	Sienos išor.kampas/PR	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	9,00	1	0,05	0,00	1,05	0,47	
	Langas/R	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
403	Sienos išor.kampas/ŠV	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	4,14
	Sienos išor.kampas/PV	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	33,00	1	0,05	0,00	1,05	1,73	
	Langas/P	0,05	33,00	1	0,00	0,00	1,00	1,65	
	Langas/P	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
	Durys/V	0,05	6,20	1	0,00	0,00	1,00	0,31	
501	Sienos išor.kampas/ŠR	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	0,92
	Sienos išor.kampas/PR	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	9,00	1	0,05	0,00	1,05	0,47	
	Langas/R	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
503	Sienos išor.kampas/ŠV	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	4,14
	Sienos išor.kampas/PV	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	33,00	1	0,05	0,00	1,05	1,73	
	Langas/P	0,05	33,00	1	0,00	0,00	1,00	1,65	
	Langas/P	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
	Durys/V	0,05	6,20	1	0,00	0,00	1,00	0,31	
601	Sienos išor.kampas/ŠR	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	0,92
	Sienos išor.kampas/PR	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	9,00	1	0,05	0,00	1,05	0,47	
	Langas/R	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
603	Sienos išor.kampas/ŠV	0,00	3,60	1	0,05	0,00	1,05	0,00	4,14
	Sienos išor.kampas/PV	0,00	3,60	1	0,00	0,00	1,00	0,00	
	Langas/Š	0,05	33,00	1	0,05	0,00	1,05	1,73	
	Langas/P	0,05	33,00	1	0,00	0,00	1,00	1,65	
	Langas/P	0,05	9,00	1	0,00	0,00	1,00	0,45	
	Durys/V	0,05	6,20	1	0,00	0,00	1,00	0,31	

Priedas Nr. 3 Šilumos nuostoliai dėl vėdinimo ir infiltracijos

Patalpa	Oro kaita n., h ⁻¹	Plotas A _p , m ²	h, m	Δk _c	Δk _b	N	N _i	√N	kg	L _{tv} , m ³ /h	c x pi	SŠN dėl vėdinimo ir inf. H _v , W/K
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
101	0,3	3,75	3,6	1,1	-0,1	6	1	2,449	0,061	4,255	0,34	1,447
102	0,3	13,2	3,6	1,1	-0,1	6	1	2,449	0,061	14,978	0,34	5,092
103	0,3	94,51	3,6	1,1	-0,1	6	1	2,449	0,061	107,238	0,34	36,461
105	0,3	13,14	3,6	1,1	-0,1	6	1	2,449	0,061	14,910	0,34	5,069
201	0,3	15,55	3,6	1,1	-0,1	6	2	2,449	0,041	17,305	0,34	5,884
203	0,3	104	3,6	1,2	-0,1	6	2	2,449	0,041	126,258	0,34	42,928
301	0,3	15,55	3,6	1,1	-0,1	6	3	2,449	0,020	16,965	0,34	5,768
303	0,3	104	3,6	1,1	-0,1	6	3	2,449	0,020	113,467	0,34	38,579
401	0,3	15,55	3,6	1,1	-0,1	6	4	2,449	0,000	16,626	0,34	5,653
403	0,3	104	3,6	1,1	-0,1	6	4	2,449	0,000	111,197	0,34	37,807
501	0,3	15,55	3,6	1,1	-0,1	6	5	2,449	-0,020	16,287	0,34	5,537
503	0,3	104	3,6	1,1	-0,1	6	5	2,449	-0,020	108,927	0,34	37,035
601	0,3	15,55	3,6	1,2	-0,1	6	6	2,449	-0,041	17,397	0,34	5,915
603	0,3	104	3,6	1,2	-0,1	6	6	2,449	-0,041	116,353	1,34	155,913
Suma:												389,088

Priedas Nr. 4 Medžiagų žiniaraštis

Eil.Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Kiekis	Pastabos
Šildymo/vėsinimo sistema				
1	Šilumos siurblys su aušinimo funkcija Aquaciat 302 A. 2270x2123 mm.	kompl.	1	-
2	Fon coil 600x600	vnt	36	-
3	Termometras	vnt	14	-
4	Manometras	vnt	11	-
5	Uždarymo sklendė DN24	vnt	144	-
6	Apsauginis vožtuvas	vnt	144	-
7	Filtras	vnt	36	-
8	Balansinis vožtuvas	vnt	36	-
9	Vandens išleidimo ventilis D16	vnt	36	-
10	Grijtančios temperatūros ribotuvai	vnt	36	-
11	Kompensacinė pakraščių juosta	m	353,45	-
12	Vamzdžių šiluminė izoliacija D32	m	92,4	-
13	Tas pats, D26	m	64,8	-
14	Tas pats, D20	m	17,1	-
15	Tas pats, D18	m	13,68	-
16	Tas pats, D16	m	165,47	-
17	Išsiplėtimo indas 20l šildymo sistemai, P=10 bar. Terpė-vanduo.	kompl.	1	-

Vėdinimo sistema				
1	Vėdinimo įrenginys su šilumograža L=6012 . Tiekiamo oro filtrai F7 klasės.	vnt	1	-
2	Stoginis ventiliatorius Ø250	vnt	1	-
3	Triukšmo slopintuvas Ø350, l=600 mm. Medžiaga: perforuota aliuminio folija su garso izoliacija, padengta polietileno apvaskalu.	vnt	2	-
4	Ventiliatorinis konvektorius 600x600	vnt	36	-
5	Rankinė reguliavimo sklendė Ø350	vnt	1	-
6	Priešgaisrinė sklendė E30 atsparumo ugniai klasė Ø350	vnt	12	-
7	Cinkuotos skardos ortakis Ø100	m	95,00	-
8	Tas pats, Ø150	m	33,00	-
9	Tas pats, Ø160	m	154,00	-
10	Tas pats, Ø250	m	50,00	-
11	Tas pats, Ø350	m	24,00	-
12	Cinkuotos skardos alkūnė 90° Ø350	vnt	3	-
13	Tas pats, 90° Ø250	vnt	1	-
14	Tas pats, 90° Ø100	vnt	12	-
15	Tas pats, 30° Ø100	vnt	36	-
16	Cinkuotos skardos trišakis, Ø250	vnt	6	-
17	Cinkuotos skardos perėjimas 350x250	vnt	6	-
18	Tas pats, 250x150	vnt	6	-
19	Tas pats, 150x100	vnt	36	-
20	Tas pats, 250x160	vnt	18	-
21	Ugnies vožtuvas EI-45 su išsilydančiu elementu nuo 70°C temp. 100°C	vnt	6	-
22	Ugnies vožtuvas EI-45 su išsilydančiu elementu nuo 70°C temp.250°C	vnt	1	-
23	Atbulinis vožtuvas ovaliam ortakiui Ø100	vnt	36	-
24	Akmens vatos demblis su aliuminio folija 50mm	m	50	-
25	Šalinimo difuzorius Ø100	vnt	53	-
26	Kanalinis ventiliatorius Ø100, -216 m³/h	vnt	1	-
27	Sistemos davikliai	vnt	30	-
28	Papildomos medžiagos ortakių tvirtinimui	kompl	1	-
Drėkinimo sistema				
1	Švaraus vandens tiekimo įrenginys. 600x400x400 mm.	vnt	1	-
2	Suslėgto oro tiekimo įrenginys HighPur 60. Tiekimas-60kg/h. 720W. 60x400x400mm.	vnt	1	-
3	Valdymo blokas	vnt	2	-
4	Centrinis valdymo blokas 228x202x65 mm	vnt	6	-
5	Patalpos valdymo blokas 185x110x55 mm	vnt	24	-
6	Švaraus oro purkštuvai 120x370x300 mm. Tiekimas-4kg/h.	vnt	29	-
7	Tiekimo vamzdžiai	m	150	-

4 Priedas. Tęsinys

8	Uždarymo ventilis Ø20	vnt	29	
9	Purvarinkis	vnt	29	
Įrengimo darbai				
1	Ventiliatorinio konvektoriaus montavimas	vnt	36	-
2	Vamzdynų nuo Ø16 iki Ø20 mm montavimas	m	196,25	
3	Vamzdynų nuo Ø26 iki Ø32 mm montavimas	m	157,2	
4	Vamzdynų nuo Ø16 iki Ø20 mm izoliavimas	m	196,25	
5	Vamzdynų nuo Ø26 iki Ø32 mm izoliavimas	m	157,2	
6	Šildymo sistemos praplovimas	kompl	1	
7	Šildymo sistemos hidraulinis bandymas	kompl	1	
8	Šildymo sistemos reguliavimas	kompl	1	-
9	Šildymo sistemos šiluminis bandymas	kompl.	1	-
10	Vėdinimo įrenginio montavimas ir aprišimas	kompl	1	-
11	Ortakių nuo Ø200 iki Ø350 montavimas	kompl	1	-
12	Ortakių nuo Ø100 iki Ø160 montavimas	kompl	1	-
13	Ortakių izoliavimas	kompl	1	-
14	Vėdinimo sistemos paleidimo darbai	kompl	1	-
15	Drėkinimo sistemos montavimas	kompl.	1	-
16	Drėkinimo sistemos paleidimas	kompl.	1	-

Priedas Nr. 5 Vėdinimo sistemos sąmata

Nr.	Pavadinimas	Mato vnt.	Kiekis	Vieneto kaina, Eur	Suma, Eur
1	Švaraus vandens tiekimo įrenginys. 600x400x400 mm.	vnt	1	4 950,00 €	4 950,00 €
2	Suslėgto oro tiekimo įrenginys HighPur 60. Tiekimas-60kg/h. 720W. 60x400x400mm.	vnt	1	4 950,00 €	4 950,00 €
3	Valdymo blokas	vnt	2	111,99 €	223,98 €
4	Centrinis valdymo blokas 228x202x65 mm	vnt	6	89,99 €	539,94 €
5	Patalpos valdymo blokas 185x110x55 mm	vnt	24	49,95 €	1 198,80 €
6	Švaraus oro purkštuvai 120x370x300 mm. Tiekimas-4kg/h.	vnt	29	259,00 €	7 511,00 €
7	Tiekimo vamzdžiai 20	m	150	0,66 €	99,00 €
8	Uždarymo ventilis 20	vnt	29	4,34 €	125,86 €
9	Purvarinkis	vnt	29	99,00 €	2 871,00 €
10	Įrenginių montavimas	žm.val.	42,6	5,39 €	229,61 €
11	Valdymo blokų montavimas	žm.val.	16	4,89 €	78,24 €
12	Purkštuvų montavimas	žm.val.	35	5,39 €	188,65 €
13	Vamzdžių montavimas (20)	žm.val.	75	4,77 €	357,75 €
14	Sistemos paleidimo darbai	žm.val.	1	52,36 €	52,36 €
15	Papildomų medžiagų vertė 3%				701,29 €
16	Papildomų mechanizmų vertė 3%				674,09 €
17	Statybvietės išlaidos 9%				2 227,64 €

5 Priedas. Tęsinys

18	Darbo užmokestis 25%				4 078,82 €	
19	Papildomas darbo užmokestis 8%				233,76 €	
20	Soc. Draudimas 31%				1 264,44 €	
21	Pridėtinės išlaidos 30%				1 223,65 €	
22	Pelnas 5%				1 168,81 €	
					Suma:	34 948,70 €
					PVM:	7 339,23 €
					Suma su PVM:	42 287,92 €