



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS**

Kęstutis Kandrotas

**DRAUGIŠKO APLINKAI PASTATO ŠILDYMO IR
VĒDINIMO SISTEMŲ PROJEKTAVIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Valdas Paukštys

Asist. Jurgita Černeckienė

KAUNAS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
(parašas) Dr. Andrius Jurelionis (data)

DRAUGIŠKO APLINKAI PASTATO ŠILDYMO IR
VĖDINIMO SISTEMŲ PROJEKTAVIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Pastatų inžinerinės sistemos (kodas 621H24001)

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

(parašas) Asist. Jurgita Černeckienė
(data)

Recenzentas
(parašas) Doc. dr. Vardenis Pavardenis
(data)

Projektą atliko
(parašas) Kęstutis Kandrotas
(data)

KAUNAS, 2016

Projektą atliko SPM-4 gr. studentas:

Kęstutis Kandrotas
vardas, pavardė

parašas, data

Konsultantai:

Architektūrinė dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Ekonominė dalis

Odeta Viliūnienė
vardas, pavardė

parašas, data

Grafinė dalis

Valdas Paukštys
vardas, pavardė

parašas, data

Konstrukcijų skaičiavimo dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Technologijų ir organizavimo dalis

vardas, pavardė

parašas, data

Darbų saugos dalis

vardas, pavardė

parašas, data

**PARENGTO BAIGIAMOJO DARBO SAVARANKIŠKUMO
PATVIRTINIMAS**

Patvirtinu, kad parengtas magistro baigiamasis darbas

„Draugiško aplinkai pastato šildymo ir vėdinimo sistemos projektavimas“

(įrašyti pavadinimą)

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Data

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

STATYBOS IR ARCHITEKTŪROS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGINIŲ SISTEMŲ KATEDRA

Magistro baigiamasis darbas

DRAUGIŠKO APLINKAI PASTATO ŠILDYMO IR VĒDINIMO SISTEMŲ PROJEKTAVIMAS

Kęstutis Kandrotas

Magistriniame darbe literatūros analizės ir NRG3 programos skaičiavimais, parinktas šilumos šaltinis, kuris mažiausiai teršia aplinką. Darbo tikslas – suprojektuoti šildymo ir vėdinimo sistemas daugiabučiui namui, parinkti ir suskaičiuoti reikalingas medžiagas bei įrengimus inžinerinių sistemų įrengimui. Parenkami šildymo prietaisai, šilumos šaltinis – šilumos siurblys kombinuotas su šilumos tinklais, bei vėdinimo sistemos įrenginiai su reikalinga armatūra. Suprojektavus sistemas sudaroma vėdinimo sistemų kiekių žiniaraštis ir sąmata.

Reikšminiai žodžiai (iki 8 žodžių): Draugiškas aplinkai, daugiabutis, šilumos siurblys, CO₂, šildymas, vėdinimas.

KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

DEPARTMENT OF BUILDING ENERGY SYSTEM

Bachelor (Master) final work

HEATING AND VENTILATION SYSTEMS OF ENVIRONMENT FRIENDLY BUILDING

Vardas Pavardė Kęstutis Kandrotas

The Master thesis uses analysis of literature and calculations made by the NRG3 software to select a heating source which has the least negative impact on the environment. This paper aims to design heating and ventilation systems for a block of flats building, to choose and quantify the materials and devices needed for the establishment of the engineering systems. The heating devices and the heating source are selected - heat pump in tandem with heating networks and ventilation system devices with corresponding fittings. Having designed these systems, the register and estimate of the ventilation system is compiled.

Keywords (up to 8 words): Environment friendly, heat pump, block of flats building, CO₂, heating, ventilation

TURINYS

ĮVADAS.....	8
1. TIRIAMOJI DALIS.....	9
1.1. Tyrimo objektas.....	10
1.2. Pastato konstrukcijų šilumos nuostoliai.....	11
1.3. Sienų šilumos perdavimo koeficientas.....	11
1.4. Šilumos šaltinis.....	16
1.5. Šilumos siurblys gruntas/vanduo.....	17
2. TEISINIO REGLAMENTAVIMO DALIS.....	18
2.1. Bendriniai reikalavimai.....	18
2.2. Šildymo sistemos projektavimo reikalavimai.....	18
2.3. Vėdinimo sistemos projektavimo reikalavimai.....	20
2.4. Statybos dalyviai.....	21
3. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS.....	22
3.1. Bendrieji duomenys.....	22
3.2. Duomenys apie sklypą.....	22
3.3. Architektūriniai sprendimai.....	22
3.4. Pastato stogas.....	23
3.5. Pastato langai ir durys.....	24
4. PASTATO ŠILDYMO DALIS.....	25
4.1. Pastato klimato sąlygos.....	25
4.2. Suprojektuota šildymo sistema.....	25
4.4. Sprendinius pagrindžiantys skaičiavimai.....	27
4.4.1. Šilumos nuostoliai.....	27
4.4.2. Projektinis šilumos poreikis pastato šildymui.....	33
4.4.3. Šilumos šaltinio ir šildymo prietaisų skaičiavimas ir parinkimas.....	33
4.4.4. Grindinio šildymo kontūrų skaičiavimas.....	35
4.4.5. Šildymo sistemos hidraulinė skaičiuotė.....	36
4.4.6. Cirkuliacinis siurblys šilumos siurblio sistemai.....	39
4.4.7. Išsiplėtimo indas.....	39
5. PASTATO VĒDINIMO DALIS.....	42
5.1. Bendrieji duomenys.....	42
5.2. Oro kiekių skaičiavimas.....	42
5.3. Vėdinimo sistemos.....	44
5.5 sprendinius pagrindžiantys skaičiavimai.....	46
5.5.1. Gyvenamųjų patalpų vėdinimo sistemos įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai.....	46
5.5.2. Gyvenamųjų patalpų oro tiekimo sistemos skaičiavimas.....	47
Oro vėdinimo įrenginys.....	48
6. EKONOMINĖ DALIS.....	49
6.1. Lokalinės sąmatos skaičiavimo principai.....	49
6.2. Lokalinės sąmatos sudarymas.....	49
6.3. Pagrindiniai ekonominiai rodikliai.....	49
7. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS.....	52
IŠVADOS.....	53

ĮVADAS

Šiame, Magistro baigiamajame darbe, projektuojamos daugiabučio namo Vilniuje, šildymo ir vėdinimo sistemos. Pastatas yra 6 aukštų, cokoliniame aukšte yra įėjimas į pastatą. Dalis cokolinio aukšto yra šildomas, likusioje dalyje numatomas nešildomas garažas ir dviračių saugykla. kituose aukštuose įrengti butai.

Baigiamasis darbas susideda iš projektavimo ir tiriamosios dalies. Tiriamojoje dalyje analizavau tinkamus šiam pastatui šildymo šaltinius, kad išsiaiškintčiau kuris šaltinis yra draugiškiausias aplinkai t.y. tokie šildymo šaltiniai, kurie veikimo metu į aplinką išskiria mažiausiai CO₂ dujų.

Projektuojami pastato šilumos nuostoliai yra 71,2kW. Šilumos šaltinis – geoterminis šilumos siurblys su vertikaliais kolektoriais kombinuotas kartu su Vilniaus miesto šilumos tinklais. Katilinė įrengta pastato cokoliniame aukšte. Pastato bendrųjų patalpų šildymui suprojektuota radiatorinė šildymo sistema, gyvenamosiose patalpose suprojektuotos kolektorinės grindinio šildymo sistemos.

Kiekvienam butui atskirai, projektuojamos mechaninio vėdinimo sistemos su rekuperacija. Cokoliniame aukšte numatyta įrengti atskirą vėdinimo sistemą.

Magistro baigiamajame darbe nagrinėjamos, projektuojamos inžinerinės sistemos ir reikalavimai joms, skaičiavimo, bei parinkimo principai. Pateikiami atlikti skaičiavimai pagrindžiantys pasirinkimus, aprašoma pasirinkimų metodika.

1. TIRIAMOJI DALIS

Visame pasaulyje pastatų sektorius nuolatos plečiasi, tuo pačiu didinant energijos kiekį reikalingą patenkinti pastatų naudotojų poreikius. Europos Sąjungoje esantys pastatai suvartoja maždaug apie 40% visos sunaudojamos energijos (2010/31/ES).

„Europos Komisijos dokumente „Pasaulio klimato kaitos apribojimas iki 2°C. Gairės 2020 metams ir vėliau“, išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų koncentraciją stabilizavus 450 ppmv (dalelių skaičius 1-ame milijone oro dalelių) CO₂, atsirastų 50% tikimybė neviršyti 2°C ribos. „ [http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=707].

Pastaruoju laikotarpiu Lietuvoje ir visame pasaulyje labai aktyviai vykdomi tyrimai, kaip efektyviau panaudoti atsinaujinančią energiją, kuri, kaip alternatyva galėtų padėti sutaupyti ne tik išlaidas, bet ir tausoti iškastinį kurą. Šiuo metu pastatams reikalingos medžiagos, įrengimai ir sistemos, renkamos atsižvelgiant ne tik į kainą, bet ir į jų poveikį aplinkai. „Pagal 2009 m. Europos Parlamento ir Tarybos priimtą direktyvą, skatinančią naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, Lietuva įsipareigojo užtikrinti, kad 2020 m. ne mažiau kaip 23 proc. šalies suvartojamos energijos sudarys atsinaujinančių išteklių energija.“ [http://www.smlpc.lt/print.php?lang=1&sid=92&tid=2284]. 2010/31/ES direktyvoje numatyta, kad prieš pradėdant statinių statybą, turi būti apsvairstyta galimybė naudoti atsinaujinančius išteklius pastatų aprūpinimui energija.

Šio tiriamojo darbo tikslas yra literatūros analizės metodu, remiantis, prieš tai parašytais moksliniais straipsniais ir NRG3 programos skaičiavimais palyginti skirtingus šilumos šaltinius. Skirtingų energinių klasių pastate nustatyti mažiausiai į aplinką išskiriančio CO₂ dujų, daugiabučio namo šilumos šaltinį. Taip pat, ištirti, kaip skirtingoms klasėms normuojami sienų šilumos perdavimo koeficientai įtakoja CO₂ dujų išsiskyrimus.

Darbo tikslas:

Suprojektuoti draugišką aplinkai pastatą ir alternatyvią šildymo sistemą minimizuojant į aplinką išskiriančių CO₂ dujų kiekius.

Uždaviniai:

1. Modeliuojant pastato šilumos nuostolius atitinkančius skirtingas pastatų energinio naudingumo klases parinkti ekonomiškai efektyviausią variantą;
2. Parinkti ekologiškiausią pastato šildymo sistemą.

1.1. Tyrimo objektas

Šio tyrimo objektas yra projektuojamas draugiškas aplinkai daugiabutis namas Vilniuje ir parenkamas jo šilumos šaltinis.

Pastatas yra 6 aukštų, cokoliniame aukšte yra įėjimas į pastatą. Dalis aukšto yra šildomas, likusioje dalyje įrengtas nešildomas garažas ir dviračių saugykla. Bendras pastato šildomas plotas – 2403,74m², tūris – 7571,78m³. Šio pastato atitvarų norminiai šilumos perdavimo koeficientai ir ilginiai šiluminiai tilteliai atitinka A energinio naudingumo klasės reikalavimus.

Šiame darbe bus tiriami 5 galimi šilumos šaltiniai, bei jų kenksmingų dujų išmetimo kiekiai. Atliktas tiriamasis darbas leis parinkti ekologiškiausią šildymo sistemą daugiabučiui namui.

5 šilumos šaltiniai:

- 1) Šilumos tinklai + pastato šilumos punktas;
- 2) Dujinis katilas;
- 3) Šildymas elektra;
- 4) Šilumos siurblys oras-vanduo;
- 5) Šilumos siurblys žemė-vanduo.

1.2. Pastato konstrukcijų šilumos nuostoliai

Remiantis energinio naudingumo reikalavimais (2010/31/ES), numatoma, kad nuo 2016 m. sausio 1 dienos statomi nauji pastatai turės atitikti ne žemesnę nei A energinio naudingumo klasę. Šiame darbe - tiriamasis objektas numatomas pradėti statyti ne anksčiau - nei 2016 metais, todėl šio pastato atitvaros turi būti projektuojamos tokios, kad atitiktų A energinio naudingumo klasės reikalavimus. Vienas iš pagrindinių kriterijų, lemiančių pastato energinio naudingumo klasę, yra pastato atitvarų šilumos perdavimo koeficientas.

1.1 Lenetėlė. Mažai energijos naudojančių B, A ir A+ energinio naudingumo klasės pastatų atitvarų norminės šilumos perdavimo koeficientai

Atitvaros rūšis	B klasės gyvenamieji pastatai	A klasės gyvenamieji pastatai	A+ klasės gyvenamieji pastatai
Stogai	0,16	0,10	0,09
Perdangos, kurios ribojasi su išore			
Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	0,25	0,14	0,12
Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių			
Sienos	0,20	0,12	0,11
Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros	1,6	1,00	0,85
Durys, vartai	1,6	1,00	0,85

1.3. Sienų šilumos perdavimo koeficientas

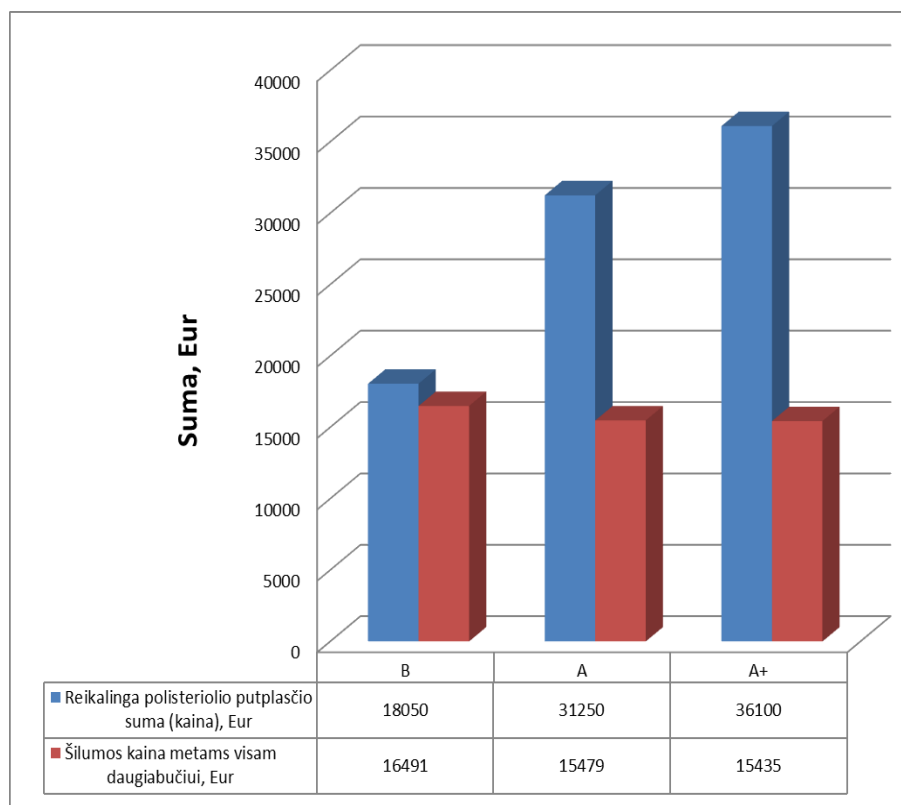
Pastato išorinės sienos sudaro apie 80% visų išorinių atitvarų, todėl jų šilumos perdavimo koeficientas turi įtakos bendriems šilumos nuostoliams. Pastato išorinės sienos mūrijamos iš silikatinė plytų (185mm.). Pastatas šiltinamas pilkšvuuju polistireniniu putplasčiu. Iš vidinės sienos pusės tinkuojama, dažoma.

Skirtingų sienos šiltinimo sluoksnių palyginimas

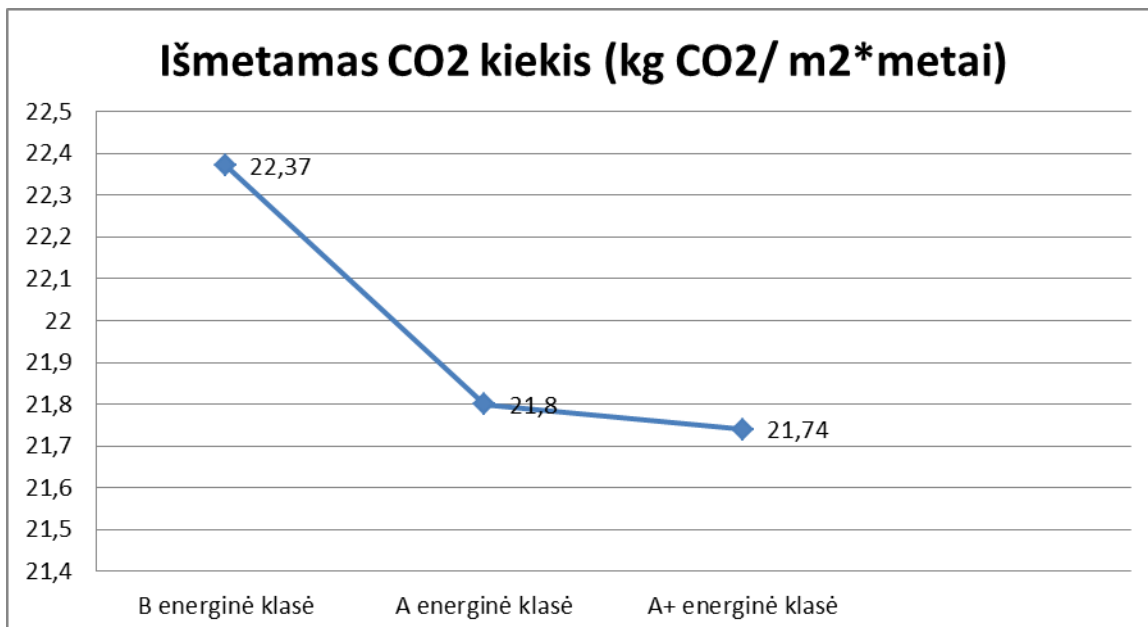
Atlikau skaičiavimus skirtingoms energinėms klasėms pagal STR 2.05.01:2013 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas“ 3,4 ir 5 lentelių normines sienų varžas, išsiaiškinti įtaką energijos sąnaudoms ir pastato išskiriamą CO₂ kiekį. Skaičiavimai pagrįsti NRG3 programos gautais duomenimis, rezultatai pateikiami 1.2 lentelėje.

1.2 Lenetelė. Skirtingų storių sienos šiltinimo sluoksnio palyginimai

Energinė klasė	B	A	A+
Sienos konstrukcijos varža, $m^2 \cdot K/W$	4,63	7,96	8,72
Šilumos perdavimo koeficientas, $W/(m^2 \cdot K)$	0,215	0,12	0,11
Šiltinimo storis, mm	190	350	380
Šiltinimui reikalinga polistireninis putplastis, m^3	361	625	722
Polisterolio putplasčio kaina, Eur/ m^3	50	50	50
Reikalinga polisterolio putplasčio suma (kaina), Eur	18050	31250	36100
Energijos sąnaudos, $kwh/m^2 \cdot metai$	108,38	101,73	101,44
Šilumos kaina (UAB „Vilniaus energija“), euro ct/kwh	6,33	6,33	6,33
Šilumos kaina metams visam daugiabučiui, Eur	16491	15479	15435
Šiltinamojo sluoksnio kainų skirtumas (vertinant tik medžiagas), Eur	-	Nuo B iki A 13200	Nuo A iki A+ 4850
Per 1 metus sutaupoma, Eur	-	1012	44
Atsipirkimas, metai	-	13,05	109,91
Pastato į aplinką išmetamas CO ₂ kiekis ($kg CO_2/ m^2 \cdot metai$)	22,37	21,8	21,74



1.1 diagrama. Reikalingų investicijų ir šilumos kainų palyginimas



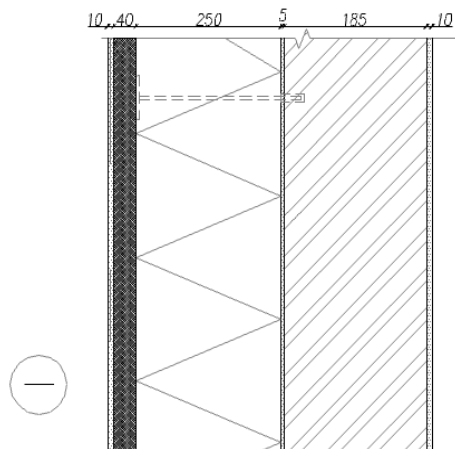
1.2 diagrama. Pastato išmetamo CO₂ kiekis

Iš 2 lentelės ir 1.1 diagramoje pateiktų rezultatų matome, jog pastato sienas šiltinant pagal A+ energinio naudingumo klasės reikalavimus, per metus sutaupoma tik 0,29 (kWh/m²), lyginant su A klase. Skaičiavime įvertinanti tik šiltinamojo sluoksnio kainą, nevertinant išaugusių montavimo, naudingo ploto sumažėjimo ir kitų papildomų kaštų. Iš 3.2 diagramos matome, jog pastato išskiriamo CO₂ kiekis taip pat sumažėjo labai nežymiai.

Šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas:

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

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



Tinkas, klijai

Silikatinių plytų mūras:

$$\lambda_{ds}=0,92 \text{ W/m} \cdot \text{K},$$

$$R_1=d/\lambda_{ds}=0,185/0,92=0,20m^2 \cdot K/W \quad [1.1]$$

Pilkšvasis polistireninis putplastis:

$$\lambda_{dec}=0,032 \text{ W/m} \cdot \text{K},$$

Šilumos laidumo koeficiento pataisa dėl papildomo medžiagos įdrėkimo konstrukcijoje $\Delta\lambda_{\omega}$, $W/(m \cdot K)$,

2 pav. Pastato sienos detalė

pagal STR 2.01.03:2009 „Statybinių medžiagų ir gaminių šiluminių techninių dydžių deklaruojamos ir projektinės vertės“ 2 lentelę $\Delta\lambda_{\omega} = 0,002 \text{ W}/(m \cdot K)$. Šilumos konvekcijos poveikio koeficientas $K_{cv} = 0$ (pagal STR 2.01.03:2009 5 lentelę, termoizoliacinio sluoksnio medžiagos grupė pagal oro pralaidumą $l < 60$, $m^3 / (m \cdot s \cdot Pa)$, termoizoliaciniai gaminiai mechaniškai pritvirtinti prie izoliuojamo paviršiaus). Pataisa dėl šilumos konvekcijos:

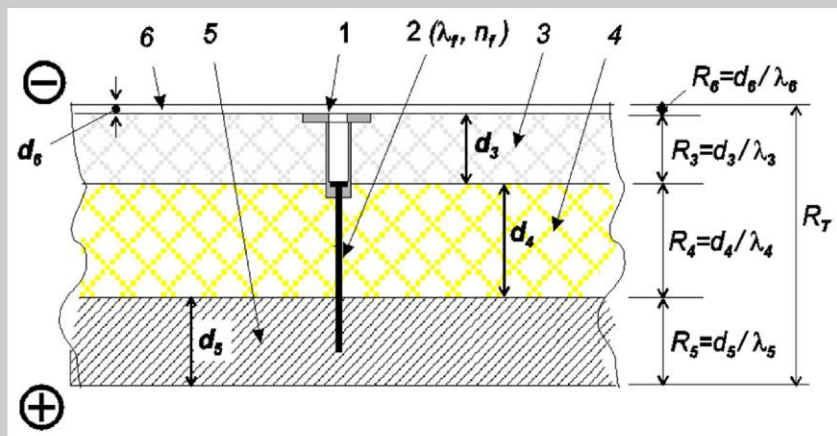
$$\Delta\lambda_{cv} = \lambda_{dec} \cdot K_{cv} = 0,032 \cdot 0 = 0 \text{ W}/(m \cdot K). \quad [1.2]$$

Projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė:

$$\lambda_{ds} = \lambda_{dec} + \Delta\lambda_{\omega} + \Delta\lambda_{cv} = 0,032 + 0,002 + 0 = 0,034 \text{ W}/(m \cdot K). \quad [1.3]$$

Norint tiksliau apskaičiuoti šiluminę varžą, reikia įvertinti tvirtinimui reikalingas smeiges. Šie skaičiavimai buvo atlikti su programa „Smeigė“, rezultato langas pateiktas žemiau esančiame 3 paveiksle.

Nevėdinamos atitvaros šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas, kai tvirtiklių šilumai laidži dalis įgilinta į termoizoliacinį sluoksnį (LST EN ISO 6946:2008 metodas)



1 – tvirtiklio plastikinis gaubtelis; 2 – tvirtiklio šilumai laidži dalis; 3 - termoizoliacinis sluoksnis „3“; 4 - termoizoliacinis sluoksnis „4“; 5 – termoizoliacijos tvirtinimą laikantis vidinis atitvaros sluoksnis (mūras, g/b perdenginys ir pan.); 6 – išorinis apdailinis atitvaros sluoksnis (tinkas ir pan.).

Atitvaros tipas:

Tvirtiklio šilumą laidžiai daliai panaudotas metalas:

n_f – tvirtiklių kiekis kvadratiniam metre, (vnt/m²):

A_f – vieno tvirtiklio šilumai laidžios dalies skerspjūvio plotas (m²):

	λ_{ds} , W/(m·K)	d, m	Sluoksnio šiluminė varža R ((m ² ·K)/W) apskaičiuojama	Sluoksnio šiluminė varža R ((m ² ·K)/W) žinoma
Atitvaros sluoksnis „3“ (d_3 įvesti būtina):	0,92	0,185	0,201	
Atitvaros sluoksnis „4“ (d_4 įvesti būtina):	0,034	0,35	10,294	
Atitvaros sluoksnis „5“:			0,000	
Atitvaros sluoksnis „6“:			0,000	

R_T , (m²·K)/W:

ΔU , W/(m²·K):

Atitvaros šilumos perdavimo koeficientas U , W/(m²·K):

Skerspjūvio plotu skaičiavimas:

Apskritimas:	Skersmuo, mm	<input type="text" value="8"/>	Plotas, m ²	<input type="text" value="0,00005027"/>
	a, mm	<input type="text" value=""/>	b, mm	<input type="text" value=""/>
Stačiakampis (a x b):			Plotas, m ²	<input type="text" value="0"/>

© Sudarė: E.Monstvilas
KTU Architektūros ir statybos institutas

3 pav. Skaičiavimai iš programos „Smeigė“

Sienos šiluminė varža:

$$R_T = 10,665 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$\text{Sienos šilumos perdavimo koeficientas: } U = 1/R_T + \Delta U = 1/10,665 + 0,028 = 0,122 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad [1.4]$$

1.4. Šilumos šaltinis

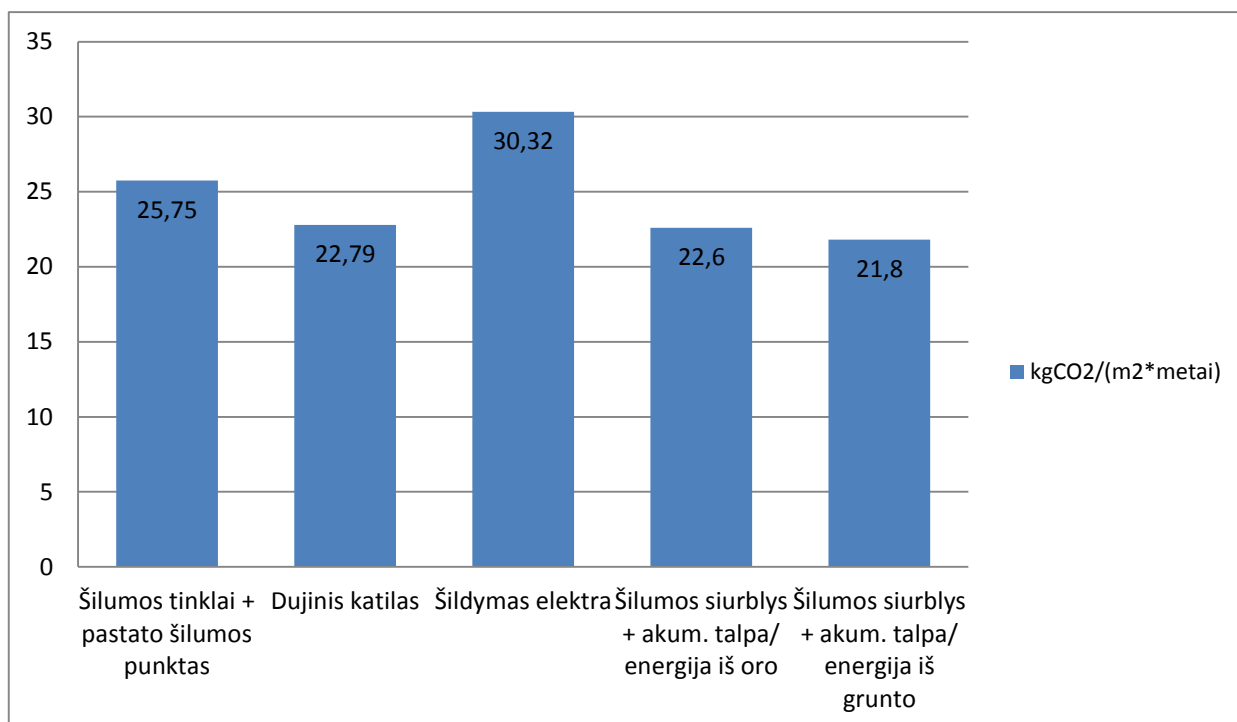
Mano magistrinio darbo tema yra orientuota į draugiško aplinkai pastato šildymo ir vėdinimo sistemas, o vienas iš pagrindinių vertinimo kriterijų yra išskiriamas į aplinką CO₂ kiekis. Šioje programoje keičiant šilumos šaltinius analizavau, kaip nuo to priklauso CO₂ išsiskyrimai. Suvedus pastato duomenis į mokomąją NRG3 programą, buvo nustatyta, kad pastatas atitinka A energinio naudingumo klasę.

Lyginami šilumos šaltiniai pateikti 3 lentelėje:

3. lentelė. Lyginami šilumos šaltiniai.

Šilumos šaltinis	Energijos šaltinis	Reguliavimas
Šilumos tinklai + pastato šilumos punktas	Šiluma iš šilumos tinklų	Automatinis
Dujinis katilas	Gamtinės dujos	Automatinis
Šildymas elektra	Elektros įvairios gamybos būdų vidurkis	Automatinis
Šilumos siurblys + akum. talpa/ energija iš oro	Elektros įvairios gamybos būdų vidurkis	Automatinis
Šilumos siurblys + akum. talpa/ energija iš grunto	Elektros įvairios gamybos būdų vidurkis	Automatinis

Bendri pastato išskiriami CO₂ kiekiai su kiekvienu šaltiniu pavaizduoti diagramoje apačioje:



1.3 Diagrama. Pastato į aplinką išskiriamas CO₂ kiekis, su skirtingais šilumos šaltiniais

Pagal rezultatus diagramoje, matome, kad mažiausiai aplinką teršia šilumos siurblys gruntas/vanduo su akumuliacine talpa.

1.5. Šilumos siurblys gruntas/vanduo

Žemės energija yra viena iš atsinaujinančios energijos rūšių. Lietuvoje šio tipo energiją sparčiai įsisavina privatus sektorius, kuris naudoja negiliai esančią (<100m gylyje) vandeningų horizontų energiją. Iki 2007m. Lietuvoje buvo įregistruota 20MW galingumo įrenginiai. Ši sistema gali būti naudojama ne tik šildymui, bet tuo pačiu ir šiltuoju metų laikotarpiu – patalpų vėsinimui. Šios sistemos nėra universalios ir tinkamos visomis sąlygomis, todėl norint rasti optimalų sprendimą konkrečiam objektui, reikia įvertinti gausybę kriterijų.

Pagrindiniai kriterijai: atsiperkamumo laikas lyginant su kitomis šildymo sistemomis, tiekiamos šilumos iš centralizuotų tinklų siūlomos kainos ir pagaminamos šilumos kainos santykis. Šilumos siurblių tiekiamos šilumos kaina yra viena mažiausių lyginant su kitomis sistemomis.

Pagrindiniai šilumos tiekimo sistemų su šilumos siurbliais privalumai:

Automatizuotas šildymas;

Lengvai valdomas ir reguliuojamas pagal individualius poreikius.

Ekologiškas, švarus – neišmeta į aplinką kenksmingų teršalų;

Nereikia rūpintis kuru, jo saugojimo vieta;

Dabar gaminamos ir montuojamos sistemos yra ilgaamžės ir patikimai veikia.

Nors šios sistemos pasižymi aukštu naudingumo koeficientu, maža pagamintos energijos savikaina, tačiau jos turi ir trūkumų, kuriuos taip pat reikia įvertinti. Pagrindinis šios sistemos neigiamas aspektas yra didelė įrengimo kaina. To pasėkoje labai prailgėja sistemos atsiperkamumo laikas. Taip pat didelis šių sistemų trūkumas yra didelis elektros energijos suvartojimas.

Šilumos siurblių žemė - vanduo panaudojimas daugiabučiuose yra pakankamai ribotas, nes šildomas plotas ir reikiamas šilumos kiekis yra didelis. Norint įrengti horizontalius kolektorius, reikalingas didelis žemės sklypas, o įrenginėjant vertikalius kolektorius – dar labiau išbrangsta įrengimo kaina.

2. TEISINIO REGLAMENTAVIMO DALIS

2.1. Bendriniai reikalavimai

Pastate turi būti suprojektuotos ir įrengtos tokios mikroklimato, bei oro kokybės parametrus palaikančios ir reguliuojančios šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemos, kad normaliai eksploatuojant patalpas normaliomis lauko sąlygomis visose to pastato patalpų veiklos zonose, arba tik numatytose vietose, optimaliai naudojant energiją būtų galima palaikyti norminius mikroklimato, bei oro kokybės parametrus.

Skaičiuojant šildymo ir vėdinimo sistemas, reikia įvertinti:

- pastato padėtį (orientaciją pasaulio šalių atžvilgiu, ar apsaugotas nuo vėjų ir t.t.);
- pastato šilumines, orinio sandarumo, architektūrinės ir konstrukcinės ypatybes;
- šilumos, drėgmės, teršalų išsiskyrimą patalpoje nuo įrengimų, žmonių ir kt.;
- pastato konstrukcijų ir interjero medžiagas;
- klimatinės sąlygas, lauko oro kokybę;
- kitus aplinkos veiksnius (pastato padėtį tarp kitų pastatų ir pan.) ir specifinius pastato paskirties reikalavimus.

Vėdinimo ir šildymo sistemos turi turėti galimybę jas reguliuoti taip, kad patalpos veiklos zonos ar oro juntamosios temperatūros svyravimai neturėtų neigiamos įtakos žmogaus komfortui. Taip pat gyvenamuosiuose pastatuose turi būti numatyta galimybė reguliuoti tiek atskirų šildymo prietaisų, tiek visos šildymo sistemos šilumos srautus.

2.2. Šildymo sistemos projektavimo reikalavimai

Visais atvejais visi šildymo sistemos komponentai (šildymo prietaisai, vamzdynų medžiaga, išdėstymas, valdomoji ir reguliuojamoji įranga) turi atitikti gaisrinės saugos ir higienos normų reikalavimus.

Parenkant šildymo sistemą turi būti įvertinta sistemos įrengimo ir naudojimo išlaidos, šildomų patalpų gaisrinės saugos ir higienos reikalavimai.

Šildymo sistemos energijos tiekėją pasirenka statinio statytojas (užsakovas), jei pasirinkti galima pagal teritorijų planavimo dokumentus.

Projektinės patalpų temperatūros ir jų svyravimo vertės parenkamos atsižvelgiant į HN 42:2009.

Pagal, patalpų šilumos poreikį, esant lauko projektinei temperatūrai, nustatoma šildymo sistemos projektinė galia. Nustatant šildymo sistemos projektinę galią turi būti įvertinta:

- pastato šilumos nuostoliai per tiltelius ir atitvaras;
- šilumos nuostoliai dėl lauko oro infiltracijos.

Šildymo prietaisų: tipas, eksploatacinės savybės, išorinis vaizdas, šildymo paviršiaus temperatūra turi atitikti higienos normų, gaisrinės saugos taisyklių, patalpos paskirties ir joje vykšančio technologijos proceso reikalavimus. Šildymo prietaisų, atiduodamas į patalpą šilumos kiekis, turi būti pakankamas patalpų projektinei temperatūrai palaikyti. Šildymo prietaisai turi būti prieinami valyti, prižiūrėti ir remontuoti.

Grindų paviršiaus temperatūra neribojama tais atvejais, kai į grindis ar perdangas įmontuojami pavieniai šildymo sistemos vamzdžiai. Kolektoirinių sistemų vamzdžius grindyse būtina pakloti taip, kad juos būtų galima pakeisti neardant grindų.

Šildymo sistemose vartojami metaliniai, daugiasluoksniai arba plastmasiniai vamzdžiai normaliomis eksploatacijos sąlygomis, turi būti, atsparūs šilumnešio temperatūros, slėgio, šilumnešio ir atitvarų medžiagų cheminiams, taip pat išoriniams, mechaniniams poveikiui. Šildymo ir šilumos tiekimo vamzdiniai pastatuose tiesiami atvirai arba paslėptai – uždariais kanalais, nišomis, inžinerinių komunikacijų šachtomis, tuneliais arba statybinių konstrukcijų viduje, sudarant sąlygas priėjimui prie jų. Šildymo ir šilumos tiekimo vamzdžiai, kertantys pastato atitvaras, turi būti tiesiami nedegios medžiagos dėkluose. Šilumos ir šildymo tiekimo vamzdiniai pastatuose, kuriais teka vanduo turi būti klojami su nuolydžiu – ne mažiau kaip 0,002;

Šildymo ir šilumos tiekimo sistemų vamzdinių konfigūracija, armatūra ir šildymo prietaisai turi būti tokie, kad sistemos hidraulinis ir šiluminis režimas būtų patikimi visais galimais eksploataavimo režimais: įjungus ar išjungus prietaisus, šilumos vartotojui reguliuojant prietaisų šilumos galią. Šildymo sistemos atšakose ir stovuose turi būti tiek uždaromosios, hidraulinio balansavimo ir reguliuojamosios armatūros, kiek jos reikia sistemai suderinti, paleisti, reguliuoti, patogiai ir taupiai eksploatuoti.

Vandens ir garo šildymo sistemų šilumnešio vamzdynuose leidžiami didžiausi greičiai tokie, kad jais tekančio šilumnešio keliamas triukšmas neviršytų toms patalpoms leistinų triukšmo lygių, gyvenamųjų pastatų miegamuosiuose kambariuose 45dBA.

Šildymo ir šilumos tiekimo vamzdynams turi būti numatyti būdai ir priemonės orui išleisti ir vamzdynams ištuštinti, taip pat įranga šiluminiams plėtimuisi kompensuoti. Orą išleisti numatoma vandens (arba visiškai užpildytų kondensato) vamzdynų aukščiausiose

vietose ir šildymo prietaisuose, kai iš jų oras negali išeiti per vamzdyną. Šildymo ir šilumos tiekimo vamzdynų šilumos izoliacija turi būti įrengiama vadovaujantis ir įrenginių šilumos izoliacijos įrengimo taisyklėmis.

Šilumnešio išleidimo įtaisai turi būti žemiausiose vamzdynų vietose šilumos generatoriaus patalpoje arba šilumos punkte ir atskirose šildymo sistemos dalyse (šilumnešiui išleisti savitaka per įrangą, esančią bendrojo naudojimo patalpose), jeigu jo negalima išleisti šilumos punkte arba šilumos generatoriaus patalpoje. Šilumnešio išleidžiamosios armatūros neleidžiama montuoti pogrindžio kanale, jeigu jame toje vietoje nėra trapo ar kitokios įrangos išleisto šilumnešio nuvedimui. Pogrindžio kanalo nuolydis turi būti nukreiptas į šilumnešio nuvedimo įrangą.

2.3. Vėdinimo sistemos projektavimo reikalavimai

Mechaninis vėdinimas naudojamas tais atvejais, kai nėra natūralaus vėdinimo arba juo neįmanoma patalpoje išlaikyti norminių oro parametrų. Mechaninis ir natūralus vėdinimas gali veikti kartu. Pastate ir vėdinimo sistemose oro slėgis turi pasiskirstyti taip, kad normaliomis pastato naudojimo sąlygomis oras tekėtų iš švaresnių vietų į labiau užterštas. Patalpose, kur išsiskiria daug teršalų ir drėgmės, slėgis palaikomas žemesnis nei gretimų patalpų.

Tiekiamo ir šalinamo oro kiekius reglamentuoja STR 2.09.02:2005, 1 priedas.

Į patalpą turi būti tiekiamas toks švaraus oro kiekis, kad patalpos oro kokybė atitiktų sveikatos priežiūros teisės aktų reikalavimus. Į patalpą tiekiamo švaraus lauko ir recirkuliuojamo oro kiekis nustatomas toks, kad patalpose oro tarša neviršytų higienos normų, 10 % ugnies plitimo žemutinės koncentracijos ribos, Švarus oras paprastai tiekiamas į tą patalpos dalį, kur oras užterštas mažiausiai, o šalinamas ten, kur teršalai išsiskiria intensyviausiai arba jų koncentracija didžiausia. Tiekiamas į patalpą ir iš kitų patalpų atitekantis oras turi būti švaresnis už aptarnaujamą patalpą orą. Gyvenamuosiuose namuose, sandėliavimo, administracinės, prekybos ir pan. paskirties patalpose mechaniškai pašalintas oras gali būti nekompensuojamas pašildytu, kai patalpos, kurios plotas iki 50 m², ištraukiamosios sistemos veikia ne ilgiau kaip 2 val. per darbo dieną, šalindamos per tą laiką oro kiekį, ne didesnį kaip 5 patalpos tūriai.

Lauko oro ėmimo angos turi būti įrengtos taip, kad tiekiamas oras būtų kuo švaresnis. Mažiausias atstumas nuo oro imamosios angos apačios iki žemės arba jos dangos paviršiaus – 2 m, ant vejos leistina 1 m. Oro imamosios angos vieta parenkama pagal teršalų sklaidimo

atmosferoje ypatumus, reikalavimus tiekiamo oro švarumui, šalinamo oro kiekį ir jo užterštumą

Ortakiai ir kolektoriai turi būti pakankamai standūs ir gerai pritvirtinti, kad liktų sandarūs ir nejudami bet kokiomis sistemos darbo sąlygomis. Sistemų įranga ir ortakiai neturi būti gaisro ir sprogo priežastis, sprogių ir kenksmingų medžiagų sklaidimo kanalas ar židinyš. Prie tos pačios sistemos gali būti jungiamos kelios patalpos arba įrenginiai, jei nėra pavojaus arba numatoma apsauga, kad kenksmingos, degios ir sprogios medžiagos nesklisų į kitas patalpas ar įrenginius, ar joms susimaišius tarpusavyje nesusidarytų toksiškų ar pavojingų aplinkai medžiagų.

Ortakius gali kirsti tik šalto ir karšto vandentiekio bei žemos temperatūros šildymo sistemų vamzdiniai. V ir OK sistemos turi būti prieinamos išvalyti nuo dulkių ar kitų nuosėdų, jei to reikalauja atitinkamų patalpų projektavimo ar naudojimo norminiai dokumentai. Vėdinimo įrangos techninių patalpų plotas nustatomas atsižvelgus į priežiūros, remonto ir valymo poreikius. Vėdinimo įrengimai, jų patalpos ir ortakiai galimose kondensacijos vietose padengiami šilumine izoliacija.

Oro imamosios ir išmetamosios angos įrengiamos taip, kad krituliai nepakenktų pačiai vėdinimo sistemai ir statinio konstrukcijoms. Šalinamas oras turi būti išmetamas lauk taip, kad nekeltų pavojaus žmonių sveikatai, gamtai ir statiniams.

Patalpų, kuriose yra dujiniai įrenginiai, ištraukiamųjų sistemų oro šalinimo angose turi būti nepertraukiamos oro kaitos grotelės.

2.4. Statybos dalyviai

1. Statybos dalyviai yra:

- 1) statytojas (užsakovas);
- 2) tyrinėtojas;
- 3) statinio projektuotojas;
- 4) rangovas;
- 5) statinio statybos techninis prižiūrėtojas;
- 6) tiekėjas.

2. Statybos dalyviai taip pat yra statinio projektavimo valdytojas, kai statytojas (užsakovas) pasirenka statinio projektavimo valdymą kaip projektavimo organizavimo būdą, ir statinio statybos valdytojas, kai statytojas (užsakovas) pasirenka statinio statybos valdymą kaip statybos organizavimo būdą.

3. ARCHITEKTŪRINĖ DALIS

3.1. Bendrieji duomenys

Projektuojamas daugiabutis gyvenamasis namas. Pastatas statomas Vilniuje. Sklypas ribojasi su Sugiharos gatve. Šioje gatvėje yra šilumos tinklų magistralinė trasa.

Pastato ir sklypo techniniai rodikliai:

- Sklypo plotas – 11471,74 m²;
- B korpuso bendrasis plotas – 665,51 m²;
- Sklypo užstatymo plotas – 2974,51 m²;
- Užstatymo intensyvumas – 25,93 %;
- Statinio tūris 52866,32 m³;
- Pastato aukštingumas 23,30 m.

3.2. Duomenys apie sklypą

Sklypas yra stačiakampio formos, pastatas statomas sklypo viduryje. Projektuojamas įvažiavimas į sklypą iš Sugiharos gatvės. Šalia įvažiavimo į garažą, projektuojama automobilių aikštelė, kurioje numatyta 12 automobilių stovėjimo vietos. Įvažiavimas į sklypą, automobilių aikštelė ir visi takai sklype grindžiami trinkelėmis. Likusioje sklypo erdvėje sodinami dekoratyviniai medžiai, želdinama žolė.

3.3. Architektūriniai sprendimai

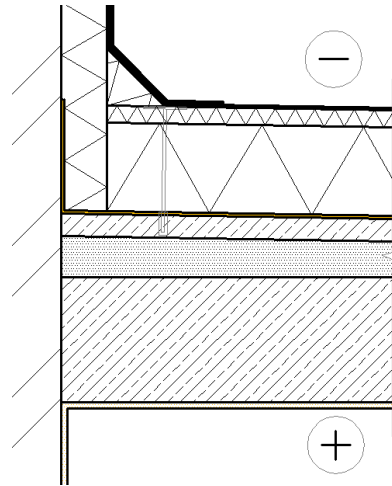
Pastato pagrindinis įėjimas orientuotas iš šiaurės pusės, taip pat į pastatą galima patekti per požeminiame garaže, pastato rytinėje pusėje, esančias duris. Rūsio grindų altitudė -3,30m. Pastate yra laiptinė ir liftas, kurie jungia skirtingus pastato aukštus. Namu laikančiosios konstrukcijos – kolonų tinklas ir laikančiosios sienos. Pastato forma – netaisyklinga, laužyta.

Pastato cokolyje įrengta vieno aukšto požeminė automobilių stovėjimo aikštelė. Jos vartai valdomi pulteliais.

3.4. Pastato stogas

Pastato stogas sutapdintas, nuolydis – 2 %. Nuolydį formuojantis sluoksnis – smėlis. Ant jo pilamas išlyginamasis sluoksnis, klojama garo izoliacija ir dedamas akmens vatos sluoksnis – Paroc ROS 30. Sluoksnio storis 30 cm. Virš jo klojamas kitas šiltinamasis sluoksnis – Paroc ROB 50, sluoksnio storis 8 cm. Pastato stogas dengiamas bitumine lakštine stogo danga, 2 sluoksniais.

Šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas



3.3 pav. Pastato stogo detalė

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

Vidinio paviršiaus šiluminė varža, kai šilumos srauto kryptis aukštyn: $R_{si}=0,10\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

1. Monolitas:

$$\lambda_{ds}=2\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K},$$

$$R_1=d/\lambda_{ds}=0,2/2=0,1\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad [3.1]$$

2. Akmens vata ROS30:

$$\lambda_{ds}=0,039\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K},$$

$$R_2=d/\lambda_{ds}=0,3/0,039=7,71\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad [3.2]$$

3. Akmens vata ROB50:

$$\lambda_{ds}=0,039\text{ W}/\text{m}\cdot\text{K},$$

$$R_2=d/\lambda_{ds}=0,08/0,039=2,05\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad [3.3]$$

Sienos šiluminė varža:

$$R=R_{se}+R_1+R_2+R_3+R_{si}=0,04+0,1+7,71+2,05+0,10=10\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W} \quad [3.4]$$

Stogo šilumos perdavimo koeficientas:

$$U=1/R=1/10=0,1\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) \quad [3.5]$$

3.5. Pastato langai ir durys

Pastato langai plastikiniai, penkių kamerų, rėmai - rudos spalvos. Pastato įėjimo durys – šarvo tipo su stiklo paketu. Sumontuotos įėjimo į butą durys - šarvo tipo, apšiltintos . Prieš gaminant gaminius, jų išmatavimus būtina patikslinti vietoje.

4. PASTATO ŠILDYMO DALIS

4.1. Pastato klimato sąlygos

Daugiabutis gyvenamasis namas statomas Vilniuje, šalčiausia penkiadienio temperatūra -23°C (esant 91 % integraliniam pasikartojimui). Metinė oro temperatūra $6,7^{\circ}\text{C}$, šildymo sezono trukmė, kai išorės temperatūra $<10^{\circ}\text{C}$ – 220 dienų. Vidutinė šildymo sezono temperatūra $0,7^{\circ}\text{C}$.

4.2. Suprojektuota šildymo sistema

Namo šildymui įrengta dvivamzdė, priverstinės cirkuliacijos, kolektorinė su individualia šilumos apskaita kiekvienam butui, grindinė šildymo sistema. Name bendro naudojimo patalpose sumontuoti plieniniai radiatoriai su įmontuotais termostatiniais ventiliais. Šildymo sistemos vamzdžiai klojami grindų dangoje, daugiasluoksniais vamzdžiais. Pagal suskaičiuotus hidraulinius nuostolius ir pratekanti šilumnešio srautą parinkti vamzdžių diametrai, atsižvelgdamas, kad slėgio nuostoliai vamzdyne būtų, kaip įmanoma mažesni.

Šilumos šaltinis – geoterminis šilumos siurblys, kombinuotas kartu su šilumos tinklų šilumos punktu. Sklypo teritorijoje yra projektuojami 6 vnt. ,vertikalaus kontūro, kolektoriai. Gręžiniai vienas nuo kito atitolę ne mažiau 10m. Šilumos siurblio galia 56,4kW.

Atskiruose butuose įrengta, kolektorinė grindinio šildymo sistema. Kiekvieno buto šilumos suvartojimus, bus galima stebėti, kiekvieno aukšto hole įrengtose kolektorių spintose. Šilumos reguliavimui kiekviename kambaryje, įrengti sieniniai termostatai. Įprastu režimu, šiluma gauta iš šilumos siurblio, bus panaudojama grindinio šildymo sistemai.

Visame cokoliniame aukte, pirmo ir antro aukštų holuose, projektuojama dvivamzdė, nelygiažiedė radiatorinė šildymo sistema.

4.3. Šilumos gavyba ir tiekimas

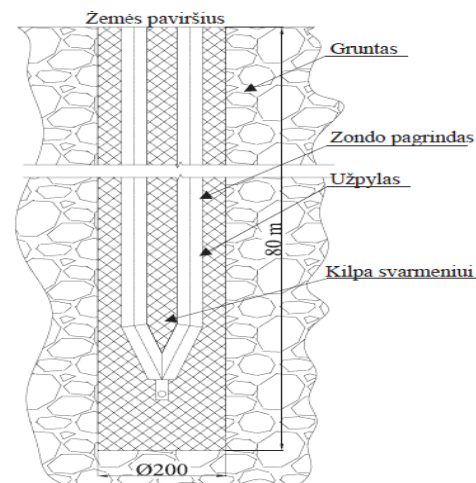
Pastate įrengta, centralizuotos šilumos tiekimo kombinuota su šilumos siurbliu, sistema. Pagrindinis šilumos gavybos elementas – šilumos siurblys gruntas/vanduo su vertikaliais kolektoriais. Jis aprūpins šilumnešiu, individualių butų grindinio šildymo sistemas, esant tinkamoms išorinės klimato sąlygoms. Energija gaunama iš centralizuotų šilumos tinklų, pastoviai tieks šilumą į bendro naudojimo patalpose esančius šildymo prietaisus.

Projektuojami 6 vnt. ~100m gylio gręžinių kai atstumas tarp jų 10m.

Gręžinys yra išgręžiamas rotaciniu būdu skalaujant.

Gręžinio diametras 0,2m, gylis apie 100m gręžinyje yra patalpinamas vertikalus „U“ formos geoterminis zondas sudarytas iš zondo pagrindo ir dviejų PE 40x2.4 vamzdžių.

Pagrindiniai eksploatacijos aspektai yra tinkamai parinkta geologinė padėtis, tai yra nustatymas grunto tipas. Šiuo atveju sklypas yra šlapio grunto. Todėl priimame kad iš dešimties gręžinio metrų galima išgauti 1kW energijos. Kiti aspektai yra taisyklingas ir atsakingas ertmės tarp geoterminio zondo ir grunto užpildymas tam tikra suspensija.



Pav. 4.1 Geoterminio gręžinio pjūvis

Esant tokioms, oro sąlygoms, prie kurių šilumos siurblys pradeda dirbti neefektyviai, šilumos siurblys išsijungia, o šilumnešį sistemai pradeda tiekti iš centralizuotų šilumos tinklų.

4.4. Sprendinius pagrindžiantys skaičiavimai

4.4.1. Šilumos nuostoliai

Pastato šildymo sistemos galia skaičiuojama remiantis Statybos techniniame reglamente STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo sistemos galia. Šilumos poreikis šildymui“ pateikta skaičiavimo metodika.

Pastato projektinė šildymo sistemos galia priklauso nuo:

- 1) Šilumos nuostolių per atitvaras (žr. 4.1. lentelę ir 2 priedą) ir šiluminius ilginius tiltelius (žr. 4.2. lentelę ir 3 priedą);
- 2) Šilumos nuostolių dėl išorės oro infiltracijos (žr. 4.3. lentelę).

Pastato savitieji šilumos nuostoliai nustatomi susumavus visų patalpų arba šildomų erdvių, kurias šildo projektuojama šildymo sistema, šilumos nuostolius (žr. 4.1. lentelę ir 2 priedą). Projektiniai šilumos nuostoliai gaunami savituosius šilumos nuostolius padauginus iš projektinių patalpos ir lauko oro temperatūrų skirtumo (žr. 4.1. lentelę ir 2 priedą).

4.4.1.1. Savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių durų varstymo

001 patalpoje:

Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių įėjimo durų varstymo H_{de} W/K apskaičiuojamas taip:

$$H_{de}=0,35*1,5*\Delta k_c*(A_{pd}/A_o)*k_{d1}*k_{d2}*(1+0,2*h) \quad [4.1]$$

čia: A_{pd} – Šildomas patalpos plotas, 13,23m²;

A_o – plotas vienam žmogui 40 (m²/žmogui);

k_{d1} –7, pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų varstymo dažnumą įvairios paskirties pastatuose, (kartai per parą/žmogui);

k_{d2} – pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų tipą. Priimame: Vienerios durys be tambūro tarp patalpų ir išorės $k_{d2} = 1$.

h – aukštis nuo patalpos grindų, kurioje yra varstomos durys, iki aukščiausiai pastate esančių šildomų patalpų lubų aukščiausio taško, 21,81m.

$$H_{de}=0,35*1,5*1*(13,23/40)*7*1*(1+0,2*21,81)=6,52 \text{ W/K} \quad [4.2]$$

003 patalpoje:

Patalpos projektiniai savitieji šilumos nuostoliai dėl išorinių įėjimo durų varstymo H_{de} W/K apskaičiuojamas taip:

$$H_{de}=0,35*1,5*\Delta k_c*(A_{pd}/A_o)*k_{d1}*k_{d2}*(1+0,2*h) \quad [4.3]$$

čia: A_{pd} – Šildomas patalpos plotas, $10,91\text{m}^2$;

A_o – plotas vienam žmogui $40\text{ (m}^2/\text{žmogui)}$;

k_{d1} – 7, pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų varstymo dažnumą įvairios paskirties pastatuose, (kartai per parą/žmogui);

k_{d2} – pataisos koeficientas, įvertinantis išorinių įėjimo durų tipą. Priimame: Vienerios durys be tambūro tarp patalpų ir išorės $k_{d2} = 1$.

h – aukštis nuo patalpos grindų, kurioje yra varstomos durys, iki aukščiausiai pastate esančių šildomų patalpų lubų aukščiausio taško, $21,81\text{m}$.

$$H_{de}=0,35*1,5*1*(10,91/40)*7*1*(1+0,2*21,81)=5,37\text{ W/K} \quad [4.4]$$

4.1 lentelė. Šilumos nuostolių skaičiavimo suvestinė

Patalpa	Temp., °C	Atitvaros				Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisa dėl			SŠN per atitvaras $H_{el},$ W/K	SŠN per atitvaras $\Sigma H_{el} =$ $H_{en},$ W/K	SŠN per ilginius šiluminius tiltelius $H_{\psi},$ W/K	SŠN dėl vėdinimo ir inf. $H_v,$ W/K	$\Sigma H,$ W/K	$(\theta_r -$ $\theta_e),$ °C	Šildymo galia P_h , W
		Pav., orient.	Matmenys, $A \times B,$ m	Plotas, m^2	$U,$ W/ m^2K		atitv. orientac. Δk_o	šildymo prietaisų rūšies Δk_h	$1 + \Sigma \Delta k$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
001	18	D/Š	1500 x 2200	3,30	0,750	1	0,05	0,02	1,07	2,65	4,88	0,75	11,85	17,48	41	716,7
		IS/Š	1900 x 2670	5,07	0,120	0,39	0,05	0,02	1,07	0,25						
		Gr	7300 x 1900	13,87	0,140	1	0	0,02	1,02	1,98						
002	18	IS/Š	2670 x 2950	7,88	0,120	0,39	0,05	0,02	1,07	0,39	4,21	0,85	3,09	8,14	41	333,8
		IS/R	7170 x 2670	19,14	0,120	0,34	0	0,02	1,02	0,80						
		Gr	7170 x 2950	21,15	0,140	1	0	0,02	1,02	3,02						
003	18	IS/R	3760 x 2670	10,04	0,120	0,34	0	0,02	1,02	0,42	2,00	0,76	9,76	12,53	41	513,6
		Gr	2950 x 3760	11,09	0,140	1	0	0,02	1,02	1,58						
004	18	Gr	1900 x 1560	2,96	0,140	1	0	0,02	1,02	0,42	0,42	0,00	1,17	1,59	41	65,2
005	18	Gr	1900 x 2200	4,18	0,140	1	0	0,02	1,02	0,60	0,60	0,00	4,13	4,73	41	193,8
006	18	IS/P	2670 x 5690	9,69	0,120	0,34	0	0,02	1,02	0,40	6,35	1,65	18,04	26,04	41	1067,7
		L/P	1100 x 500	5,50	0,750	1	0	0,02	1,02	4,21						
		IS/V	2670 x 10250	27,37	0,120	0,34	0	0,02	1,02	1,14						
		Gr	10250 x 6230	44,46	0,140	1	0	0,02	1,02	6,35						
007	18	IS/V	2000 x 2670	5,34	0,120	0,34	0	0,02	1,02	0,22	0,99	0,24	2,67	3,90	41	160,0
		Gr	2000 x 3450	6,90	0,140	1	0	0,02	1,02	0,99						
008	18	IS/R	975 x 2670	2,60	0,120	0,34	0	0,02	1,02	0,11	1,81	0,52	6,26	8,60	41	352,5
		IS/Š	3400 x 2670	9,08	0,120	0,39	0,05	0,02	1,07	0,45						
		IS/V	3730 x 2670	9,96	0,120	0,34	0	0,02	1,02	0,41						
		Gr	3400 x 3730	12,68	0,140	1	0	0,02	1,02	1,81						

Lentelės tęsinys 2 priede

4.2 lentelė. Šilumos nuostoliai per ilginius šiluminius tiltelius

Patalpa	Šiluminio tiltelio priežastis	ψ , W/mK	l, m	Pataisa $k_a \times b_u$	Pataisa dėl			SŠN per ilginius šiluminius tiltelius H_{ψ} , W/K	ΣH_{ψ} , W/K
					atitv. orientac. Δk_o	šildymo prietaisų rūšies Δk_h	$1+\Sigma \Delta k$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
001	9. Pamatas ir siena/Š	0,1	0,6	1	0,05	0,1	1,15	0,07	0,75
	7. Durų angokraštis/Š	0,1	5,9	1	0,05	0,1	1,15	0,68	
002	9. Pamatas ir siena/Š	0,1	3,1	1	0,05	0,1	1,15	0,36	0,85
	10. Pamatas ir siena/R	0,1	7,33	1	0	0,1	1,1	0,81	
	17. Vidinis kampas/ŠR	-0,1	2,76	1	0,05	0,1	1,15	-0,32	
003	10. Pamatas ir siena/R	0,1	7,16	1	0	0,1	1,1	0,79	0,76
	11. Pamatas ir siena/P	0,1	2,52	1	0	0,1	1,1	0,28	
	14. Išorinis kampas/PR	-0,1	2,76	1	0	0,1	1,1	-0,30	
006	10. Pamatas ir siena/R	0,1	0,83	1	0	0,1	1,1	0,09	1,65
	11. Pamatas ir siena/P	0,1	6,23	1	0	0,1	1,1	0,69	
	12. Pamatas ir siena/V	0,1	10,25	1	0	0,1	1,1	1,13	
	15. Išorinis kampas/PV	-0,1	2,76	1	0	0,1	1,1	-0,30	
	18. Vidinis kampas/PR	-0,1	2,76	1	0	0,1	1,1	-0,30	
	3. Lango angokraštis/P	0,1	3,2	1	0	0,1	1,1	0,35	
007	12. Pamatas ir siena/V	0,1	2,2	1	0	0,1	1,1	0,24	0,24
008	9. Pamatas ir siena/Š	0,1	3,6	1	0	0,1	1,1	0,40	0,52
	12. Pamatas ir siena/V	0,1	3,9	1	0	0,1	1,1	0,43	
	16. Išorinis kampas/ŠV	-0,1	2,76	1	0	0,1	1,1	-0,30	

Lentelės tęsinys 3 priede

4.3 lentelė. Šilumos nuostoliai dėl vėdinimo ir išorės oro infiltracijos.

Patalp a, temp., °C	Šiluminio tiltelio priežastis	ψ , W/m K	l, m	Patais a k _a x b _u	Pataisa dėl			SŠN per ilginius šiluminiu s tiltelius H _ψ , W/K	ΣH _ψ / W/ K
					atitv. orienta c. Δk _o	šildymo prietais ų rūšies Δk _h	1+ΣΔ k		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
001 18°C	1. Pamatas ir siena/V	0,30	2,92	1	0	0,1	1,10	0,96	0,9 6
003 --°C	1. Pamatas ir siena/V	0,30	2,31	1	0	0,1	1,10	0,76	0,7 6
004 19°C	2. Pamatas ir siena/Š	0,30	2,75	1	0,05	0,1	1,15	0,95	3,9 6
	3. Pamatas ir siena/P	0,30	2,75	1	0	0,1	1,10	0,91	
	1. Pamatas ir siena/V	0,30	8,75	1	0	0,1	1,10	2,89	
	5. Išorinis kampas/ŠV	-0,10	3,50	1	0,05	0,1	1,15	-0,40	
	6. Išorinis kampas/PV	-0,10	3,50	1	0	0,1	1,10	-0,39	
005 21°C	2. Pamatas ir siena/Š	0,30	19,1 9	1	0,05	0,1	1,15	6,62	19,20
	1. Pamatas ir siena/V	0,30	3,37	1	0	0,1	1,10	1,11	
	4. Pamatas ir siena/R	0,30	17,5 6	1	0	0,1	1,10	5,79	
	3. Pamatas ir siena/P	0,30	3,01	1	0	0,1	1,10	0,99	
	7. Išorinis kampas/ŠR	-0,10	3,50	1	0,05	0,1	1,15	-0,40	
	8. Išorinis kampas/PR	-0,10	3,50	1	0	0,1	1,10	-0,39	
	9. Lango angokraštis/Š	0,10	8,45	1	0,05	0,1	1,15	0,97	
	10. Lango angokraštis/R	0,10	35,0 5	1	0	0,1	1,10	3,86	
	11. Lango angokraštis/P	0,10	5,80	1	0	0,1	1,10	0,64	
006 21°C	3. Pamatas ir siena/P	0,30	5,67	1	0	0,1	1,10	1,87	4,4 6
	4. Pamatas ir siena/R	0,30	4,88	1	0	0,1	1,10	1,61	
	8. Išorinis kampas/PR	-0,10	3,50	1	0	0,1	1,10	-0,39	
	10. Lango angokraštis/R	0,10	12,3 6	1	0	0,1	1,10	1,36	
007 18°C	3. Pamatas ir siena/P	0,30	3,38	1	0	0,1	1,10	1,12	1,8 3
	11. Lango angokraštis/P	0,10	6,50	1	0	0,1	1,10	0,72	
007-1 18°C	3. Pamatas ir siena/P	0,30	2,76	1	0	0,1	1,10	0,91	1,4 1
	11. Lango angokraštis/P	0,10	4,50	1	0	0,1	1,10	0,50	
008 21°C	1. Pamatas ir siena/V	0,30	5,00	1	0	0,1	1,10	1,65	2,7 5
	3. Pamatas ir siena/P	0,30	4,49	1	0	0,1	1,10	1,48	
	6. Išorinis kampas/PV	-0,10	3,50	1	0	0,1	1,10	-0,39	

4.3. lentelės tęsinys 4 priede

Lyginamoji šiluminė charakteristika:

$$\phi_{lyg} = \frac{\sum P_h}{\sum A} = \frac{71863}{2403,74} = 29,82 \text{ W/m}^2 \quad [4.5]$$

čia: $\sum P_h$ – šildymo sistemos galia, W;

A – šildomų patalpų plotas, m².

4.4.2. Projektinis šilumos poreikis pastato šildymui

Šildymo sezono šilumos poreikis projektiniams šilumos nuostoliams padengti:

$$Q_{en} = [\Sigma H \cdot (\theta_i - \theta_{em})] \cdot t \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 71863 \cdot (21 + 0,7) \cdot 220 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 8,21 \text{ MWh}; \quad [4.6]$$

čia: ΣH – pastato savitieji šilumos nuostoliai, W/K;

θ_i – projektinė patalpos temperatūra (priimam vidutinę visų patalpų temperatūrą);

θ_{em} – vidutinė mėnesio išorės temperatūra;

t – šildymo sezono trukmė, paromis.

4.4.3. Šilumos šaltinio ir šildymo prietaisų skaičiavimas ir parinkimas

Pastato šilumos siurblio projektinė šiluminė galia P , kai pastato šildymo sistemoje įrengtas valdymas su nustatytosios vidaus temperatūros keitimu, nustatoma:

$$P = \Sigma P_h / (\eta_2 \cdot \eta_3) = 56830 / 1,1 \times 0,97 = 53,26 \text{ kW} \quad [4.7]$$

čia: P_h – projektinė šiluminė galia pastatui šildyti, W;

η_2 – šilumos šaltinio naudingumo koeficientas, šilumos siurblio – 1,1;

η_3 – šildymo sistemos magistralinių skirstomųjų vamzdynų termoizoliacijos naudingumo koeficientas.

Pagal pastato šilumos šaltinio projektinę galią P parenkamas šilumos siurblys.

Šildymo prietaiso galios įvertinimui naudojama formulė:

$$P_{s.pr.} = P_h \cdot \beta \cdot f \quad [4.8]$$

čia: P_h – patalpai šildyti reikalinga projektinė šiluminė galia, W;

β – koeficientas įvertinantis šildymo prietaiso įrengimą patalpoje;

f – perskaičiavimo koeficientas įvertinantis šilumnešio temperatūras (parenkamas pagal gamintojo techninę dokumentaciją).

$\Theta_{tik.}, \Theta_{gr}$ – tiekiamo ir grąžinamo šilumnešio temperatūra, °C;

Θ_i – patalpos temperatūra, °C;

P_{par} – šildymo prietaiso galia parinkta pagal gamintojų katalogus, W;

P_{realus} – šildymo prietaiso reali galia, W apskaičiuota pagal formulę:

$$P_{realus} = \frac{P_{par}}{f} \quad [4.9]$$

Šildymo prietaisų charakteristikos pateiktos 3.4 lentelėje. Grindinio šildymo kontūrų skaičiavimai pateikti 5 priede.

4.4 lentelė. Šildymo prietaisų parinkimo suvestinė

Pat. Nr.	P _h , W	P _{s.pr.} , W prie 80/60	P _{par.} , W	P realus, W	Prietaisų sk.	Šildymo prietaiso		
						matmenys	tipas	talpa, l
1	2	8	9	10	11	12	13	14
002	1003	993	1006	1016	1	600x600	22	3,96
006	1225	1213	1346	1360	2	600x700	11	4,48
007	410	406	481	486	1	600x500	11	1,60
008	751	743	769	777	1	600x800	11	2,56
101	5318	5265	5541	5597	3	600x800	33	7,84
201	5318	5265	5541	5597	3	600x800	33	7,84
Grindinis šildymas								
Pat. Nr.	P _h , W	P, W		Žingsnis, m	diametras, mm	m, kg/h		
1-2	806	850		0,25	16	84,75		
1-3	342	380		0,3	16	84,75		
1-4	442	450		0,3	16	84,75		
1-5	560	550		0,25	16	84,75		
2-2	696	700		0,3	16	84,75		
2-4	516	500		0,3	16	84,75		
3-2	610	650		0,3	16	84,75		
3-4	477	520		0,3	16	84,75		
4-1	650	700		0,25	16	84,75		
4-2	868	920		0,2	16	84,75		
4-3	316	370		0,3	16	84,75		
4-4	413	480		0,3	16	84,75		
4-5	581	630		0,25	16	84,75		
5-2	730	800		0,25	16	84,75		
5-3	340	400		0,3	16	84,75		
5-4	187	220		0,3	16	84,75		
6-2	709	770		0,25	16	84,75		
6-3	254	300		0,3	16	84,75		
6-4	431	470		0,3	16	84,75		

4.4.4. Grindinio šildymo kontūrų skaičiavimas

Grindinis šildymas projektuojamas butuose. Kiekvienas butas turi atskirą kolektorių, nuo kurio yra pajungti šildymo kontūro žiedai. Gauti rezultatai surašyti 4.4 lentelėje.

Skaičiavimo seka:

$$X = ((t_p + t_g) / 2 - t_i) / 30 = ((55 + 45) / 2 - 21) / 30 = 0,97 \quad [4.10]$$

$$q_0 = Q / F_n \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad [4.11]$$

$$q_{0R} = q_0 / X \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad [4.12]$$

$$q_{\max} = 11,2(t_{F\max} - t_i) \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad [4.13]$$

$$q_{x\max} = q_{\max} / X \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad [4.14]$$

$$h_i = R_w * 1,16 \quad [\text{m}] \quad [4.15]$$

$$h_0 = e_b * \sum h_i \quad [\text{m}] \quad [4.16]$$

$$q_{0R} \leq q_{\text{par}} \leq q_{x\max} \quad [4.17]$$

$$q_{\text{real}} = q_{\text{par}} \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad [4.18]$$

$$F_n = Q / q_r \quad [\text{m}^2] \quad [4.19]$$

$$\theta_F = (q_{\text{real}} / 11,2) + \theta_i \quad [^\circ\text{C}] \quad [4.20]$$

$$[4.10] \theta_F \leq \theta_{F\max} \quad [4.21]$$

$$L_w = F_n [4.10] / b \quad [\text{m}] \quad [4.22]$$

$$m = (1,1 * q) / 4190 * (t_i - t_g) \quad [\text{kg}/\text{s}] \quad [4.23]$$

$$\Delta p = R * L_w \quad [\text{Pa}] \quad [4.24]$$

4.4.5. Šildymo sistemos hidraulinė skaičiuotė

Nubraižyta šildymo sistemos hidraulinių skaičiavimų aksonometrinė schema pateikta kartu su šildymo sistemos aksonometrine schema. Skaičiavimai ir gauti rezultatai surašyti 4.5, 4.6 ir 4.7 lentelėse.

4.5 lentelė. Šildymo sistemos hidraulinio skaičiavimo suvestinė grindinio šildymo sistemai.

Ruožo Nr.	Apkrova $\Sigma P, W$	Srauto masė G, kg/h	Ruožo ilgis l, m	Vamzdžio skersmuo d, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai R, Pa/m'	Tėkmės greitis v, m/s	Dinaminis slėgis pdin, Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties Rxl, Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	Rxl+Z, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Skaičiuojamasis žiedas 1-2-3-4-5-6-6'-5'-4'-3'-2'-1'												
											15,00	Katilas
1	50268	4318,97	15,8	40x4	590	1,4	980,00	10	9322,00	9800,00	19,12	5L(2,0)
2	40100	3445,35	3,15	40x4	420	1,2	720,00	0,5	1323,00	360,00	1,68	T(0,5)
3	31890	2739,95	3,15	40x4	190	0,96	460,80	0,5	598,50	230,40	0,83	T(0,5)
4	23680	2034,56	3,15	40x4	180	0,75	281,25	0,5	567,00	140,63	0,71	T(0,5)
5	15470	1329,16	3,15	40x4	80	0,5	125,00	0,5	252,00	62,50	0,31	T(0,5)
6	7490	643,53	7,32	32x3	65	0,35	61,25	11,5	475,80	704,38	1,18	5L(2,3)
6'	7490	676,73	7,32	32x3	65	0,35	61,25	11,5	475,80	704,38	1,18	5L(2,3)
5'	15470	1397,74	3,15	40x4	80	0,5	125,00	0,5	252,00	62,50	0,31	T(0,5)
4'	23680	2139,53	3,15	40x4	180	0,75	281,25	0,5	567,00	140,63	0,71	T(0,5)
3'	31890	2881,31	3,15	40x4	190	0,96	460,80	0,5	598,50	230,40	0,83	T(0,5)
2'	40100	3623,10	3,15	40x4	420	1,2	720,00	0,5	1323,00	360,00	1,68	T(0,5)
1'	50268	4541,79	15,8	40x4	590	1,4	980,00	10	9322,00	9800,00	19,12	5L(2,0)
											Σ 69,17	kPa

4.6 lentelė. Šildymo sistemos hidraulinio skaičiavimo suvestinė radiatorinei šildymo sistemai.

Ruožo Nr.	Apkrova $\Sigma P, W$	Srauto masė $G, \text{kg/h}$	Ruožo ilgis l, m	Vamzdžio skersmuo d, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai $R, \text{Pa/m'}$	Tėkmės greitis $v, \text{m/s}$	Dinaminis slėgis $p_{\text{din}}, \text{Pa}$	Vietinių kliūčių koeficientų suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R_{xl}, Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	$R_{xl}+Z, \text{kPa}$	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Skaičiuojamasis žiedas A-B-C-D-D'-C'-B'-A'												
A	14025	1205,01	14,40	32x3	180	0,65	211,25	6,9	2592,00	1457,63	4,05	3L(2,3)
B	5541	476,08	12,12	25x2,5	150	0,45	101,25	8,4	1818,00	850,50	2,67	3L(2,8)
C	3694	317,38	2,40	20x2,5	170	0,45	101,25	3,6	408,00	364,50	0,77	T(3,6)
D	1847	158,69	8,52	16x2	160	0,35	61,25	9,6	1363,20	588,00	1,95	L(4,4), T(5,2)
D'	1847	158,69	8,52	16x2	160	0,35	61,25	9,6	1363,20	588,00	1,95	L(4,4), T(5,2)
C'	3694	317,38	2,40	20x2,5	170	0,45	101,25	3,6	408,00	364,50	0,77	T(3,6)
B'	5541	476,08	12,12	25x2,5	150	0,45	101,25	8,4	1818,00	850,50	2,67	3L(2,8)
A'	14025	1205,01	14,40	32x3	180	0,65	211,25	6,9	2592,00	1457,63	4,05	3L(2,3)
Σ											18,88	kPa

4.7 lentelė. Šildymo sistemos hidraulinio skaičiavimo suvestinė atskiram butui.

Ruožo Nr.	Apkrova $\Sigma P, W$	Srauto masė G, kg/h	Ruožo ilgis l, m	Vamzdžio skersmuo d, mm	Lyginamieji trinties nuostoliai R, Pa/m'	Tėkmės greitis v, m/s	Dinaminis slėgis p_{din} , Pa	Vietinių kliūčių koeficientų suma $\Sigma \zeta$	Ruožo slėgio nuostoliai dėl trinties R_{xl} , Pa	Ruožo slėgio nuostoliai dėl vietinių kliūčių Z, Pa	$R_{xl}+Z$, kPa	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Skaičiuojamasis žiedas 7-8-8'-7'												
7	2190	188,16	15,20	20x2,5	90	0,3	45,00	8,4	1368,00	378,00	1,75	3L(2,8)
8	830	71,31	3,36	16x2	110	0,2	20,00	8,8	369,60	176,00	0,55	2L(4,4)
											1,92	
8'	830	74,99	3,36	16x2	110	0,2	20,00	8,8	369,60	176,00	0,55	2L(4,4)
7'	2190	197,87	15,20	20x2,5	90	0,3	45,00	8,4	1368,00	378,00	1,75	3L(2,8)
Σ											6,50	kPa

4.4.6. Cirkuliacinis siurblys šilumos siurblio sistemai

Cirkuliaciniai siurbLIAI parenkami pagal nepatogiausio žiedo slėgio nuostolius ir sistemos debitą (pirmojo ruožo hidrauliniuose skaičiavimuose debitą). Atsargos koeficientas parenkant cirkuliacinį siurbLį 1,1 – 1,25.

Cirkuliacinis siurblys reikalingas tam, kad priverstų vandenį tekėti sistema.

Šio pastato šildymo sistemoje numatomi:

- 2 siurbLIAI šilumos punkte, vienas montuojamas ant tiekimo į grindinio šildymo, kitas ant tiekiamo šilumnešio į bendrųjų patalpų šildymo atšaką;
- Prie kiekvieno paskirstomojo kolektoriaus butuose.

4.4.7. Išsiplėtimo indas

Išsiplėtimo indo tūrio skaičiavimas:

1. Apskaičiuojamas vandens tūris sistemoje:

$$V_{sist} = V_{\text{šš}} + V_v + V_{\text{šp}} \quad [4.25]$$

$$V_{sist} = 3,4 + 84,73 + 229,12 = 317,25 \text{ l}$$

čia: $V_{\text{šš}}$ – vandens tūris šilumos šaltinyje (katile, šilumos siurblyje ir pan.), l (žr. gamintojo techninę dokumentaciją);

$$V_{\text{šš}} = 3,4 \text{ l}$$

V_v – vandens tūris vamzdyne, l ;

$$V_v = \frac{\pi \times d^2}{4} \times l \quad [4.26]$$

čia: d – vamzdžio vidinis skersmuo, priimamas vidutinis diametras

$$V_v = 84,73$$

$V_{\text{šp}}$ – vandens tūris šildymo prietaisuose (radiatoriuose, grindinio šildymo kontūre), l .

$$V_{\text{šp}} = 229,12 \text{ l}$$

2. Apskaičiuojamas vandens tūrio padidėjimas sistemoje, l :

$$V_N = V_{sist} \times e \quad [4.27]$$

$$V_N = V_{sist} \times e = 317,25 \times 0,0238 = 7,551$$

čia: V_{sist} – vandens tūris sistemoje, l ;

e – vandens tūrio padidėjimo koeficientas esant maksimaliai šildymo sistemos temperatūrai.

Pasirenkamas koeficientas 0,0238 pagal šilumokaičio srauto didžiausią temperatūrą.

3. Apskaičiuojamas vandens rezervas išsiplėtimo inde:

$$V_V \geq 0,005 \times V_{sist} \geq 3 \text{ l} \quad [4.29]$$

$$V_V > 0,005 \times 317,25 > 3 \text{ l}$$

čia: V_V – vandens rezervas, l;

3 l – jei V_V gaunama mažiau nei 3 l, priimame, kad $V_V = 3 \text{ l}$.

Pagal skaičiavimus gauname kad V_V yra 3 l

4. Bendras vandens tūrio padidėjimas bus ($V_N + V_V$). Šį tūrį kompensuos tik dalis išsiplėtimo indo tūrio, nes išsiplėtimo inde yra dvi kameros: skysčio ir dujų. Vadinasi ne visas indo tūris išnaudojamas kompensavimui. Tai įvertinama pagal formulę:

$$V_{indo} = \frac{(V_N + V_V) \times p_{abs}}{p_{AV} - p_0} \quad [4.30]$$

$$V_{indo} = ((V_N + V_V) \times p_{abs}) / (p_{AV} - p_0) = 73,18 \text{ l}$$

čia: p_{abs} – absoliutinis (galinis, maksimalus) šildymo sistemos slėgis, bar;

Absoliutinis slėgis apskaičiuojamas taip:

$$p_{abs} = p_{AV} + p_0 \quad [4.31]$$

$$p_{abs} = 1,87 + 6 = 4,37 \text{ bar}$$

p_{AV} – apsauginio vožtuvo slėgis, bar, 2,5 bar

p_0 – pradinis slėgis sistemoje (statinis slėgis), bar;

$$p_0 = \rho \times g \times h_A \quad [4.32]$$

$$p_0 = 1000 \times 9,81 \times 19,05 = 1,87 \text{ bar}$$

čia: ρ – vandens tankis, kg/m^3 ; ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)

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

h_A – sistemos aukštis (vertikalus atstumas nuo aukščiausio šildymo prietaiso).

Tiekiamojo vamzdžio pajungimo iki išsiplėtimo indo pajungimo vietos) Parenkamas 80 l talpos membraninis išsiplėtimo indas.

4.5. Šildymo sistemos armatūra

4.5.1. Termostatiniai ventiliai

Užtikrinant šildymo prietaisų efektyvumą, temperatūros reguliavimui ant termostatinio ventilio statoma termostato galva. Termostatiniai ventiliai montuojami prie šildymo prietaisų arba komplektuojami kartu ant paduodamo šildymo sistemos atvado.

4.5.2. Termostatiniai ventiliai

Balansiniai ventiliai statomi ant šildymo sistemos grįžtamosios linijos stovų. Jų pagalba palaikomas ir sureguliuojamas hidraulinis sistemos balansas. Reguliavimas atliekamas esant fiksuotai pralaidumo padėčiai. Balansinių ventilių maksimalus darbinis slėgis 5 bar, temperatūra 110 °C.

4.5.3. Kolektoriai

Radiatorinio šildymo kolektoriai gaminami iš apvalių 3/4" plieninių vamzdžių. Į šildymo kolektorių yra sujungiami šildymo prietaisai daugiasluoksniais plastmasiniais vamzdžiais. Į vieną kolektorių galima sujungti iki 5 šakų. Šildymo kolektorius susidedantis iš padavimo ir grįžtamos sistemų. Padavimo sistemos elementai atjungiami rutuliniu kranu. Balansinis ventilis leidžia sureguliuoti visą kolektorinę sistemą.

Nuo kolektorinių dėžių iki prietaisų daugiasluoksnis vamzdžius MLC turinčius visus daugiasluoksninių vamzdžių privalumus. Aliuminis vamzdžio sluoksnis suvirintas sudūrimu, 100% sandarumas deguoniui ir vandens garams, mažesnis nei metalo linijinis plėtimosi koeficientas.

5. PASTATO VĒDINIMO DALIS

5.1. Bendrieji duomenys

Pastato vėdinimas suskirstytas į dvi funkcines zonas: gyvenamos ir negyvenamos patalpos. Cokoliniame aukšte yra negyvenamos, techninės ir sandėliavimo, patalpos.

Oras į rūsio patalpas tiekiamas per orlaides languose, taip pat patenka oras iš lauko (varstant duris). Šalinamas – kanalinių ventiliatorių pagalba. Kanaliniai ventiliatoriai projektuojami 006 ir 008 patalpose. Oras iš 004 ir 005 patalpų, sienose esančiais vėdinimo kanalais, teką į 006 patalpą. Ventiliatorius, esantis 008 patalpoje, orą šalina iš 007 ir 008 patalpų. Tiekiamo ir šalinamo oro kiekiai nustatyti remiantis STR 2.09.02:2005 1 priedu. Projektuojant tiekiamus ir šalinamus oro kanalus buvo remtasi principu tiekti orą švaresnėse patalpose ir šalinti jį pagalbinėse.

Kituose aukštuose, kiekviename bute, projektuojamas atskiras vėdinimo įrenginys su rekuperacija. Vėdinimo įrenginiai projektuojami palubėje, po pakabinamomis lubomis. Oras į įrenginį tiekiamas per groteles esančias sienose, šalinamas - per stoge esančius ortakius.

Butuose įrengti CO₂ jutikliai. Vėdinimo sistemos automatizuotos, palaiko projektinius mikroklimato parametrus patalpose. Sanmazguose vėdinimas įsijungia nuo šviesos jungiklio ir turi 20min. išsijungimo uždelimą. Visos vėdinimo sistemos gaisro metu išjungiamos.

Projektiniai lauko oro parametrai parinkti pagal B grupės lauko oro parametrus. Projektinė lauko oro temperatūra parenkama, kaip šalčiausio penkiadienio temperatūra. Vilniaus miesto projektiniai lauko oro parametrai pateikiami 1.2 lentelėje.

5.2. Oro kiekių skaičiavimas

Oro kiekiai patalpų vėdinimui parenkami pagal STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“ 1 priedą. Oro kiekio projektinės reikšmės. Parinkti oro kiekiai pateikiami 5.2 lentelėje.

5.2 lentelė. Projektiniai patalpų oro kiekiai.

Eil. Nr.	Patalpos pavadinimas (paskirtis)	Plotas, m ²	Tūris, m ³	Norminiai oro kiekiai, m ³ /h		Projektiniai oro kiekiai, m ³ /h	
				Tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Šalinamo oro kiekis, m ³ /h	Tiekiamo oro kiekis, m ³ /h	Šalinamo oro kiekis, m ³ /h
1	2	3	4	7	8	9	10
001	Tambūras	13,23	35,32				
002	Laiptinė	7,66	20,45				
003	Lifto holas	10,91	29,13				
004	Valymo invent.	2,90	7,74				
005	Elektroskydinė	4,10	10,95		0,5 h ⁻¹		
006	Sandėliukai	40,72	108,72				60
007	Vand. įvadas	6,64	17,73				
008	Šiluminis mazgas	12,44	33,21		1 h ⁻¹		30
				Cokoliniam aukštui		0	90
101	Holas	44,29	122,24				
1-1	Holas	12,51	34,53	17		45	
1-2	Svetainė	18,71	51,64	26		45	
1-3	Virtuvė	9,39	25,92		54		60
1-4	Kambarys	10,04	27,71	14		45	
1-5	Kambarys	11,98	33,06	16		45	
1-6	Sanmazgas	2,24	6,18		43,2		60
1-7	Sanmazgas	4,96	13,69		43,2		60
						180	180
2-1	Holas	7,85	21,67	11		40	
2-2	Svetainė	16,79	46,34	23		40	
2-3	Virtuvė	7,57	20,89		54		60
2-4	Kambarys	12,68	35,00	17		40	
2-5	Drabužinė	2,90	8,00				
2-6	Sanmazgas	5,54	15,29		43,2		60
						120	120
3-1	Holas	7,82	21,58	11		40	
3-2	Svetainė	16,67	46,01	23		40	
3-3	Virtuvė	7,51	20,73		54		60
3-4	Kambarys	13,43	37,07	18		40	
3-5	Drabužinė	2,02	5,58				
3-6	Sanmazgas	5,49	15,15		43,2		60
						120	120
4-1	Holas	12,95	35,74	18		45	
4-2	Svetainė	18,51	51,09	25		45	

4-3	Virtuvė	9,30	25,67		54		60
4-4	Kambarys	10,18	28,10	14		45	
4-5	Kambarys	12,89	35,58	18		45	
4-6	Sanmazgas	2,55	7,04		43,2		60
4-7	Sanmazgas	5,33	14,71		43,2		60
						180	180
5-1	Holas	5,27	14,55	7		40	
5-2	Svetainė	17,66	48,74	24		40	
5-3	Kambarys	10,73	29,61	15		40	
5-4	Virtuvė	5,09	14,05		54		60
5-5	Sanmazgas	4,66	12,86		43,2		60
						120	120
6-1	Holas	6,38	17,61	9		40	
6-2	Svetainė	17,60	48,58	24		40	
6-3	Virtuvė	6,19	17,08		54		60
6-4	Kambarys	9,30	25,67	13		40	
6-5	Sanmazgas	4,52	12,48		43,2		60
						120	120
Viso:		478,10	1310,68	1 aukštui		840	840

5.3 lentelė. Oro judėjimo greitis patalpose.

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

5.3. Vėdinimo sistemos

Pastato vėdinimas suskirstytas į dvi funkcines zonas: gyvenamos ir negyvenamos patalpos. Cokoliniame aukšte yra negyvenamos, techninės ir sandėliavimo, patalpos.

Oras į rūšio patalpas tiekiamas per orlaides languose, taip pat patenka oras iš lauko (varstant duris). Šalinamas – kanalinių ventiliatorių pagalba. Kanaliniai ventiliatoriai projektuojami 006 ir 008 patalpose. Oras iš 004 ir 005, vėdinimo kanalais patalpų teką į 006 patalpą. Tiekiamo ir šalinamo oro kiekiai nustatyti remiantis STR 2.09.02:2005 1 priedu. Projektuojant tiekiamus ir šalinamus oro kanalus buvo remtasi principu tiekti orą švaresnėse patalpose ir šalinti jį pagalbinėse.

Kituose aukštuose, kiekviename bute, projektuojamas atskiras vėdinimo įrenginys su rekuperacija. Vėdinimo įrenginiai projektuojami palubėje. Oras į įrenginį tiekiamas per groteles esančias sienose, šalinamas - per stoge esančius ortakius. Rekuperatoriuose numatomi šešiakampiai plokšteliniai kryžminio-priešpriešinio oro srauto šilumokaičiai, dėl kurių konstrukcijose nesimaišo srautai, negrįžta kvapai (tualetai ir vonios kambariai gali būti jungiami į bendrą vėdinimo sistemą).

Butuose įrengti CO₂ jutikliai. Vėdinimo sistemos automatizuotos, palaiko projektinius mikroklimato parametrus patalpose. Sanmazguose vėdinimas įsijungia nuo šviesos jungiklio ir turi 10min. išsijungimo uždelimą. Visos vėdinimo sistemos gaisro metu išjungiamos.

Projektuojamų vėdinimo sistemų sąrašas, jų oro kiekiai, pateikiami 5.4 lentelėje.

5.4 lentelė. Projektuojamų vėdinimo sistemų sąrašas.

Eil. Nr.	Sistemos numeris (oro kiekis, m³/h)	Paskirtis	Aptarnaujamos patalpos	Vėdinimo įrenginio vieta
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.	T1/I1 (180/180)	Oro vėdinimo	1-1; 1-2; 1-3; 1-4; 1-5; 1-6; 1-7	Virš pakabinamų lubų
2.	T2/I2 (120/120)	Oro vėdinimo	2-1; 2-2; 2-3; 2-4; 2-6	Virš pakabinamų lubų
3.	T3/I3 (120/120)	Oro vėdinimo	3-1; 3-2; 3-3; 3-4; 3-6	Virš pakabinamų lubų
4.	T4/I4 (180/180)	Oro vėdinimo	4-1; 4-2; 4-3; 4-4; 4-5; 4-6; 4-7	Virš pakabinamų lubų
5.	T5/I5 (120/120)	Oro vėdinimo	5-1; -2; 5-3; 5-4; 5-5	Virš pakabinamų lubų
6.	T6/I6 (120/120)	Oro vėdinimo	6-1; 6-2; 6-3; 6-4; 6-5	Virš pakabinamų lubų
7.	I1 (60)	Oro šalinimo	004, 005, 006	Virš pakabinamų lubų
8.	I2 (30)	Oro šalinimo	007, 008	Virš pakabinamų lubų

Kadangi pastato 1-5 aukštai yra pasikartojantys, o 6 aukšte esantys butai yra analogiški žemiau jų esantiems, todėl visuose vienodo išplanavimo butuose, įrengiamos tokios pat sistemos kaip 1 aukšte. Tiekiamo ir šalinamo oro kiekiai, ortakių išdėstymas ir vėdinimo įrenginio vietos nekinta.

5.5 sprendinius pagrindžiantys skaičiavimai

5.5.1. Gyvenamųjų patalpų vėdinimo sistemos įrangos parinkimas ir aerodinaminiai skaičiavimai

Oro paskirstymo ir šalinimo įrenginiai:

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

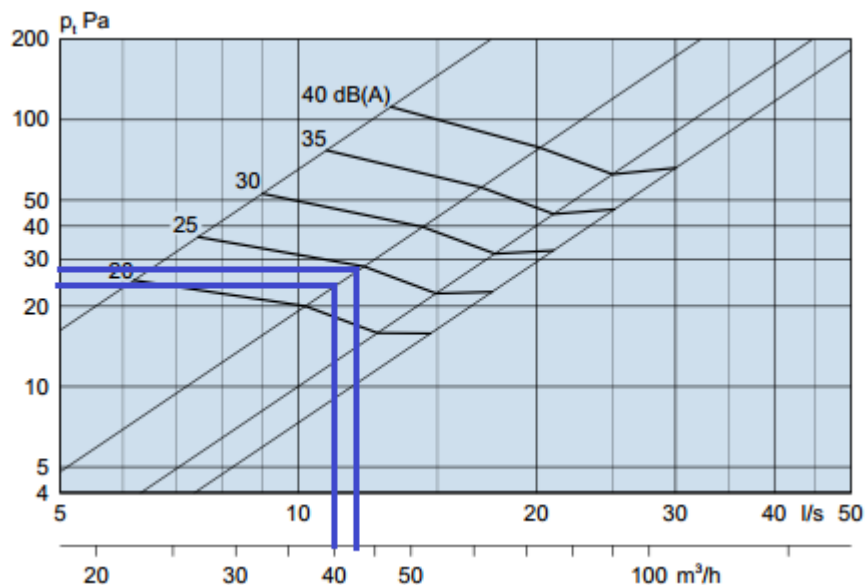
$l_{0,2}$ – nurodo atstumą nuo skirstytuvo, kurio greitis ašyje nusilps iki 0,2 m/s;

triukšmo lygis dB gyvenamosiose patalpose neturi būti didesnis nei 30 – 35 dB.

Tiekimas:

Kvadratinis oro tiekimo difuzorius montuojamas lubose. Praleidžiamas oro debitas $40 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A = 22 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 25 \text{ Pa}$.

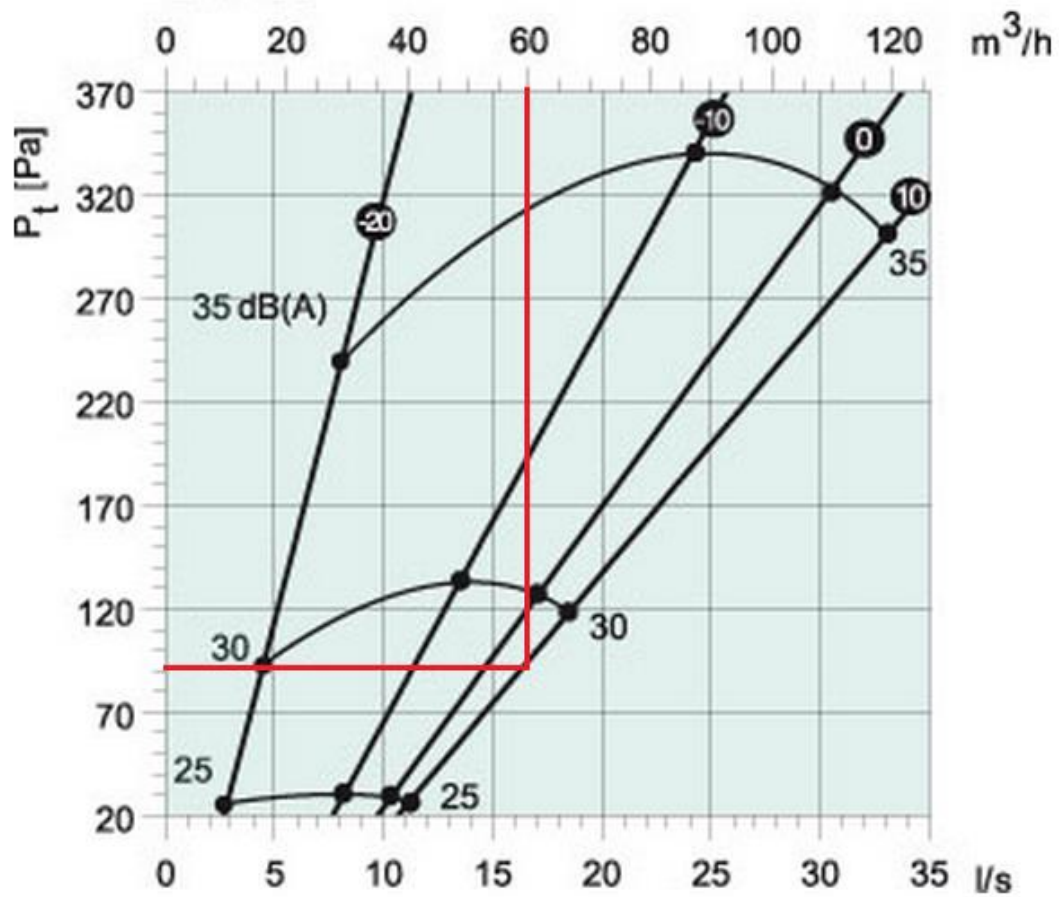
Kvadratinis oro tiekimo difuzorius montuojamas lubose. Praleidžiamas oro debitas $45 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A = 24 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 27 \text{ Pa}$.



5.1. pav. Tiekimo difuzorių parinkimo monograma

Šalinimas:

Šalinimo difuzorius. Praleidžiamas oro debitas $60 \text{ m}^3/\text{h}$, garso lygis $L_A = 28 \text{ dB(A)}$, $\Delta p = 92 \text{ Pa}$. centrinio fiksuojamojo kūgio padėtis 10mm)



5.2. pav. Šalinimo difuzorių parinkimo monograma

5.5.2. Gyvenamųjų patalpų oro tiekimo sistemos skaičiavimas

5.5 lentelė. Aerodinaminiai buto patalpų vėdinimo sistemos skaičiavimai.

Ruožo Nr.	Debitas, L(m ³ /h)	Ilgis, l(m)	Skersmuo, d(mm)	Greitis, v(m/s)	Trinties nuostoliai R(Pa/m)	Trinties nuostoliai R*(Pa)	Dinam. slėgis, p _{din} (Pa)	Vietinių kliūčių koeficientai, Σζ (Pa)	Nuostoliai vietinėse kliūtyse, Z(Pa)	Iš viso nuostolių Z+R*(Pa)	Pastabos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	45	3,52	80	2,7	1,8	6,34	4,37	0,22+27	31,39	37,73	L
2	90	0,89	100	3,4	2	1,78	6,94	0,1+0,2	7,24	9,02	T, R
3	180	2,09	125	3,75	1,9	3,97	8,44	1,8+0,22+2,63+0,2	13,29	17,26	L, R, T, St
Viso:										64,00	

Oro vėdinimo įrenginys

Pagal apskaičiuotą oro kiekį gyvenamosioms patalpoms parenkamas oro tiekimo įrenginys su plokšteliu rekuperatoriumi. Reikalingas oro kiekis buto patalpų vėdinimui nuo 120 iki 180 m³/h. Parenkamo įrenginio nominalus tiekiamo ir ištraukiamo oro kiekis gali siekti 200 m³/h oro kiekį. Įrenginio skleidžiamas triukšmas negali viršyti 30dB. Vėdinimo įrenginys turi turėti, kryžminių srautų dvigubą plokštelinį šilumokaitį, kurio naudingumo koeficientas turi būti ne mažesnis nei 87%. Visuose butuose, vėdinimo įrenginiai, montuojami palubėje, virš pakabinamų lubų.

6. EKONOMINĖ DALIS

6.1 Lokalinės sąmatos skaičiavimo principai

Lokalinės sąmatos sudaromos, visų statybos darbų daliai, pagal medžiagų ir įrenginių kiekio žiniaraščius, darbo kiekių žiniaraščius, bei technines specifikacijas. Lokalinėse sąmatose apskaičiuojama darbo, medžiagų, įrenginių kaina, bendroji darbų vertė, bei jų dedamosios.

Skaičiuojant inžinerinių tinklų įrengimo kainą turi būti įvertintos projektavimo, statybos darbų atlikimo, montavimo ir kitos išlaidos.

Statybos kaina apskaičiuojama pagal statybinių resursų sąnaudų normatyvus, rinkos kainas ir ekonominius rodiklius, kurie pagrindžia bendrą statybos kainą.

Projektuojamos oro tiekimo ir šalinimo sistemos išlaidos apskaičiuojamos remiantis detaliais brėžiniais ir kiekių žiniaraščiu, statybos darbų ir reikalingų resursų normatyvais, pagrindžiant kainos skaičiavimus normatyviniais arba konkrečiais numatomų išlaidų skaičiavimais.

Bendrą statybos kainą sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.

Projektavimo kaina skaičiuojama nuo bendrų statybos išlaidų arba numatant atskiras išlygas.

Užsakovo rezervo suma apskaičiuojama procentais nuo visos apskaičiuotos statybos sumos.

6.2 Lokalinės sąmatos sudarymas

Projektuojamoms oro tiekimo ir šalinimo sistemoms sąmata, gyvenamojo namo oro tiekimo ir šalinimo sistemos įrengimui, sudaroma kompiuterine programa „Sistela“, naudojantis 2015 metų spalio mėnesio normatyvų baze. Apskaičiuota darbų kaina, darbų kiekių, mechanizmų, darbo užmokesčio žiniaraščiai pateikiami 6 priede.

6.3 Pagrindiniai ekonominiai rodikliai

Tiesioginės išlaidos: *45 685,00 Eur*

- Papildomos išlaidos medžiagoms (3% nuo medžiagų vertės): *1026,00 Eur*.

- Papildomos išlaidos mechanizmams (3% nuo mechanizmų eksploatacijos vertės): *1,00 Eur*
- Papildomos išlaidos darbo užmokesčiui (8% nuo apskaičiuotos darbininkų darbo užmokesčio sumos): *589,00 Eur*
- Socialinio draudimo išlaidos (31% nuo apskaičiuoto darbo užmokesčio): *2464,00 Eur*
- Statybvietės išlaidos (5% nuo statybos darbų išlaidų): *4122,00 Eur*

Netiesioginės išlaidos: *4994,00 Eur*

- Pridėtinės išlaidos (30% nuo darbininkų darbo užmokesčio): *2385,00 Eur*
- Pelnas (5% nuo tiesioginių ir pridėtinių išlaidų): *2609,00 Eur*

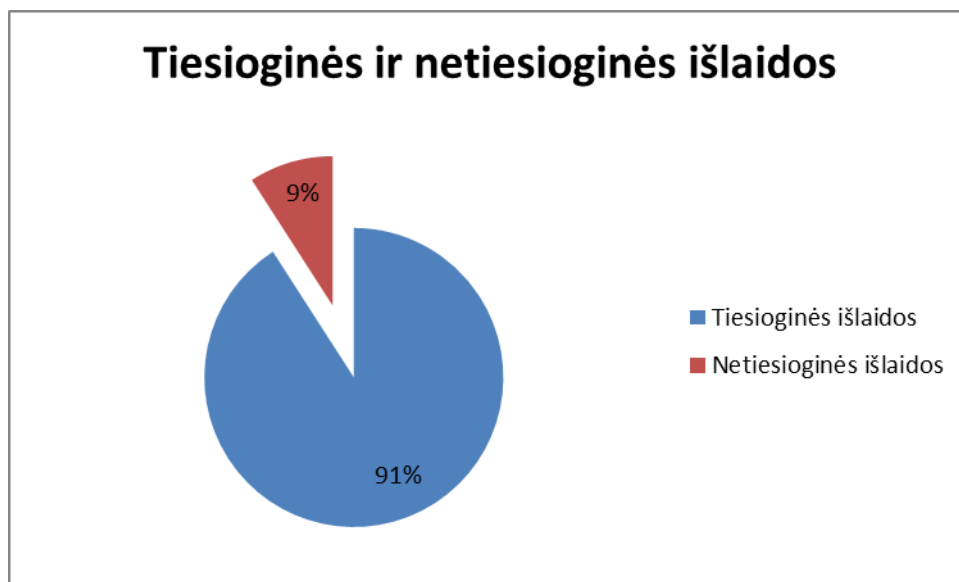
Bendra vertė be pridėtinės vertės mokesčio: *54791,00 Eur*

Pridėtinės vertės mokestis (21.00% nuo tiesioginių ir netiesioginių išlaidų sumos): *11506,11 Eur*

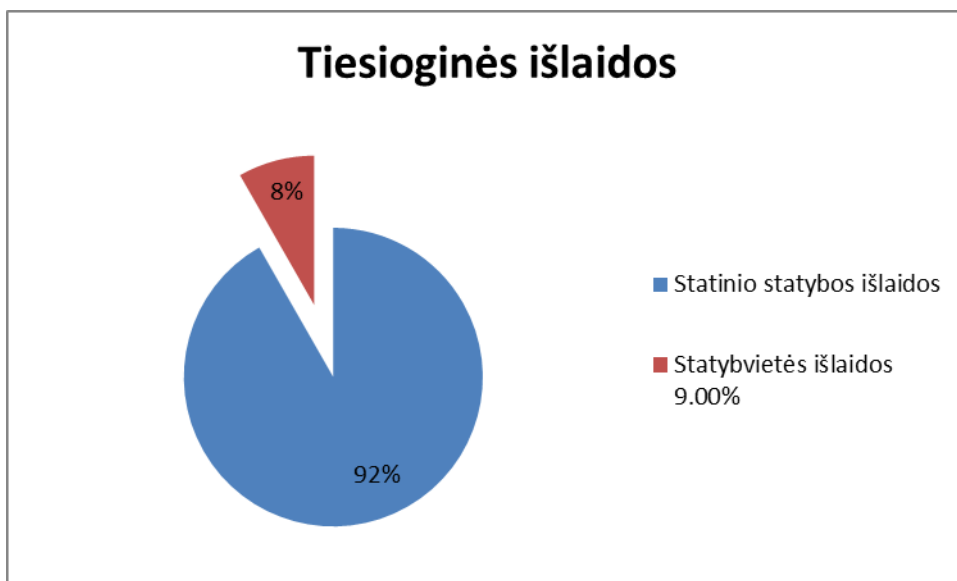
Bendra vertė su pridėtinės vertės mokesčiu: *66297,11 Eur*

Apskaičiuotos kainos pateiktos diagramų pavidalu:

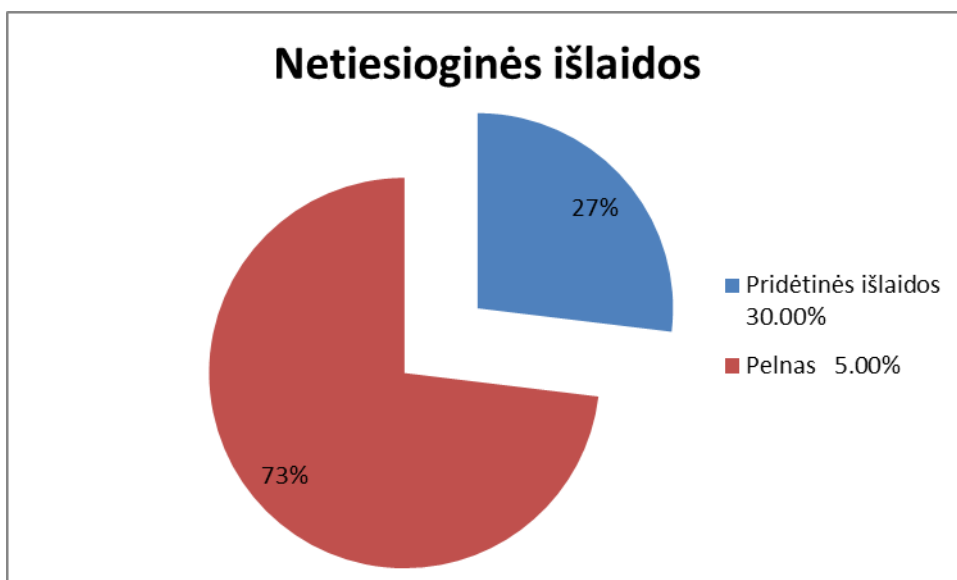
6.1 pav. Tiesioginės ir netiesioginės išlaidos



6.2 pav. Vėdinimo sistemos įrengimo tiesioginių išlaidų pasiskirstymas



6.3 pav. Vėdinimo sistemų įrengimo netiesioginių išlaidų pasiskirstymas



7. DARBŲ SAUGOS IR APLINKOSAUGOS DALIS

Pradėti darbą objekte galima tik turint reikalingą kvalifikacijos pažymėjimą, sveikatos pažymėjimą, išklausius įvadinį instruktavimą, taip pat pirminį instruktažą darbo vietoje.

Lietuvos Respublikoje nustatoma 40 darbo valandų savaitė. Darbuotojui nustatoma penkių darbo dienų savaitė su dvejomis poilsio dienomis. Darbo laikas kartu su viršvalandžiais negali būti didesnis nei 48 valandos per savaitę.

Darbuotojas privalo rūpintis savo ir aplinkinių sauga ir sveikata, tinkamai naudoti kolektyvines ir asmenines apsaugos priemones. Darbininkas privalo pranešti apie esamus darbų saugos pažeidimus darbdaviui ar darbų saugą kontroliuojančiai institucijai, reikalauti darbdavį užtikrinti saugias darbo sąlygas, taip pat atsisakyti dirbti, jei sąlygos netenkinamos. Darbo vietoje draudžiama vartoti alkoholinius gėrimus, narkotines medžiagas. Rūkyti leidžiama tik tam skirtose vietose.

Darbdaviai vykdydami statybos darbus ir rengdami įmonės norminius dokumentus privalo:

1. Vykdyti darbus vadovaujantis Respublikoje galiojančiais normatyviniais dokumentais;
2. Darbus vykdyti tik pagal patvirtintą projektinę darbo dokumentaciją ir gamyklų gamintojų dokumentaciją;
3. Genrangovas projektinę dokumentaciją derina su montažą vykdančia organizacija, kuri kiekviename egzemplioriuje uždeda atžymą apie tinkamumą vykdymui;
4. Montažo pabaiga skaitoma po įrenginių ir vamzdynų bandymų, kurie apiforminami atitinkamais aktais;
5. Visose objektuose, vesti darbų priežiūros bendrus ir specialius žurnalus.

Darbuotojas prieš pradėdamas darbą turi apsivilkti darbo drabužiais, užsidėti apsauginį šalną, iš padalinio vadovo gauti užduotį, prieš pradėdamas darbą patikrinti darbo įrankius ir darbo vietą.

Bendrieji darbų saugos reikalavimai apibrėžiami „Saugos ir sveikatos taisyklėse statyboje“ DT 5-00.

IŠVADOS

1. Paskaičiuoti pastato konstrukcijų šilumos laidumo koeficientai. Visi koeficientai atitinka galiojančias normas.
2. Daugiabučio namo Vilniuje, Sugiharos g., projektiniai šilumos nuostoliai 71,68 kW. Išorinių atitvarų šilumos perdavimo koeficientai projektuojami, tokie, kad atitiktų nežemesnės nei A energinio naudingumo klasę: Išorinių sienų – 0,122 W/(m²·K); durų, skaidrių atitvarų ir langų – 0,75 W/(m²·K); grindų – 0,14 W/(m²·K); stogo – 0,1 W/(m²·K).
3. Su programa „Smeigė“ vertinant šilumos nuostolių padidėjimą dėl šiltinamojo sluoksnio tvirtinimo detalių, šilumos perdavimo koeficientas padidėja nuo 0,094 iki 0,122 W/(m²·K).
4. Pastatui suprojektuota kolektorinė, radiatorinio ir grindinio šildymo sistema. Šilumos šaltinis – šilumos siurblys „gruntas/vanduo, su vertikaliais kolektoriais, kurio maksimalus galingumas iki 57kW, kombinuotas su šilumos tinklais.
5. Pastatui vedinti suprojektuotos mechaninės vėdinimo sistemos su rekuperacija, kiekviename bute atskira sistema. Parinkti vėdinimo įrenginiai ir jų komponentus. Pagal normatyvus ir projektuojamus oro kiekius parinkau oro skirstytuvus ir reikalinga armatūrą.
6. Cokoliniame aukšte suprojektuota ištraukimo vėdinimo sistemos 004, 005, 006,007 ir 008 vedinti. Oro šalinimui užtikrinti suprojektuoti kanaliniai ventiliatoriai.
7. Pastato vėdinimo sistemos sąmatinė vertė 45 685,00 Eur. Lyginamoji vėdinimo sistemos kaina kiekvienam pastato kvadratiniam metrui yra 19,01 Eur.
8. Prieš renkantis analizuoti galimas šilumos tiekimo sistemas, buvo atlikta literatūros analizė. Šilumos siurbliai oras – vanduo, žemė – vanduo, dujinis katilas, šildymas elektra ir šiluma tiekama iš šilumos tinklų, buvo pasirinkti kaip galimi variantai. Pagrindinis kriterijus buvo išskiriamas CO₂ kiekis, nes daugiabutis projektuojamas, kad pastato statybos metu ir eksploatacijos periodu būtų, kaip įmanoma mažiau teršiama aplinka.
9. Su NRG3 programa buvo nustatyta, kad pastatas atitinka A energinio naudingumo klasę.
10. Atlikus tiriamųjų objektų literatūrinę analizę, šilumos šaltiniu pasirinktas šilumos siurblys žemė – vanduo. Šis sprendimas priimtas, atlikus mokslinių straipsnių analizę apie alternatyvius šilumos šaltinius ir atlikus skaičiavimus su NRG3 programa. Žemė - vanduo šilumos siurblys į aplinką išskiria tik 21,8 kgCO₂/m²*metus.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Reglamentas RSN 156-94.
2. Lietuvos Respublikos Statybos Įstatymas. 1996 m. kovo 19 d. Nr. I-1240. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2014 m. sausio 1 d.
3. STR 1.07.01:2010. Statybą leidžiantys dokumentai. Valstybės Žinios, 2010, Nr. 116-5944.
4. STR 2.09.02:2005. Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas. Valstybės žinios, 2005-06-16, Nr. 75-2729.
5. STR 1.08.02:2002. Statybos darbai. Valstybės Žinios, 2002-05-31, Nr. 54-2150.
6. STR 1.09.05:2002 Statinio statybos techninė priežiūra. Valstybės Žinios, 2002, Nr. 43-1638.
7. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje DT 5-00. Valstybės žinios, 2001-01-10, Nr. 3-74.
8. STR 01.12.07:2004 Statinių techninės priežiūros taisyklės, kvalifikaciniai reikalavimai statinių techniniams prižiūrėtojams, statinių techninės priežiūros dokumentų formos bei jų pildymo ir saugojimo tvarkos aprašas. Valstybės žinios, 2004-06-24, Nr. 98-3658
9. Str 2.01.01(3):1999 Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga. Valstybės žinios, 2000-01-27, Nr. 8-215.
10. STR 1.05.05:2004 Statinio projekto aplinkos apsaugos dalis. Valstybės žinios, 2004, Nr. 50-1675.
11. Artur Rogoža „ALTERNATYVIŲJŲ DAUGIABUČIO NAMO APRŪPINIMO ENERGIJA SISTEMŲ GYVAVIMO CEKLO DAUGIAKRITERĖ ANALIZĖ“ skelbta: „MOKSLAS - LIETUVOS ATEITIS“ 2013 5(4): 423-428
12. Arūnė Binkytė „„ŽALIŲ“ PASTATŲ SERTIFIKAVIMO SISTEMŲ (LEED IR BREEAM) PALYGINIMAS“ skelbta: 16-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ terminų konferencija, 2013 m. kovo 20–22 d. Vilnius
13. BARKAUSKAS, V.; STANKAVIČIUS, V. *Pastatų atitvarų šiluminė fizika*. Kaunas, 2000.
14. BREEAM New construction Non-Domestic Building Technical Manual: Version: SD5073 – 2.0:2011
15. E. Bilgen, H. Takahashi „EXERGY ANALYSIS AND EXPERIMENTAL STUDY OF HEAT PUMP SYSTEMS“ skelbta: Exergy, an International Journal 2 (2002) 259–265

16. Giedrė Streckienė, Elena Polonis „SKIRTINGOS KONFIGŪRACIJOS MAŽAENERGIŲ DAUGIABUČIŲ PASTATŲ ENERGIJOS POREIKIŲ TYRIMAS“ skelbta: „MOKSLAS - LIETUVOS ATEITIS“ 2014 6(4): 414-420
17. Giedrius Šiupšinskas, Solveiga Adomėnaitė „BEVEIK NULINIO ENERGIJOS BALANSO VISUOMENINIŲ PASTATŲ APRŪPINIMO ENERGIJA SPRENDIMAI, DAUGIAKRITERĖ ANALIZĖ“ skelbta: „MOKSLAS - LIETUVOS ATEITIS“ 2013 5(4): 435-441
18. Leif Gustavsson, Anna Joelsson „LIFE CYCLE PRIMARY ENERGY ANALYSIS OF RESIDENTIAL BUILDINGS“ skelbta: „Energy and Buildings“ 42 (2010) 210–220
19. M. Fesanghary, S. Asadi, Zong Woo Geem „DESIGN OF LOW-EMISSION AND ENERGY-EFFICIENT RESIDENTIAL BUILDINGS USING A MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION ALGORITHM“ skelbta: „Building and Environment“ 49 (2012) 245-250
20. Martynas Matuzas, Artur Rogoža „ALTERNATYVIŲ ŠILUMOS ŠALTINIŲ PANAUDOJIMO KARŠTAM VANDENIUI RUOŠTI DAUGIABUTYJE DAUGIAKRITERĖ ANALIZĖ“ , skelbta: 16-osios Lietuvos jaunuju mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminių konferencija, 2013 m. balandžio 25–26 d. Vilnius
21. Rasa Džiugaitė-Tumėnienė, Milena Medineckienė „DAUGIAKRITERIŲ METODIŲ TAIKYMAS RACIONALIAM PASTATO ENERGETINĖS SISTEMOS TECHNOLOGIJŲ DERINIUI NUSTATYTI“ skelbta: „MOKSLAS - LIETUVOS ATEITIS“ 2013 5(4): 410-422
22. RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“
23. Stig-Inge Gustafsson, Mikael Ronnqvist „OPTIMAL HEATING OF LARGE BLOCK OF FLATS“ skelbta: „Energy and Buildings“ 40 (2008) 1699–1708
24. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“
25. STR 2.01.11:2008 „Klimato duomenys statinių projektavimui“
26. STR 2.09.04:2008 „Pastato šildymo galia. Šilumos poreikis šildymui“
27. Tomas Vonžodas, Nerijus Pedišius, Mantas Valantinavičius „MAŽOS GALIOS BOKURŲ KŪRENAMŲ VANDENS ŠILDYMO KATILŲ VEIKIMO PARAMETRŲ TYRIMAS“ skelbta: „energetika“ 2013. T. 59. Nr. 2. P. 93–103

PRIEDAI