

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS**

Mantas Usonis

**DAUGIABUČIO NAMO INŽINERINIŲ SISTEMŲ
MODERNIZAVIMO EMPIRINIS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Saulius Sušinskas

PANEVĖŽYS, 2017

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS**

**DAUGIABUČIO NAMO INŽINERINIŲ SISTEMŲ
MODERNIZAVIMO EMPIRINIS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas

Doc. dr. Saulius Sušinskas

Recenzentas

Doc. dr. Jonas Valickas

Projektą atliko

Mantas Usonis

PANEVĖŽYS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

(Fakultetas)

Mantas Usonis

(Studento vardas, pavardė)

Statyba (kodas 621J80001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Daugiabučio namo inžinerinių sistemų modernizavimo empirinis tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 m. d.

Panevėžys

Patvirtinu, kad mano, **Manto Usonio**, baigiamasis projektas tema „Daugiabučio namo inžinerinių sistemų modernizavimo empirinis tyrimas“ 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)

20..... ..

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui:	<i>Mantui Usoniui</i>	Grupė	PMS-5
1. Darbo tema:			
Lietuvių kalba:	<i>„Daugiabučio namo inžinerinių sistemų modernizavimo empirinis tyrimas“</i>		
Anglų kalba:	<i>“Empirical study of an apartment house engineering systems modernisation”</i>		

Patvirtinta 2016 m. spalio mėn. 17 d. dekanu potvarkiu Nr. V25-13-26

2. Darbo tikslas:	<i>Atlikti empirinį tyrimą ir nustatyti, kaip teigiamai paveikia daugiabutį namą inžinerinių sistemų modernizavimas.</i>
--------------------------	--

3. Reikalavimai ir sąlygos:	<i>Darbas turi būti atliktas laikantis metodinių reikalavimų. Turi būti atskleistas temos aktualumas, rasti keli darbo tikslai.</i>
------------------------------------	---

4. Projekto struktūra. *Turinys konkretizuojamas kartu su vadovu, atsižvelgiant į BP pobūdį.*

Baigiamasis darbas susideda iš trijų skyrių. Pirmasis – apžvalginis skyrius, kuriame apžvelgiamos šiuolaikinės inžinerinės sistemos, tokios kaip vėdinimas, nuotekos, šildymo sistemos, šiluminiai punktai ir elektros sistemos. Antrajame, baigiamojo darbo skyriuje, aprašomomi daugiabučio pastato inžinerinių sistemų defektai, prieš inžinerinių sistemų renovaciją, taip pat aprašoma, kaip kiekviena iš sistemų buvo modernizuojama. Trečiasis, paskutinis baigiamojo darbo skyrius yra tiriamasis. Jame detalios aprašytos tirtos inžinerinės sistemos ir kaip tirimas buvo atliktas. Siekta išsiaiškinti, kaip teigiamai daugiabutį pastatą paveikė inžinerinių sistemų modernizavimas. Šiame skyriuje, tirtų inžinerinių sistemų, rezultatams apipavidalinti sudaryti grafikai ir schemas. Darbo pabaigoje aprašomos tiriamojo darbo išvados. Darbo apimtis 56 psl., 6 lentelės su duomenimis ir rezultatais, 24 paveikslėliai. Literatūros sąrašą sudaro 22 šaltiniai.

5. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis.

6. Projekto pateikimo gynimui kvalifikacinėje komisijoje terminas	
	<i>(data)</i>

Užduotį gavau:	<i>Mantas Usonis</i>	
	<i>(studento vardas, pavardė, parašas)</i>	
		<i>(data)</i>

Vadovas:	<i>Doc. dr. Saulius Sušinskas</i>	
	<i>(pareigos, vardas, pavardė, parašas)</i>	
		<i>(data)</i>

TURINYS

IŽANGA.....	10
1. MODERNIŲ INŽINERINIŲ SISTEMŲ APŽVALGA	11
1.1 Rekuperacinės vėdinimo sistemos	11
1.2 Nuotekos	13
1.3 Šildymo sistemos	15
1.4 Šilumos punktai	19
1.5 Karšto ir šalto (geriamojo) vandens sistemos	20
1.6 Elektros sistemos	21
2. DAUGIABUTIS GYVENAMASIS NAMAS KURIAME MODERNIZUOJAMOS INŽINERINĖS SISTEMOS	22
2.1 Daugiabučio gyvenamojo namo Molainių g. 56, Panevėžyje, apžvalga	22
2.2 Inžinerinių sistemų modernizavimas daugiabutyje.....	23
2.2.1 Naujos vėdinimo sistemos formavimas.....	23
2.2.2 Nuotekų sistemos atnaujinimas.....	25
2.2.3 Šildymo sistemos tipo keitimas ir jos renovacija	26
2.2.4 Šilumos punkto automatizavimas.....	28
2.2.5 Elektros sistemos modernizavimas	30
3. TIRIAMOJI DALIS	31
3.1 Daugiabučio namo Molainių g. 56, vėdinimo sistemos parinkimas	32
3.2 Oro drėgnumas prieš renovaciją ir po jos ir rekuperatoriaus techniniai rodikliai	36
3.3 Daugiabučio aplinkos grunto drėgnumas	39
3.4 Daugiabučio namo Molainių g. 56, butų šildymo mokesčiai už energijos sunaudojimą, bei pastato šiluminės energijos sunaudojimas prieš ir po renovacijos.....	41
3.5 Daugiabučio namo Molainių g. 56, elektros suvartojimas prieš ir po renovacijos.....	50
IŠVADOS.....	52
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	55

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Plokštelinis rekuperatorius.....	11
1.2 pav. Rotacinis rekuperatorius.....	12
1.3 pav. Atskirų srautų rekuperatorius.....	12
1.4 pav. Mini rekuperatorius.....	13
1.5 pav. Vienvamzdė šildymo sistema.....	15
1.6 pav. a – balansinis vožtuvas, b – termostatinis ventilis.....	16
1.7 pav. Dvivismzdė šildymo sistema.....	17
1.8 pav. Kolektorinė šildymo sistema.....	18
1.9 pav. Automatizuotas šilumos punktas.....	19
2.1 pav. Daugiabučio pjūvis su mini rekuperacine ventiliacijos sistema.....	25
2.2 pav. Daugiabučiui namui įrenginėjama stovinė dvivismzdė šildymo sistema.....	28
2.3 pav. Plokštelinis šilumokaitis.....	29
3.1 pav. Šilumos grįžtamumas pagal skirtingą rekuperatoriaus tipą.....	33
3.2 pav. Rekuperatorių galima žemiausia darbinė temperatūra.....	33
3.3 pav. Rekuperatorių įrengimo kaina 48,45 m ² bute.....	34
3.4 pav. Rekuperatorių oro pralaidumas.....	34
3.5 pav. Buto santykinė oro drėgmė kiekvieną valandą per parą.....	37
3.6 pav. Mini rekuperatoriaus darbas skirtingais režimais.....	38
3.7 pav. Šilumos efektyvumas pagal oro srautą.....	38
3.8 pav. Daugiabučio aplinkos grunto drėgnumas prieš renovaciją ir po jos.....	39
3.9 pav. Daugiabučio šildymo mokesčiai už energijos suvartojimą.....	45
3.10 pav. Pastato energijos suvartojimas prieš ir po renovacijos.....	45
3.11 pav. Termofikacinio vandens temperatūra pagal lauko oro temperatūrą 2015-2016 m. šild. sez....	49
3.12 pav. Daugiabučio elektros suvartojimas prieš elektros tinklo renovaciją ir po jos.....	51

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. STR oro pasiskirstymo normos patalpoms.....	24
2 lentelė. Keturių tipų rekuperatorių techninės sąvybės.....	32
3 lentelė. Santykinė oro drėgmė bute kiekvieną valandą, visą parą.....	36
4 lentelė. Daugiabučio namo Molainių g. 56, butų šildymo mokesčiai už energijos suvartojimą prieš ir po renovacijos.....	41-44
5 lentelė. Daugiabučio namo Molainių g. 56, paduodamo ir grįžtamo termofikacinio vandens temperatūros pagal lauko oro temperatūras.....	46-48
6 lentelė. Daugiabučio elektros energijos suvartojimas prieš renovaciją ir po jos.....	50

Usonis, M. „Daugiabučio namo inžinerinių sistemų modernizavimo empyrinis tyrimas“. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Saulius Sušinskas; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: statybos inžinerijos studijų kryptis, sritis – statyba.

Reikšminiai žodžiai: *inžinerinės, sistemos, modernizavimas, empyrinis, tyrimas.*

Panevėžys, 2017.

SANTRAUKA

Lietuvoje daug senos statybos daugiabučių namų, kurių ne tik konstrukcijos jau atgyveno garantinį terminą, bet ir inžinerinės sistemos. Tokių sistemų būklė nepavydėtina: namų šildymo sistemos išsibalansavusios, todėl prastai šildo. Nuotekų, lietaus kanalizacijos ir vandens tiekimo sistemos arba avarinės būklės, arba labai arti jos. Kaikuriuose patalpose įsiveisęs pelėsis, būtent todėl, kad nėra užtikrintai gerai veikiančios vėdinimo sistemos. Elektros tinklas tokiems namams paskaičiuotas pagal sovietinius standartus, todėl yra nuolat apkraunamas šiuolaikine elektronine technika. Dėl šių problemų gyventi tokiuose namuose tampa brangu, nepatogu, pavojinga.

Šio darbo tikslas yra nustatyti kaip teigiamai paveikia daugiabutį namą inžinerinių sistemų modernizavimas. Darbe apžvelgiamos šiuolaikinės modernesnės inžinerinės sistemos, tokios kaip – nuotekų ir lietaus kanalizacijos, vandens tiekimo, vėdinimo, elektros, šildymo sistemos. Atliekant projektą naudota įvairios mokslinės ir techninės literatūros analizė, dokumentų analizė (normatyvų, statybos techninių reglamentų, standartų). Atliekant empyrinį tyrimą buvo parinktas daugiabutis namas esantis Panevėžio mieste, Molainių g. 56.

M. Usonis. “Empirical study of an apartment house engineering systems modernisation”. Final project for the Master degree/ supervisor Doc. Dr. Saulius Sušinskas; Kaunas University of Technology, Panevėžys Faculty of Technologies and Business.

Studies’ field and area: Field of Construction Engineering studies, area – construction.

The key words: engineering, systems, modernisation, empirical, study. Panevėžys, 2017.

SUMMARY

Lithuania is plenty of old apartment houses with obsolete constructions and engineering systems. Condition of these systems is unenviable: house-heating systems are off balance and consequently heating is very poor. Wastewater, rainwater, sewerage and water supply systems are either in emergency condition or very close to that. Some premises have mold because of inexistent well-functioning ventilation system. Electrical network of such houses is calculated according to soviet standards and thus is constantly overloaded with modern electronic appliances. Due to the mentioned problems, life in such houses becomes overpriced, inconvenient and unsafe.

The aim of the work is to determine how the engineering systems’ modernisation positively affect the house. The thesis provides an overview of the modern engineering systems, such as wastewater and rainwater drainage, water supply, ventilation, electric and heating systems. Analysis of different scientific and technical literature as well as document study (such as guides, standards and construction technical regulations) were used while preparing the project. Apartment’s house situated in Panevėžys , in Molainių st. 56 was used for the empirical study.

IŽANGA

Lietuvoje yra apie 38 tūkst. daugiabučių namų. Beveik du trečdaliai šalies gyventojų gyvena daugiabučiuose namuose, pastatytuose 1961 – 1990 m. laikotarpiu pagal pasenusius standartus.^[2] Tai reiškia, kad tokie pastatai vartoja daug energijos, yra avarinės būklės ir nebeatitinka šiuolaikinių standartų. Šio laikotarpio daugiabučio namams būdinga: didelis šilumos sunaudojimas, prastas vėdinimas, atsiradę nuotekų ir lietaus kanalizacijos defektai, atgvenusios elektros instaliacija. Anksčiau statant gyvenamąjį namą, nebuvo toks platus statybinių medžiagų pasirinkimas, toks koks yra dabar. Tobulėjant statybos sektoriui atsirado naujų statybinių medžiagų, naujų įrengimų, įdėjų, kaip paversti pastato inžinerines sistemas efektyvesnėmis. Žmonės norėdami gerinti savo gyvenimą namuose, ima spręsti kaip atnaujinti pastatų inžinerines sistemas, kokias pasirinkti ir kiek tai atneš naudos jiems.

Darbo objektas: daugiabučio namo esančio Panevėžyje, Molainių g. 56, inžinerinių sistemų modernizavimas.

Darbo tikslas: atlikti empirinį tyrimą ir nustatyti kaip teigiamai paveikia daugiabutį namą inžinerinių sistemų modernizavimas.

Darbo uždaviniai: apžvelgti šiuolaikinių, modernių, inžinerinių sistemų inovacijas, kurias būtų galima pritaikyti renovuojamame daugiabutyje. Ištirti daugiabučio pastato esančio Panevėžyje, Molainių g. 56, inžinerinių sistemų dabartinę būklę, prieš inžinerinių sistemų modernizavimą. Aprašyti kaip inžinerinės sistemos buvo modernizuojamos. Ištirti kaip pasikeitė inžinerinių sistemų techniniai ir ekonominiai rodikliai po modernizacijos ir sudaryti grafikus, kuriuose atsispindėtų tyrimo išvados.

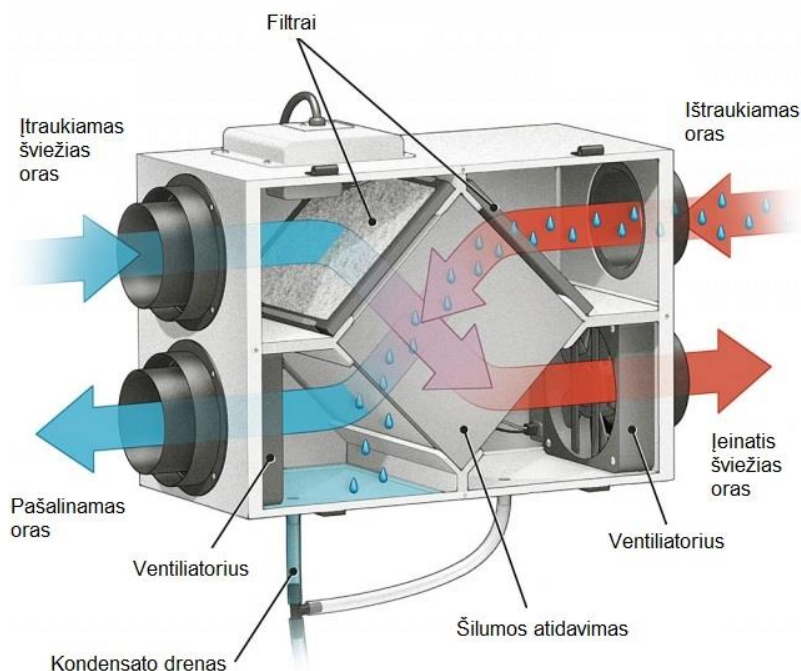
1. MODERNIŲ INŽINERINIŲ SISTEMŲ APŽVALGA

1.1 Rekuperacinės vėdinimo sistemos

Rekuperatoriai – tai šiuolaikiški prietaisai, kurių pagalba patalpos yra gerai vėdinamos ištisus metus. Šie įrenginiai neleidžia kauptis drėgmei, pelėsiui, dulkėms, virusams 24 valandas per parą. Tai puiki alternatyva seniems atgyvenusiems daugiabučių namų ventiliacijos kanalams, kurie yra visiškai neefektyvus. Rekuperatorių būna keletas rūšių: ^[3]

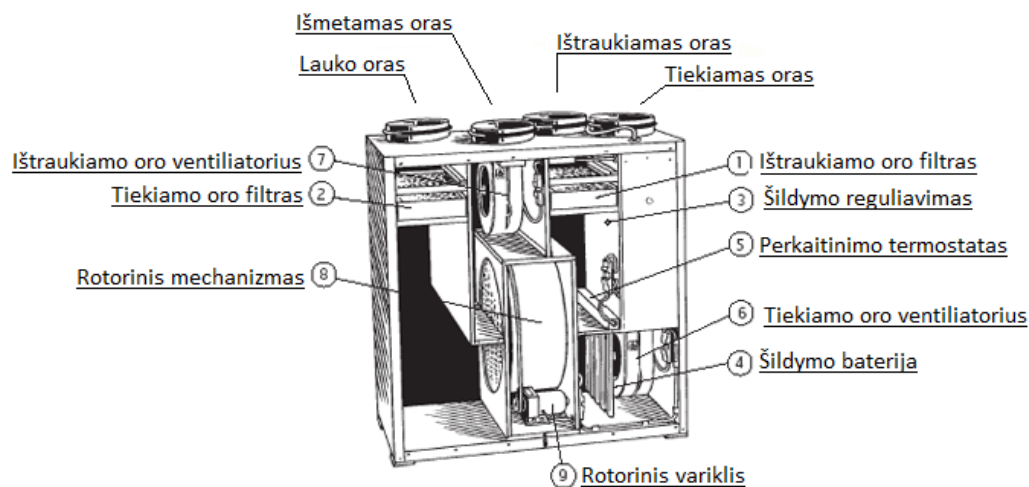
- Plokšteliniai;
- Rotaciniai;
- Atskirų srautų;
- Mini rekuperatoriai.

Plokštelinio rekuperatoriaus veikimo principas: iš vidaus paimamas oras teka per plokšteles, viduje rekuperatoriaus esantis šilumokaitis perima išmetamo patalpos oro šilumą ir perduoda ją šviežiam oro srautui paduodamam iš lauko. Šilumos grąžinimas siekia 75 %. Tiek šviežias paduodamas, tiek išmetamas patalpos oras yra izoliuoti vienas nuo kito ir nekontaktuoja, todėl tai garantuoja kokybišką orą. Vienintelis jų minusas, kad bijo žemos temperatūros. ^[3]



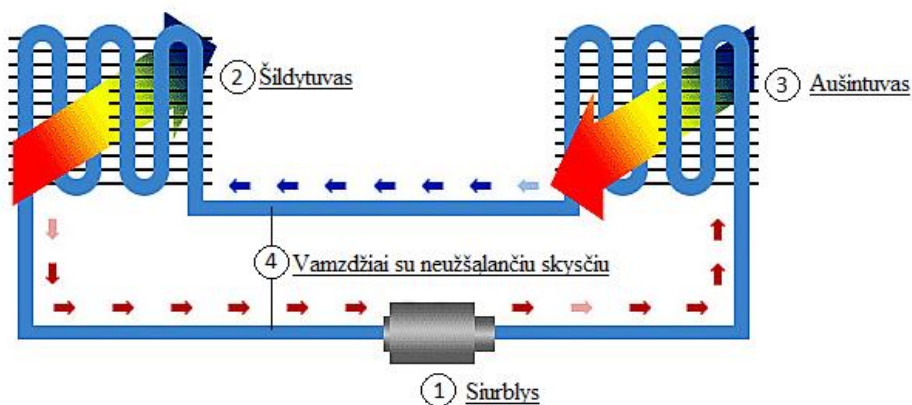
1.1 pav. Plokštelinis rekuperatorius

Rotacinių rekuperatorių pagrindinės sudedamosios dalys yra rotorius ir jo kanalai. Vidaus patalpos oras ištraukiamas ir teką per kanalą, šiltas oras jį sušildo. Rotoriui besisukant sušilęs kanalas atsiduria paduodamo oro kanale, kur paimamas šviežias oras, šis sušyla kanale ir paduodamas į vidinę patalpą. Tokia rotacija ir vėdinama patalpa. Šių rekuperatorių šilumos grąžinimas yra 85 %. Tokio tipo įrenginiai puikiai tinka Lietuvos klimatui, nes žiemą nėra rizikos jiems užšalti.^[3]



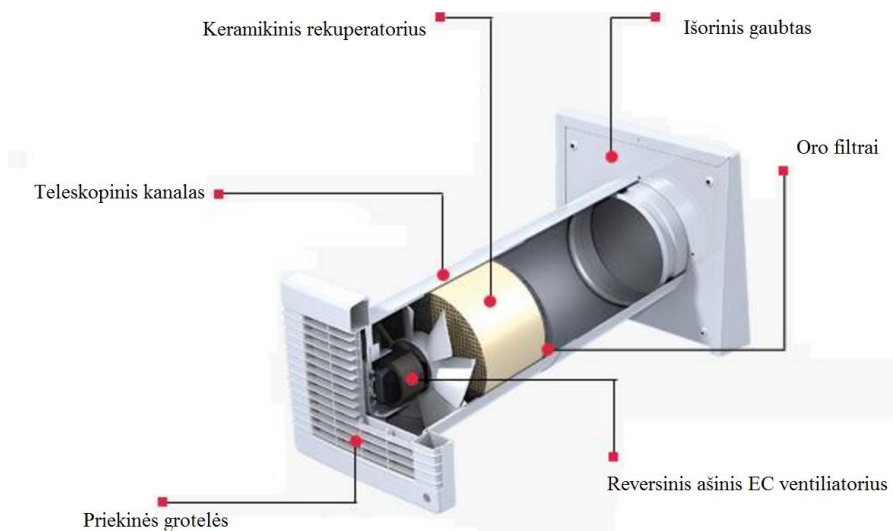
1.2 pav. Rotacinis rekuperatorius

Atskirų srautų rekuperatorių veikimo principas – į paduodamo oro ir išmetamo oro kanalus pastatyti radiatoriai, kurie užpildyti siurbliu varinėjamo neužšalančiu skysčiu. Šiltas patalpos oras ištraukimo metu sušildo radiatoriuje esantį skystį, kuris nutekėjęs į padavimo kanalo radiatoriu, sušildo orą. Šių rekuperatorių šilumos grąžinimas yra 55 %. Tokius rekuperatorius labai tinka naudoti seno išplanavimo pastatuose, kur išmetimo ir padavimo kanalai - labai toli vienas nuo kito. Be to šie įrenginiai taip pat nebijo šalčio.^[3]



1.3 pav. Atskirų srautų rekuperatorius

Norint patalpoje be didesnių investicijų ir statybinių darbų įrengti ventiliacinę sistemą, mini rekuperatoriai ko gero pats priimtinausias sprendimas. Šiai sistemai nereikia ortakyno, tiesiog lauko atitvoroje gręžiama skylė pagal mini rekuperatoriaus skersmenį ir į ją įmontuojamas įrenginys. Veikimo principas – septynesdešimt sekundžių oras yra traukiamas iš patalpos, kai ventiliatorius traukia orą į teleskopinį kanalą, oro šiluma pasilieka keramikiniame bloke arba šilumokaityje (priklauso nuo tipo), o oras yra pašalinamas į lauką. Po šio proceso prasideda kitas septynesdešimt sekundžių ciklas, kai oras traukiamas iš lauko. Šaltas oras tekėdamas per keramikinį bloką ar šilumokaity, pasiima jame paliktą šilumą ir į patalpą patenka šiltas ir šviežias oras.^[4]



1.4 pav. Mini rekuperatorius

1.2 Nuotekos

Nuotekos – tai panaudotas namų ūkyje, gamyboje ar atsiradęs perteklinis vanduo. Nuotekos būna šių rūšių:^[5]

- Buitinės;
- Lietaus;
- Gamybinės.

Buitinės nuotekos – tai nuotekos, susidariusios naudojant tualetą, prausyklų, virtuvės, vonios, skalbyklų vandenį. Visos šios nuotekos daugiabučiuose namuose iš atskirų sanitarinių vietų subėga į bendrą kanalizacijos stovą, kuris nuveda į bendrą miesto nuotekų kanalizaciją. Dabartiniai kanalizacijos vamzdžiai yra gerokai patobulėję. Vamzdžiai gaminami iš PVC plastiko, kuris skirtingai nei ketinis, yra atsparus korozijai, lengvas pats ir lengvas montuoti, atsparus agresyviai chemijai, lygus

vidinis paviršius, dėl to nėra galimybės susidaryti nuosėdoms, taip pat yra mikrobiologiškai atsparus ir ilgaamžis. Šiems vamzdžiams yra daug jungčių, kurios palengviną santechnikų darbą ir išsprendžia technines problemas. Buitinių nuotekų kanalizacija skirstoma į:^[5]

- Vidaus;
- Išorės.

Vidaus kanalizacijos vamzdžiai montuojami tik pastato viduje, jų skersmuo prasideda nuo Ø 32 ir baigiasi ties Ø 110. Pagrindinis skiriamasis bruožas – pilka spalva.

Išorės kanalizacijos vamzdžiai montuojami už pastato perimetro. Pagrindė naudojami nuo Ø 110 iki Ø 200, bet būna ir didesnių pramoninių. Šie vamzdžiai pasižymi atsparumu žemai temperatūrai ir gniuždymui. Pagrindinis skiriamasis bruožas – oranžinė spalva.

Lietaus kanalizacija – tai kanalizacija, skirta nuvesti lietaus vandenį į saugų pastatui atstumą. Ši kanalizacija skirstoma į:^[5]

- Vandens kanalus;
- Drenažus;
- Vandens rinktuvus.

Ant gyvenamojo namo stogo, kasmet iškrinta maždaug 50-100 m³ lietaus vandens. Kad šis vanduo neigiamai nepaveiktų namo konstrukcijų, ant stogo esantis vanduo nuolėdžiais nuvedamas į įlajas, iš ten lietaus kanalizacijos vamzdžiais keliauja į šulinio stovus. Dabartiniai vandens kanalai montuojami iš buitinių kanalizacijos vamzdžių, kurie, kaip minėta anksčiau, gerokai pranašesni už ketinius. Norint pasiekti didesnio komforto gali būti montuojami garsui nepralaidūs polipropileno vamzdžiai, kurie slopina per lietaus kanalizacijos stovą tekančią vandenį.

Drenažai – tai sistema, skirta įsisunkusiam lietaus vandeniui į gruntą nuvesti į šulinio stovą. Drenažinė sistema montuojama pastato teritorijoje, dėl šios sistemos pastato perimetru gruntas lieka sausas. Drenažiniai vamzdžiai yra skylėti ir padengti geotekstilės arba kokoso pluoštu. Geotekstile padengti drenažai skirti smėlingiems gruntams, o kokosu molingiems. Drenažų skersmuo prasideda nuo 50 mm ir baigiasi 180 mm.

Vandens rinktuvai – tai latakai arba dar kitaip vadinami trapai, kurie dažniausiai statomi pastato perimetru, norint apsaugoti pastato pamatus nuo vandens poveikio. Latakai būna plastikiniai, ketiniai, skardiniai, keraminiai.

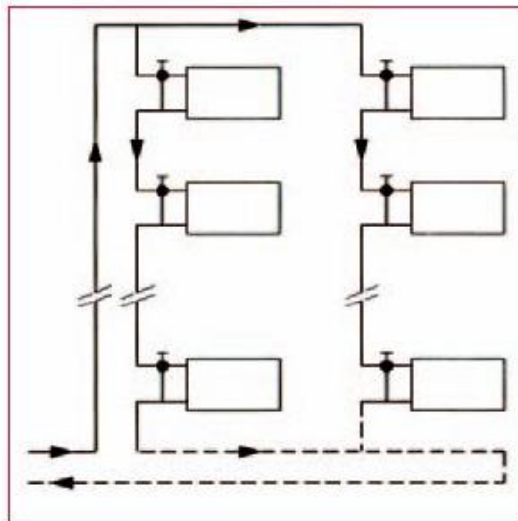
Gamybinės nuotekos – tai nuotekos, susidariusios pramonėje naudojamam vandeniui. Pramoninėms nuotekoms nubėgti naudojami vamzdžiai būna nuo $\varnothing 110$ iki $\varnothing 500$ skersmens. Kaip ir buitinėms nuotekoms naudojami vamzdžiai, pagaminti iš PVC plastiko.^[5]

1.3 Šildymo sistemos

Šildymo sistema – tai sistema, atsakinga už šiltą mikroklimatą bute ir karšto vandens aprūpinimą. Šildymo sistemos būna:^[6]

- Vienvamzdės;
- Dvivamzdės;
- Kolektorinės.

Vienvamzdė šildymo sistema – tai sistema, kurios šilumnešis per šildymo prietaisus teka viena kryptimi. Tokios sistemos dažniausiai eksploatuojamos senuose daugiabučiuose namuose, o tokios sistemos būna dėl to, kad jos pastatymo kaštai buvo kur kas mažesni nei dvivamzdės šildymo sistemos. Šios sistemos pagrindinis minusas, kad vanduo tekėdamas per sistemą viena kryptimi ataušta. Be to, savavališkai butų šeimininkai gali padidinti radiatorių sekcijų skaičių butuose, kas gali lemti sistemos išbalansavimą, kas priverstų ją veikti ne taip kaip reikia. Modernizuoti šią sistemą galima, bet geriau ją pakeisti pažangesne dvivamzde šildymo sistema.^[6]



1.5 pav. Vienvamzdė šildymo sistema

Jeigu visgi nuspręsta modernizuoti vienvamzdę šildymo sistemą, pirmiausia reikėtų keisti visus šildymo sistemos stovo vamzdžius į naujus, stabilizuotus, su aliuminio folija daugiasluoksnius vamzdžius. Šie vamzdžiai nėra pigūs, bet lengvi, lengvai montuojami, ilgaamžiai ir šiuo metu vieni patikimiausių. Šie vamzdžiai turi daug jungčių ir gali būti montuojami prie bet kurių kitų vamzdžių.

Ši sistema turi būti gerai subalansuota, šilumnešis turėtų tekėti būtent taip, kaip numatyta techniniame projekte. Tai padaryti padėtų ant stovų sumontuoti balansiniai vožtuvai, kurie rūpinasi slėgio skirtumu stove ir tolygiu šilumnešio srautu. Kiekvienam butui turi būti paskaičiuotas priklausomas šildymo prietaisų, t. y. radiatorių, galingumas. Prie radiatorių turi būti numatytas termostatinis ventilis, kuris leistų buto šeiminkams reguliuoti patalpų temperatūrą pagal savo poreikius. Be to, jie gali apsaugoti šiluminę sistemą nuo išbalansavimo, kadangi ten, kur šilumos yra daugiau, ją pristabdys, bet tuo pačiu metu nepadarys taip, kad šiluma nutekėtų ten, kur jos reikia daugiausia.^[6]



1.6 pav. a – balansinis vožtuvas, b – termostatinis ventilis

Dar vienas svarbus dalykas šioje sistemoje yra apvadinis vamzdis prie radiatoriaus. Nuo jo priklauso, koks srautas ir kokios temperatūros tekės per radiatorių. Jeigu jo nebuvo, būtina jį sumontuoti. Prie radiatorių turi būti sumontuoti ventiliai, kuriais būtų galima uždaryti srautą, jei trūktų radiatorius. Kad sistema būtų kuo ilgaamžiškesnė, būtina joje kontroliuoti slėgį. Tai galima padaryti pasirenkant kuo kokybiškesnę išsiplėtimo indą.^[6]

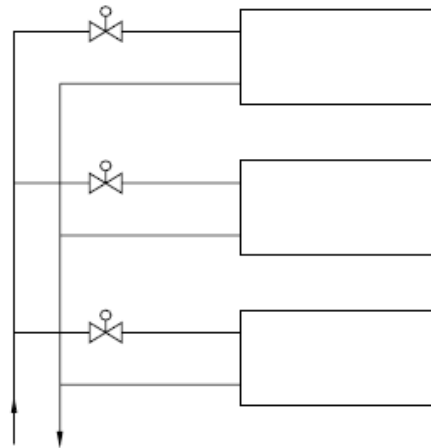
Vienvamzdės šildymo sistemos pranašumai:^[7]

- Nedidelė įrenginio sąmatinė vertė ir nedaug statybos darbų;
- Galima apskaitos sistema kiekviename bute.

Trūkumai:

- Didesnis šilumnešio spartumas, nei dvivamzdėje sistemoje, todėl atsiranda triukšmas;
- Vandens tekėjimas viena kryptimi, o tai lemia vandens aušimą.

Dvivamzdė šildymo sistema – tai sistema, kurios vamzdžiai jungiami lygiagrečiai prie dviejų vamzdžių: paduodamo ir grįžtamo. Tai kur kas pranašesnė sistema nei vienvamzdė. Šioje šildymo sistemoje šiluma pasiskirsto tolygiau ir mažesnė išsibalansavimo rizika. Be to, šią sistemą lengviau reguliuoti. Jeigu daugiabutyje yra vienvamzdė šildymo sistema ir norima ją kapitaliai modernizuoti, tai geriau ją keisti į dvivamzdę, išlaidos bus didesnės, bet sistema pažangesnė.^[6]



1.7 pav. Dvivamzdė šildymo sistema

Modernizuojant šią sistemą, taip pat būtina pakeisti vamzdžius į naujus, kad išliktų kuo mažesnė avarijos galimybė, taip pat įrengti balansinius vožtuvus, kad būtų kuo mažesnė sistemos išsibalansavimo rizika.

Jeigu šildymo sistema keičiama iš vienvamzdės į dvivamzdę, būtina prie šildymo prietaisų statyti termostatinis su išankstiniu srauto nustatymu ventilius su termostatinėmis galvomis. Tai suteiks kiekvienam radiatoriumi reikiamą srautą. Taip pat prie radiatorių turi būti statomi ventiliai, kurie apsaugotų butą, jei prakiurtų radiatorius. Šioje šildymo sistemoje taip pat turi būti numatytas išsiplėtimo indas.

Dvivamzdės šildymo sistemos pranašumai:^[7]

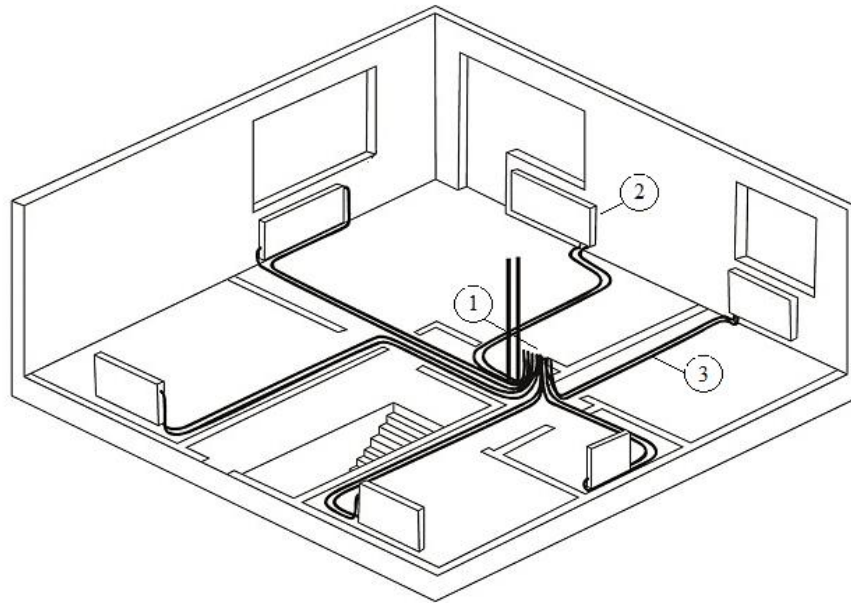
- Didelis buto šildymo sistemos autonomiškumas;
- Galima panaudoti senų stovų vietas, nereikia gręžti papildomų skylių;
- Geresnis šildymo srauto pasiskirstymas, nei vienvamzdėje šildymo sistemoje;
- Mažesnė sistemos išsibalansavimo rizika.

- Lengviau reguliuoti sistemą.

Trūkumai:

- Didesnė įrengimo kaina.

Kolektorinė šildymo sistema – tai pati pažangiausia šiluminė sistema, šildymo vamzdžiai paskirstyti individualiai kiekvienam butui. Ši sistema labai panaši į dvivamzdę, nes nuo radiatoriaus iki kolektoriaus eina du stovai: paduodamas ir grįžtamas. Ši sistema leidžia tiksliausiai apskaičiuoti kiekvieno buto šilumos sąnaudas. Įrengiant šią sistemą, prie kiekvieno buto įvado reikėtų numatyti po balansinį vožtuvą arba slėgio skirtumo reguliatorių. Šilumnešio srautas turi būti reguliuojamas termostatiniais ventiliais, kurie statomi prie kiekvieno radiatoriaus.^[7]



1.8 pav. Kolektorinė šildymo sistema.
1 - Kolektorius; 2 – Šildymo prietaisas; 3 – Šildymo vamzdeliai.

Kolektorinės šildymo sistemos pranašumai:^[7]

- Didelis buto šildymo sistemos autonomiškumas;
- Individuali kiekvieno buto apskaita;
- Individualus mikroklimato reguliavimas kiekviename bute;
- Butą galima atjungti nuo bendros sistemos nesutrukdant kitų butų šildymo.

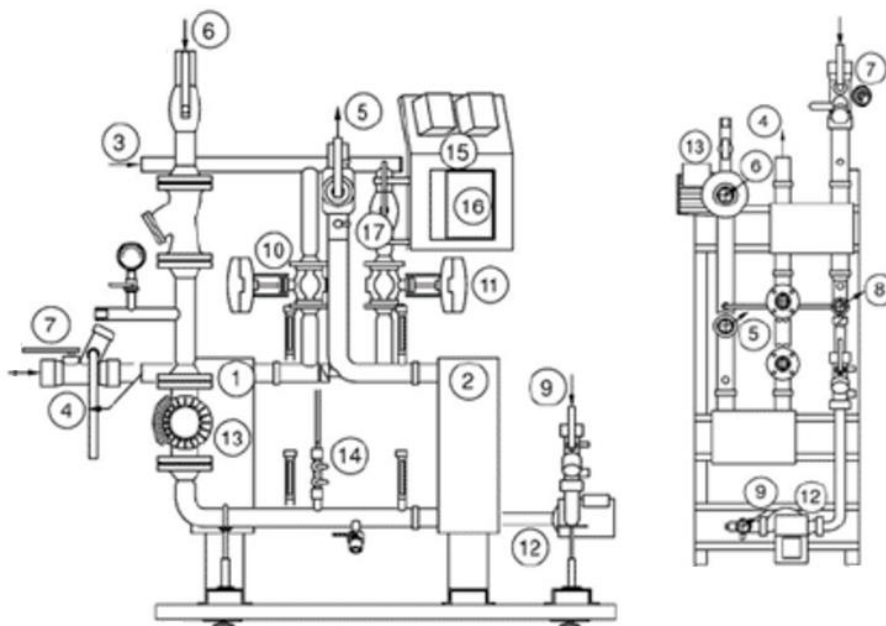
Trūkumai:

- Didelė pastatymo kaina;
- Būtina keisti visus vamzdynus;
- Daug darbų kiekviename bute, dėl to gali nesutikti su įrengimu buto gyventojai.

1.4 Šilumos punktai

Šilumos punktas – tai sistema, skirta šildyti pastatą ir ruošti karštą vandenį, kai šiluma tiekama iš centralizuoto šilumos tiekimo tinklų. Lietuvoje nemažai daugiabučių namų tebeturi senus šildymo punktus, kurių sistemos yra avarinės būklės, šilumos tiekia mažai (dėl prastos termoizoliacijos), o šildymo kainos tampa milžiniškomis. Tai atsitinka ir dėl to, kad šilumos punkto galimybės yra ribotos sumažinti šilumos kiekį iki reikiamo lygio. Todėl būtina juos modernizuoti, nes butų šiluma būtų ir prasideda nuo šilumos punktų.^[8]

Norint įrengti šiuolaikišką šilumos punktą, būtina automatizuoti. Tokia sistema reguliuoja šilumos energiją atsižvelgiant į lauko temperatūrą ir vartotojų poreikius, tai reiškia, kokią temperatūrą nustatys vartotojas, tokią – šilumos punktas ir tiekis. Tokie punktai taupo šilumos energiją, nes pavasarį ir rudenį šilumą galima susireguliuoti būtent tiek kiek jos reikia pastatui. Karšto vandens ruošimas yra itin ekonomišką, nes punktas paruošia reikiamą ir pakankamą temperatūrą. Tokiose sistemose yra integruotos sistemos, kurios užtikrina tolygų šilumos kiekio pasiskirstymą daugiabutyje.^[8]



1.9 pav. Automatizuotas šilumos punktas

Šilumos punkto įranga: 1 – Šilumokaitis karštam vandeniui ruošti; 2 – Šilumokaitis šildymui / vėdinimui; 3 – Termofikato paduodama linija; 4 – Termofikato grįžtama linija; 5 – Į šildymo sistemą paduodama linija; 6 – Iš šildymo sistemos grįžtama linija; 7 – Šalto vandens tiekimo linija; 8 – Karšto vandens tiekimo linija; 9 – Karšto vandens cirkuliacinė linija; 10 – Reguliavimo vožtuvas karštam

vandeniui; 11 – Reguliavimo vožtuvas šildymui / vėdinimui; 12 – Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui; 13 – Siurblys šildymui / vėdinimui; 14 – Ventilis šildymo sistemos papildymui; 15 – Elektroninis reguliatorius; 16 – Siurblių valdymo blokas; 17 – Ventilis šildymo atjungimui vasaros sezono metu.^[8]

Modernizuojant šilumos punktą, geriausia būtų senus vamzdynus keisti naujais, o vėliau juos tinkamai termoizoliuoti, kad šilumnešis neprarastų energijos nepasiekęs tikslo.

1.5 Karšto ir šalto (geriamojo) vandens sistemos

Daugiabučiuose namuose vanduo būna tiekiamas:

- Karštas,
- Šaltas.

Karštas vanduo daugiabučiuose ruošiamas šilumos punktų sistemoje esančiuose šilumokaičiuose. Kad iki virtuvės, vonios kambario, gyvatuko atitekėtų karštas vanduo ir vamzdynuose nesiveistų bakterijos, sistemoje turi būti nuolatos užtikrinta reikiamos temperatūros cirkuliacija (ne žemesnė nei 50 °C). Karšto vandens vamzdynai turi būti tinkamai izoliuoti, kad neprarastų šilumos ir neperduotų jos aplinkai. Modernizuojant šilumos sistemą, geriausia būtų vamzdynus keisti iš pagrindų, nes senesnių daugiabučių namų vamzdynų tarnavimo laikas pasibaigęs. Geriausia būtų naudoti lituojamus polipropileno arba daugiasluoksnio vamzdžius, kurie pasižymi ilgaamžiškumu, nekoroduoja, t. y. vidinis skersmuo dėl rūdžių nesusiaurės ir neatsiras vandens spaudimo kritimas.^[9]

Šalto vandens sistema turbūt viena paprasčiausių iš inžinerinių sistemų, šaltas vanduo į pastatą atiteka per įvadą iš miesto ir per šalto vandens stovus cirkuliaciniais siurbliais paduodamas į daugiabučio butus. Renovuojant šalto vandens sistemą, kaip ir karšto, geriausia būtų vamzdžius pakeisti moderniais šiuolaikiškais vamzdžiais, kad nekistų spaudimas.

1.6 Elektros sistemos

Elektros instaliacija – tai elektros laidų ir elektros įrenginių integravimas bute. Senos statybos daugiabučių namų elektros instaliacija ir įvadai yra atgyvenę, jų galia per silpna. Niekas nesitikėjo, kad bus tiek daug elektros prietaisų ateityje. Šiandieninių butų elektros lizdai yra apkrauti, todėl kyla rizika dingti elektrai, išmušti saugiklius ar net kilti gaisrui. Elektros laidai yra per mažo skerspjūvio aptarnauti atsiradusius papildomus imtuvus, o, be to, ir lizdų yra per mažai.

Pasirengti elektros instaliacijos modernizavimui yra gan sudėtinga. Ne visi daugiabučio namo gyventojai sutiktų aukoti savo atliktą remontą butuose, nes daugelis naujos elektros instaliacijos darbų galimai pažeistų apdailą. Bet jeigu visgi nuspręsta modernizuoti, tai pirmiausia reikėtų perskaičiuoti reikiamą elektros įvado galingumą namui, tai padėtų išspręsti galios nepriteklių šiandieniniams poreikiams. Vėliau atnaujinti elektros skirstymo ir apskaitos skydelius, keisti senus aliuminio laidus į varinius, nes varis geresnis laidininkas, atsparesnis korozijai ir lankstesnis. Įrengti judesio daviklius laiptinėms apšviesti ir naudoti elektros energiją taupančias lemputes.

2. DAUGIABUTIS GYVENAMASIS NAMAS KURIAME MODERNIZUOJAMOS INŽINERINĖS SISTEMOS

2.1 Daugiabučio gyvenamojo namo Molainių g. 56, Panevėžyje, apžvalga

Namas pastatytas ir pradėtas eksploatuoti 1985 metais. Praėjus 31 metams, pastato inžinerinės sistemos smarkiai susidėvėjo ir būtina jas modernizuoti. Kiekviename namo bute yra įrengtos ventiliacijos angos, kurios sueina į ventiliacijos šachtas. Šios yra užsikibusios ir oras beveik necirkuliuoja. Namų lietaus, vidaus ir išorės kanalizacija yra ketinė. Lietaus vanduo, per nuolėdžius ant stogo, subėga į įlajas, iš kurių vanduo suteka į vidinį lietaus nuvedimo stovą. Šis stovas jau yra pažeistas, o tekantis lietaus vanduo labai girdisi. Kiekvienoje laiptinėje butų buitinė vidaus kanalizacija sueina į stovus. Butų nuotekų sistema yra užsikibusi rūdimis ir nuosėdomis, iš kanalizacijos juntamas blogas kvapas, o sujungimų vietose trūksta sandarumo. Per bendrą kanalizacijos stovą, tekant nuotekoms, girdimas garsas. Pastato perimetru reiktų tvarkyti drenažinę sistemą, valyti šulinių stovus, o aplink pamatus įrengti lietaus nuvedimą. Pastato šildymo sistema yra vienvamzdė su apatiniu paskirstymu, vamzdžiai – plieniniai. Sistema išbalansuota, kai kur temperatūros perteklius, o kai kur temperatūrinis nuostolis. Šildymo sistemos slėgis nestabilus. Vamzdžiai avarinės būklės, vietomis pažeisti ar paveikti korozijos. Vidinė vamzdžio dalis apsinešusi apnašomis. Kaikuriuose butuose šildymo prietaisų galios perteklius. Pastato šiluminį punktą aptarnauja centralizuotas šilumos tiekimo tinklas. Esamo šiluminio punkto esminiai trūkumai: 1) užima didelį plotą; 2) vamzdynų izoliacija pažeista arba išvis jos nebelikę (dėl izoliacijos nebuvimo šilumnešis praranda temperatūrą); 3) reikia daug priežiūros skirti sistemos įrenginiams ir tikrinti ar nėra nuotėkių; 4) sistema nesuteikia gyventojams galimybės mažinti šilumos suvartojimą ir dirba neekonomišku režimu. Karštas vanduo daugiabučiui namui ruošiamas šiluminio punkto šilumokaitėje. Nors vanduo ir įgauna reikiamą temperatūrą, bet dalį jos praranda cirkuliacijos metu, dėl vamzdžių termoizoliacijos nebuvimo. Karšto vandens cirkuliaciniai siurbliai prastai varinėja vandenį, dėl to atsiranda per mažas spaudimas. Šaltas vanduo į pastatą ateina iš miesto magistralės. Iš įvado į kurį ateina magistralė, vanduo, cirkuliaciniu siurbliu, paduodamas į šalto vandens stovus. Nuo stovų vanduo keliauja atskirai į kiekvieną butą. Šios šalto vandens sistemos būklė taip pat prasta. Vamzdžiai vietomis pažeisti arba parudiję, vamzdžio vidus pilnas kalkių ir kitokių nuosėdų, dėl to kritęs šalto vandens spaudimas. Elektra į pastatus ateina iš vietinės skydinės. Iš pastato įvado, elektros magistralė keliauja į laiptinių elektros skirstymo ir

apskaitos skydelius, o iš ten į butus. Pastato butų įvadai yra per mažos galios ir nebeatitinka šiuolaikinių reikalavimų. Pastato magistralių ir butų instaliacijos kabelių gyslos yra iš aliuminio, kas didina oksidacijos riziką. Trūksta apsaugos sistemų, prastas instaliacijos išvedžiojimas butuose, mažai jungiklių.

2.2 Inžinerinių sistemų modernizavimas daugiabutyje

Įvygdžius pastato inžinerinių sistemų modernizavimą, pastatas tapo patrauklesnis, ekonomiškesnis, praktiškesnis ir saugesnis. Atliekant, pagal projektą numatytus, naujinimo darbus, buvo perdaroma butų ventiliacijos sistema, kapitališkai tvarkoma lietaus nuvedimo ir buitinė kanalizacija, keičiamas šildymo sistemos tipas kartu su visais vamzdynais, kapitališkai keičiamas ir automatizuojamas šiluminis punktas, keičiami karšto ir šalto vandens stovai ir vygdomi elektros sistemos modernizavimo darbai.

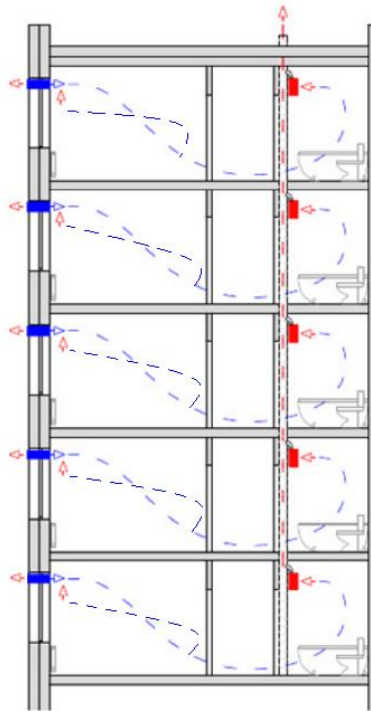
2.2.1 Naujos vėdinimo sistemos formavimas

Įvertinus esamą daugiabučio namo ventiliaciją ir nustačius, kad ji nebeatitinka šiuolaikinių reikalavimų ir prastai vėdina, buvo nuspręsta kapitališkai modernizuoti ventiliacijos sistemą daugiabutyje. Renkantis koks bus vėdinimas, buvo atsižvelgta į sistemos įrengimo kainą, grįžtamos šilumos efektyvumą, žemiausią galimą darbinę temperatūrą ir oro srautą. Daugiausiai privalumų turėjo mini rekuperacinė, keramikinė vėdinimo sistema. Ši sistema leido sutaupyti: 1. daugybe valandų darbo, nes šiai sistemai ortakynas nereikalingas; 2. pinigų, nes sistema pigesnė lyginant su alternatyvom. Ir tuo pačiu suteikė reikalingą oro srautą patalpoms ir galimybę dirbti prie žemos temperatūros. Kad sistema funkcionuotų tinkamai ir teiktų maksimalią naudą, ji turėjo būti gerai apgalvota. Daugabučio pastato butų patalpos buvo suskirstytos į paduodamo-šalinamo oro (miegamieji, valgomieji, svetainės) ir šalinamo oro (vonios kambariai, tualetai) zonas. Pagrindinis tikslas buvo sudaryti tokią sistemą, kurioje padavimo-šalinamo oro zonose esantys mini rekuperatoriai ištraukinėtų blogą orą ir paduotu šviežią orą su minimaliais šiluminės energijos nuostoliais. Siekta, kad šviežias oras keliautų link šalinamo oro zonų ir ten būtų ištraukiamas ventiliatoriais. Toliau buvo siekiama apitiksliai nustatyti oro pasiskirstymą patalpose. Nustatant reikiamą oro pasiskirstymą patalpose buvo remiamasi patalpų plotais.^[10]

1 lentelė. STR oro pasiskirstymo normos patalpoms (STR 2.09.02:2005 1 priedas)^[11]

Patalpa	Formulė
Svetainė	plotas * 1,8 m ³ /h
Miegamasis	plotas * 2,5 m ³ /h
Valgomasis	plotas * 1,8 m ³ /h
Vonios kambarys	54 m ³ /h patalpai
Tualetas	36 m ³ /h patalpai

Išsiaiškinus ir atsižvelgus į reikiamą nominalu oro pasiskirstymą patalpose, miegamuosiuose, valgomuosiuose, bei svetainėse buvo numatyta po vieną mini rekuperatorių su Ø160 mm skersmens padavimo orlaide. Mini rekuperatoriaus tipas parinktas „Lunos e²“. Lauko atitvaroje buvo gręžiama 160mm skylė ir joje surinkinėjamas įrenginys. Šis mini rekuperatorius gali dirbti keturiom pavarom. Dirbant pirma pavara, rekuperatorius praleidžia 18 m³/h ir išsaugo 90 % šilumos, antra pavara praleidžia 31 m³/h ir išsaugo 75 % šilumos, trečia praleidžia 38 m³/h ir išsaugo 67 % šilumos, ketvirta praleidžia 60 m³/h ir išsaugo 42 % šilumos.^[4] Įrengus mini rekuperatorius sekantis žingsnis buvo restauruoti senas vėdinimo šachtas. Jų paskirtis pritaikyta šalinti orą iš sanitarinių patalpų. Šachtos buvo valomos ir į jas ileidžiami ortakiai. Pasirinkti, kokie ortakiai stovės ištraukimo šachteje buvo trys variantai: plastikiniai, gofruoti ar cinkuotos skardos. Gofruoti nors ir labai praktiški ir patogūs montuoti, bet jų buvo atsisakyta, dėl nelygaus jų paviršiaus, siekiant išvengti triukšmo. Plastikinių atsisakyta dėl degaus paviršiaus ir pasirinkti cinkuotos skardos ortakiai, nes pastarieji turi lygų ir nedegų paviršiu ir yra ilgaamžiai. Toliau reikėjo parinkti ištraukimo šachtos ortakio diametrą. Susumavus ištraukiamo oro kiekį iš visų butų sanitarinių patalpų, esančiu ties stovu, nuspręsta naudoti Ø 160 mm skersmens ortakyną. Į išmetamo oro šachtą kiekvienoje sanitarinėje patalpoje pajungti ištraukiamieji ventiliatoriai Silvento KL 30/60 su laikmačių ir drėgmės matuokliu. Ventiliatoriai montuojami po tinku sienose ir gali būti kombinuojami su šviesos jungikliais.^{[10][12]}



2.1 pav. Daugiabučio pjūvis su mini rekuperacine ventiliacijos sistema. Mėlyna spalva pavaizduoti mini rekuperatoriai, raudona – ištraukiamieji ventiliatoriai.

2.2.2 Nuotekų sistemos atnaujinimas

Senos esančios buitinių, lietaus nuotekų ir drenažo sistemos daugiabutyje yra labai prastos būklės, tad nuspręsta kapitališkai keisti ir modernizuoti jas iš pagrindų.

Darbai prasidėjo nuo vidaus buitinių nuotekų rekonstravimo darbų. Pagal projektą, nuotekų vamzdžiai buvo klojami toje pačioje vietoje, kur stovėjo seni. Buvo šalinami visi seni ketiniai įvadiniai vamzdžiai į butų sanitarines patalpas ir klojama nauja vidaus kanalizacija. Daug dėmesio skirta besirenkant vamzdžius. Stengtasi mažiau taupyti medžiagų kokybei ir parinkti kuo ilgaamžiškesnius ir komfortiškesnius vamzdžius. Buvo parinkti Wavin Optima, struktūriniai polivinilchlorido (PVC) plastiko storasieniai vidaus nuotekų vamzdžiai, pagal europos EN1453 standartą. Šie vamzdžiai gerai slopina garsą, turi mažą šilumos plėtimosi koeficientą ($0,06 \text{ mm/m} \cdot \text{C}$) ir pakankamai atsparūs ugniai (degumo klasė – B-s2,d0).^[13] Toliau buvo parinkinėjami, vidaus nuotekų, vamzdžių diametrai. Iš praustuvių, vonių, dušų buvo išvedžiojama DN 50 mm, iš tualetų DN 110 mm skersmens vamzdžiai, kurie pereina į DN 110 mm skersmens vamzdžius, o šie keliauja į buitinių nuotekų kanalizacijos stovus. Šie ketiniai kanalizacijos stovai buvo ardomi ir statomi nauji iš tokių pačių PVC plastiko DN

110 mm skersmens vamzdžių, kokie buvo naudojami sanitarinėms patalpoms. Šie stovai driekiasi nuo penkto aukšto iki rūšio, ten sueina į vieną bendrą DN 160 mm vamzdį, o iš jo išeiną į miesto kanalizaciją. Pastato buitinių vidaus nuotekų kanalizacijai kirtus pastato pamatus, buvo pereinama į lauko kanalizacijos DN 160mm skersmens vamzdžius, kurie kurkas daugiau apsaugoti nuo aplinkos poveikių, tokių kaip žema temperatūra ar gniuždymas.

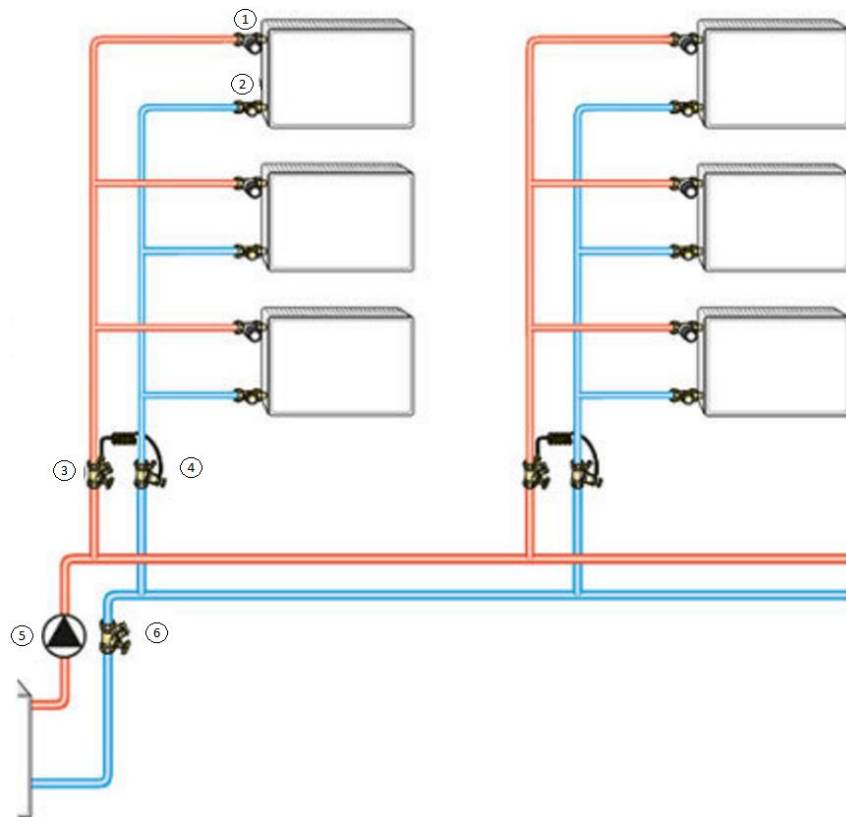
Sutvarkius buitinių nuotekų sistemą, pradėta tvarkyti lietaus kanalizaciją. Namo lietaus kanalizacija yra vidinė, tai reiškia, kad kiekvienoje laiptinėje stovi po du lietaus nuvedimo stovus, iš viso per tris laiptines – šeši stovai. Pagrindiniai kanalizacijos stovų kriterijai buvo ilgaamžiškumas ir garso slopinimas, tad seni ketiniai stovai buvo ardomi ir konstruojami nauji iš PVC plastiko Wavin Optima vidaus kanalizacijos, DN 110 mm skersmens, vamzdžių. Visi šeši stovai nuo stogo keliauja į rusį, ten seni lietaus nuvedimo vamzdžiai ardomi ir keičiami naujais. Nuo kiekvieno stovo, lietaus vanduo subėga į vieną bendrą DN 160 mm vamzdį, iš kurio, išėjus per namo pamatą, subėga į lauko kanalizacijos vamzdžius, kurie keliauja į kanalizacijos šulinių stovus. Kiekvienas šulinio stovas buvo valomas nuo susidariusių apnašų. Aplink pastatą, perimetru, išbetonuotos 0,5 m nuogrindos, kad lietaus ar tirpstančio sniego vanduo, tekėtų ne pamatų link, o tolyn nuo namo. Pastato teritorijoje pagal projektą buvo numatyta rekonstruoti seną užsikišusią drenažo sistemą. Buvo atkasinėjamas senas drenažas, seni drenažo vamzdžiai šalinami. Ten kur eis drenažinis vamzdis, po juo buvo klojama 20 cm smėlio paklodė ir kruopščiai patikrinama ar nėra didesnių akmenų. Tada klojami DN 113 mm skersmens drenažiniai vamzdžiai su kokoso plaušu, kuris apsaugo nuo sunkiųjų dalelių ir daugiau atsparesnis vamzdžio užsikimšimui. Pakloti drenažo vamzdžiai buvo užpilami 20 cm storio smėliu, paženklinama vamzdžio magistralė ir galutinai užpilama senu gruntu. Drenažinis grunto vanduo nuvedamas į drenažinius šulinio stovus. Kad vanduo, gausių kritulių metu, nepakiltu į drenažo sistemą, vidinėje šulinio dalyje, buvo įrenginėjamas atbulinis vožtuvas, kuris pajungtas prie drenažo vamzdžio.^[14]

2.2.3 Šildymo sistemos tipo keitimas ir jos renovacija

Norint pasiekti maksimalų efektą šildant patalpas, daugiabučio pastato šildymo sistemą, buvo nuspręsta perplanuoti ir kapitališkai sutvarkyti. Pagal techninį projektą, buvo numatyta nerestauruoti senos vienvamzdės šildymo sistemos su apatiniu paskirstymu, o perdaryti ją į dvivamzdę. Taip nuspręsta dėl to, kad palikus seną vienvamzdę sistemą, laikui bėgant lieka per didelė rizika jai vėl išsibalansuoti ir prarasti tinkamą šilumos pasiskirstymą.

Prieš prasidedant darbams, buvo sprendžiama kokios sandaros vamzdžius parinkti naujai dvivamzdei šildymo sistemai. Rinktasi iš dviejų variantų: polipropileno ir daugiasluoksnių vamzdžių. Nuspręsta montuoti brangesni, bet patikimesnį daugiasluoksnių KERMI vamzdį dėl didesnių jo privalumų, nei PPR lituojamų vamzdžių atžvilgiu. Šie vamzdžiai gamykliškai gaminami 100m ritiniuose, tai reiškia, kad bus galima išvengti kur kas daugiau sujungimų, nei PPR, kurie gamykliškai gaminami po 4m. Be to jie yra lankstūs ir galima jiems suteikti bet kokią formą. Šių vamzdžių vidus yra padengtas pažangia aliuminio folija, kuri atspindi šilumą atgal į vidų, o tai lemia šilumos ekonomiškumą. Vamzdžiai atitinka EN ISO 21003 standartą, jų darbinė temperatūra 95° C, o darbinis slėgis 10 bar. Tai reiškia, kad daugiabučiui namui atitinka visus keliamus kriterijus. Vamzdžiams montuoti yra dviejų rūšių sujungimai, presuojami ir veržiami. Pasirinktos presuojamos KERMI jungtys. Užpresuotom jungtym nėra rizikos laikui bėgant atsiveržti. Daugiabučio šildymo sistemai išvedžioti parinkti DN 25mm daugiasluoksniai vamzdžiai.^[15]

Darbams prasidėjus, seni plieniniai stovų vamzdžiai buvo ardomi. Juos išardžius butų lubose buvo gręžiamos skylės, papildomo stovo įrengimui. Vienas stovas – tiekiamas, kitas – grįžtamas. Įrenginėjant vamzdžius, sujungimus stengtasi įrengti kiek įmanoma labiau prieinamoje vietoje. Prieš šildymo prietaisus, buvo įrenginėjami automatiniai termostatiniai ventiliai su termostatinėmis galvomis, kas reiškia patalpai iššylus iki reikiamos temperatūros, jis prisidaro ir mažina atitekamą srautą į radiatorių, srautas palapsniui mažėja ir stove. Kad išvengti kituose butuose srauto kitimų, stovų apačioje buvo montuojami automatiniai balansiniai ventiliai, su slėgio perkryčio reguliatoriais. Prieš ir po kiekvieno įrenginio buvo montuojami ventiliai, kad reikalui esant būtų galima lengviau juos pakeisti. Galutiniame rezultate, suvartojama tik tiek šilumos, kiek reikia norimai temperatūrai pasiekti, bet tuo pačiu neišbalansuojant srauto kituose butuose, taip pat sudaromos sąlygos į kiekvieną šildymo prietaisą paduoti vienodos temperatūros termofikata.



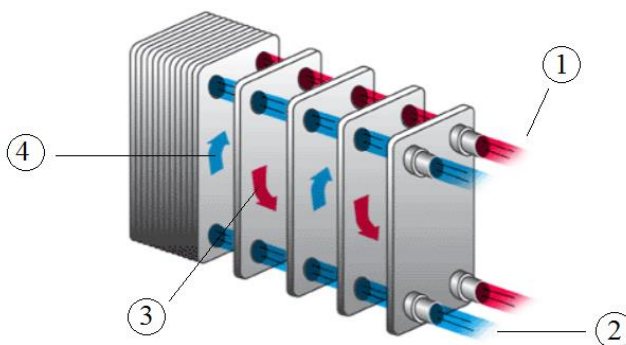
2.2 pav. Daugiabučiui namui įrenginėjama stovinė dvivamzdė šildymo sistema. 1 – termostatinis ventilis; 2 – grįžtamo srauto ventilis; 3 – balansinis ventilis; 4 – slėgio skirtumo reguliatorius; 5 – siurblys; 6 – balansinis ventilis.

Baigus montuoti stovus, buvo tikrinama esamų šildymo prietaisų kokybė. Seni susidėvėję radiatoriai, buvo keičiami į naujus ketinius, VIADRUS radiatorius. Taip pat didelis dėmesys skirtas patikrinti esamų, daugiabučio namo, butų radiatorių galingumus, nes šildymo prietaiso galia turi atitikti paskaičiuotą, tai būtų patalpai, projektinę galią. Jei būtų šeimininkai piktnaudžiauja šildymo prietaiso galingumu, kyla rizika išbalansuoti šildymo sistemą.

2.2.4 Šilumos punkto automatizavimas

Siekiant daugiabutyje sumažinti mokesčių kainas ir sutaupyti energijos, būtina automatizuoti pastato šiluminį punktą. Esama elevatorinė šilumos tiekimo sistema su paskirstomąją ir uždromąją armatūra, vandens filtrais, kontrolės matavimo prietaisais, karšto vandens ruošimo šilumokaičiu ir kt. prietaisais buvo keičiama į automatizuotą sistemą.

Sistemoje karšto vandens ruošimui ir šildymui/vėdinimui įrengti du individualus plokšteliniai šilumokaičiai, kuriuos sudaro tarpusavyje sujungtos reljefiško paviršiaus plokštelės su kanalais. Veikimo principas – į šilumokaitį atiteka du skirtingų temperatūrų vandens srautai. Plokštelės išdėstytos taip, kad tekančio vandens srauto energija, plokštelių tarpeliais, nuolat yra pakreipiama 180° kampu. Tarp šių srautų vyksta temperatūriniai mainai. Karštas vanduo perduoda savo temperatūrą šaltesniam vandeniui, kuris sušylęs keliauja į šildymo sistemą.^[16]



2.3 pav. Plokštelinis šilumokaitis. 1 – karštas vanduo; 2 – šaltas vanduo; 3 – karštas srautas; 4 – šaltas srautas.

Užtikrinto karšto ir šalto vandens srauto palaikymui pastate, šiluminiame punkte, įrengti trys naujos kartos elektroniniai cirkuliaciniai siurbliai. Siurblys karštam vandeniui, siurblys šaltam vandeniui ir siurblys šildymui. Šie siurbliai turi aukštą energetinę klasę (A+++), ir pasižymi dideliu ekonomišku juos eksploatuojant, be to jie gali automatiškai valdyti diferencialinį slėgį, keičiant siurblio apsukas, pagal slėgio didumo poreikį.

Modernizuojant šiluminį punktą, įrengta moderni šilumos automatika, kuri reguliuoja šilumos energijos ir karšto vandens gaminimą ir tiekia pastatui tiek šilumos ar vandens, kiek reikia. Taip sudaroma galimybė taupyti. Taip pat įrengti nauji kontrolės ir apskaitos prietaisai.

Seni, susidėvėję šiluminio punkto vamzdiniai buvo keičiami naujais daugiasluoksniu vamzdžiais. Karšto vandens tiekimo magistralės buvo izoliuotos termoizoliacija, kad tekantis vanduo neprarastu šiluminės energijos. Įrengti nauji vandens filtrai.

2.2.5 Elektros sistemos modernizavimas

Dabartinė, daugiabučio namo, elektros sistema ir jos instaliacija jau yra atgyvenusi ir norint išvengti rūpesčių, kilusių su elektra, būtina ją atnaujinti ir modernizuoti. Elektros sistemos modernizavimo procesas prasidėjo nuo skaičiavimų. Į pastato butus numatyta atvesti dviejų tipų įvadus: trifazį ir vienfazį. Trifazis galingiems įrenginiams, vienfazis – buitiniams prietaisams ir technikai. Susumavus potencialių elektros imtuvų kiekių galią, buvo paskaičiuota įvadų ateinančių į pastato butus reikiamas galingumas (trifazis – $P = 10 \text{ kw}$, vienfazis $P = 5\text{kw}$)^[17], kurie galėtų aprūpinti reikiamu elektros kiekiu. Kad nebūtų viršijama apkrova, kiekvieno buto elektros įvaduose, sumontuoti apsauginiai saugikliai. Jie paskaičiuoti pagal formulę:

$$I = P/U^{[17]} \quad (1)$$

čia: I – srovė (A); P – galia (W); U – įtampa (V).

Pagal formulę, buto trifaziam tinklui, įvadinio saugiklio nominalioji vertė negali būti didesnė nei 25A, o vienfaziam – 22A. Kamštiniai saugikliai pakeisti į automatinius. Butuose išvedžioti nauji variniai laidai, vietoj senų aliuminių. Laidų diametras parinktas pagal įvadų galingumą. Šiuo atveju vienfaziam tinklui reikalingi DN 2,5mm gyslos skersmens laidai, o trifaziam – DN 1,5mm.^[18] Laidai iškloti sienų kanaluose. Daugiabučio pastato laiptinėse, atnaujinti elektros skirstymo ir apskaitos skydeliai. Kiekvienam butui įvesti dienos ir naktinės apskaitos režimai. Butuose įrengta papildomų apkrovas atitinkančių kištukinių lizdų. Butų laiptinėse įrengti judesio davikliai, pastato lauko apšvietimui panaudotos ekonomiškos fluorescencinės lempos. Kiekvienai butų patalpai numatyti tinklo įtampos atjungikliai, o butų patalpose įrengti šviesos reguliatoriai. Visi šie įrenginiai suteikia galimybę taupyti elektros energiją.

3. TIRIAMOJI DALIS

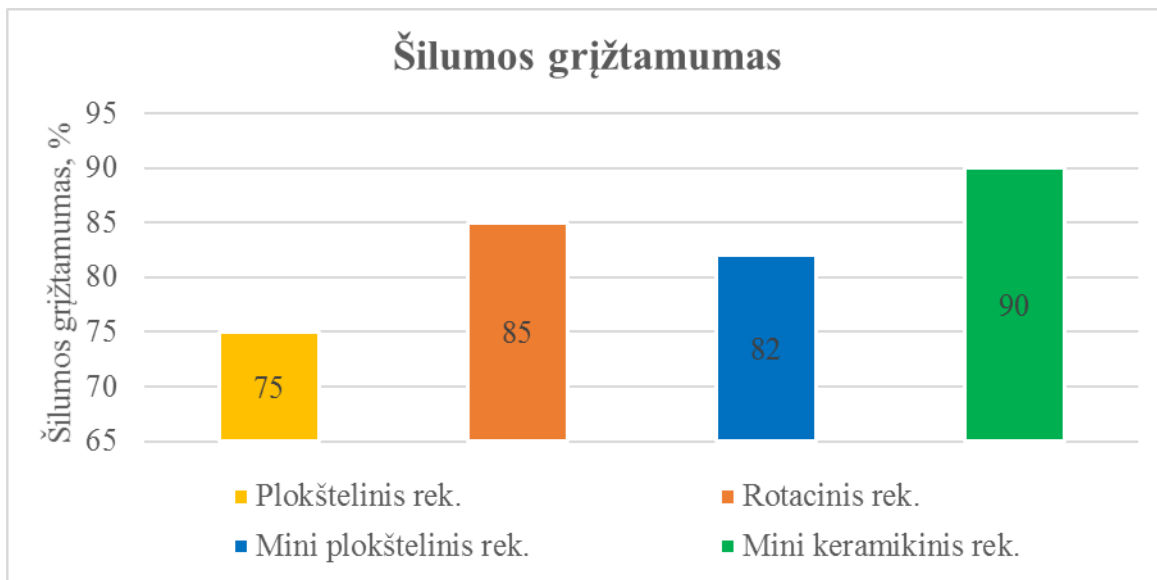
Tiriamajai daliai atlikti, pasitelktas empirinis tyrimas. Empirinis tyrimas – tai reikalingos informacijos gavimas, esant kontaktui tarp tyrėjo ir tiriamo objekto. Šiuo tyrimu tirta, kaip teigiamai daugiabučio namo inžinerinių sistemų modernizavimas, paveikė pastatą ir jo gyventojus. Pagal gautus duomenis iš AB „Panevėžio energija“, AB „Lesto“ ir daugiabučio gyventojų, sulyginami šilumos, elektros ir karšto vandens mokesčiai, prieš ir po modernizacijos. Apžvelgiama atnaujintos vėdinimo sistemos, nuotekų, šildymo sistemos, šiluminio punkto, elektros tinklo naudingumas. Iš gautų tyrimo rezultatų sudarytos diagramos, kuriose vaizduojami mokesčių, energetinių ir techninių išteklių rezultatai prieš ir po modernizacijos.

3.1 Daugiabučio namo Molainių g. 56, vėdinimo sistemos parinkimas

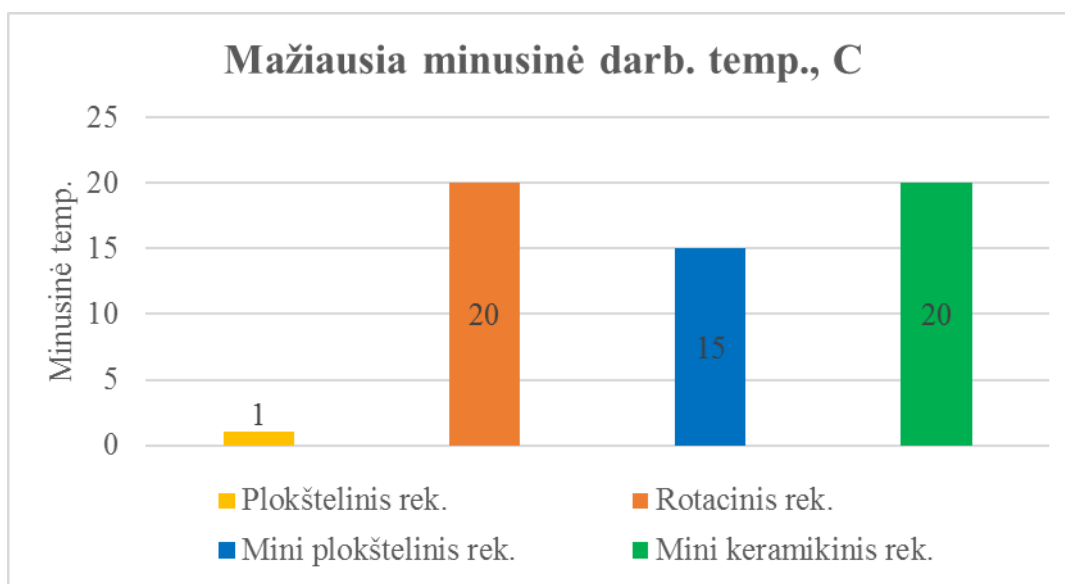
Norint išsiaiškinti kokia rekuperacinė sistema duos didžiausią naudą, lyginami buvo keturi rekuperatorių tipai, dviejų kambarių butui (48,45 m²), numatant po vieną plokštelinį arba rotacinį (visam butui), arba po vieną (miegamajame, salione ir virtuvėje) mini plokštelinį ar keramikinį rekuperatorių.

2 lentelė. Keturių tipų rekuperatorių techninės sąvybės

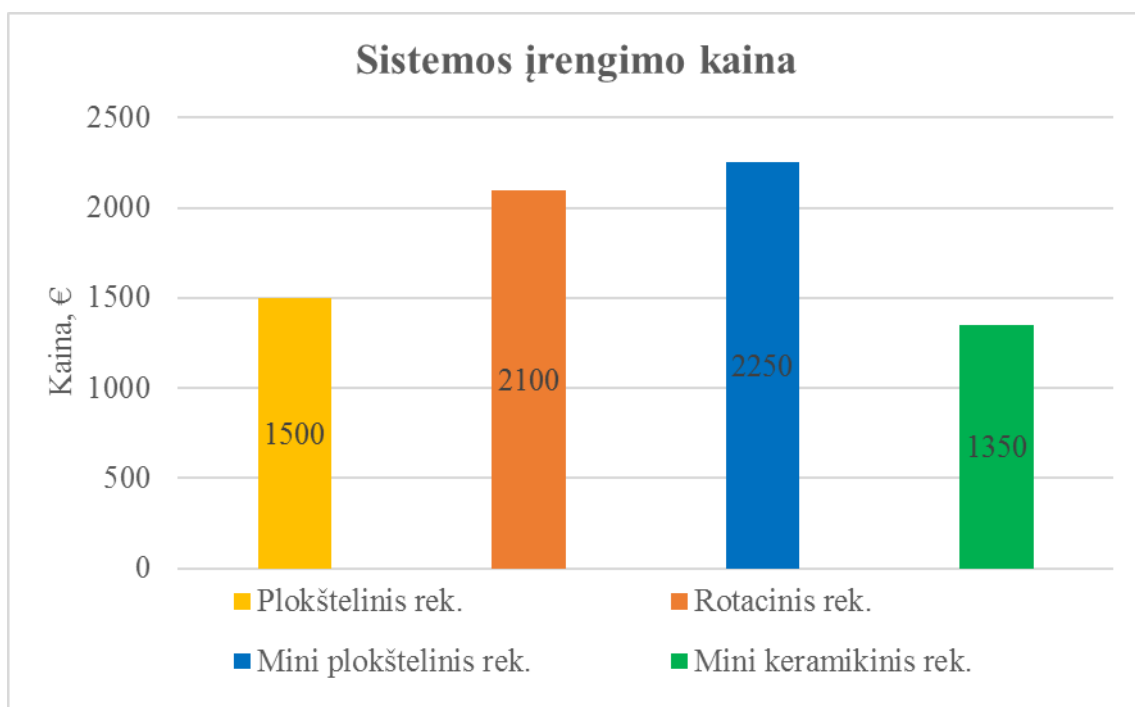
Rekuperatoriaus tipas	Šilumos grąžinimas	Maž. galima darb. temp.	Sistemos kaina	Oro pralaidumas	Ar reikalingi ortakiai?
Plokštelinis	75 %	-1 °C	min ~1500 €	650 m ³ /val	Taip
Rotacinis	85 %	-20 °C	min ~2100 €	700 m ³ /val	Taip
Mini plokštelinis	82 %	-15 °C	min 3x ~750 € (2250 €)	3x55 m ³ /val	Ne
Mini keramikinis	90 %	-20 °C	min 3x ~450 € (1350 €)	3x60 m ³ /val	Ne



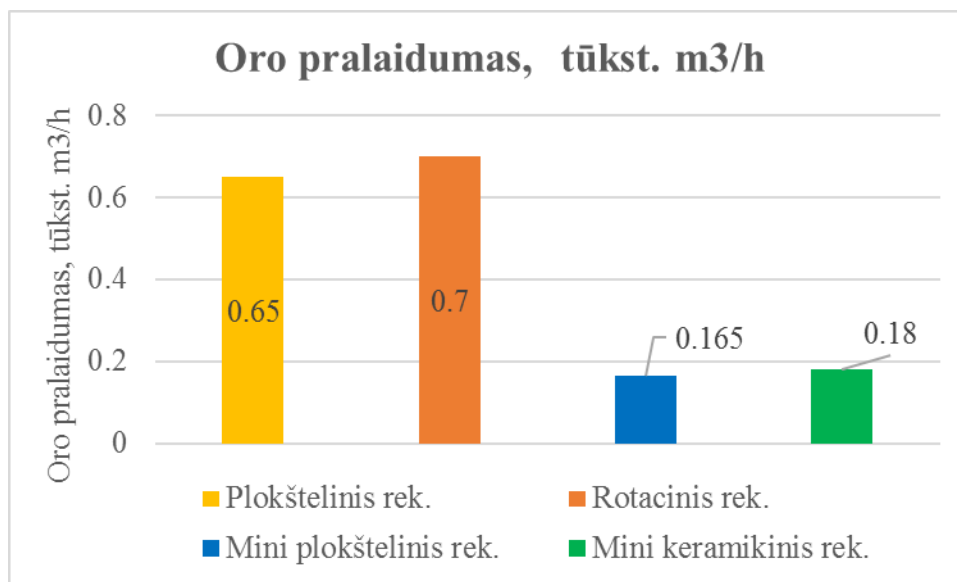
3.1 pav. Šilumos grįžtamumas pagal skirtingą rekuperatoriaus tipą



3.2 pav. Rekuperatorių galima žemiausia darbinė temperatūra



3.3 pav. Rekuperatorių įrengimo kaina 48,45 m² bute.



3.4 pav. Rekuperatorių oro pralaidumas

Sulyginus keturis rekuperatorius nustatyta, kad optimaliausias variantas yra – mini keramikinis rekuperatorius, nes:

1. Šiam rekuperatoriui nereikia ortakyno (tai yra didelis plusas, nes išvengiama vamzdžių, kurie gadina vaizdą ir maksimaliai išsaugoma apdaila nepažeista).
2. Šis rekuperatorius turi didžiausią šiluminį grįžtamumą, lyginant su alternatyvomis.
3. Gali dirbti prie žemesnės temperatūros nei kiti, išskyrus rotacinį rekuperatorių.
4. Iš visų keturių tipų yra pigiausia sistema.
5. Oro pralaidumas šiam rekuperatoriui gal vienas iš žemiausių, bet tikrai užtektinas tokioms mažoms patalpoms.

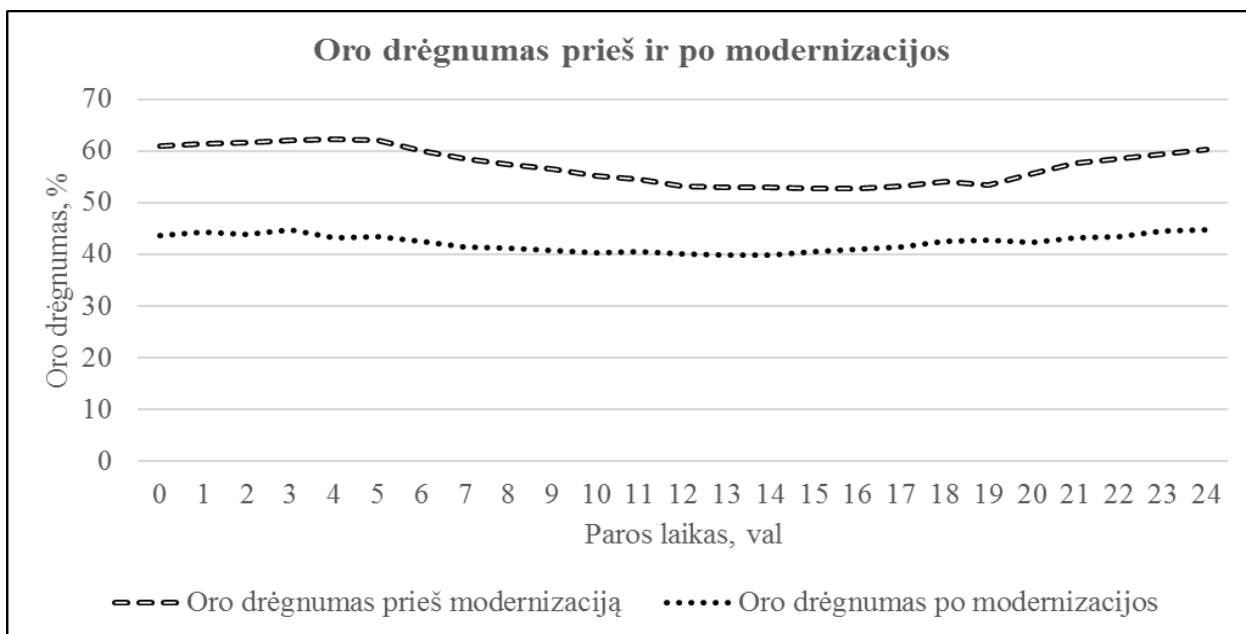
3.2 Oro drėgnumas prieš renovaciją ir po jos ir rekuperatoriaus techniniai rodikliai

Atnaujinus daugiabučio pastato ventiliacinę sistemą, patalpos tapo sveikesnės žmogui. Sveika žmogui, aplinkos santykinė oro drėgmė 35-60 % - šaltuoju metų laiku ir 35-65 % - šiltuoju. Norint nustatyti, kokią įtaką buto aplinkai padarė nauja rekuperacinė sistema, buvo atliekamas santykinės oro drėgmės tyrimas, 48,45 m² ploto bute, prieš modernizaciją ir po jos. Tyrimui atlikti buvo parinkti šaltieji sezonai, kai lauke buvo ~ -5 °C. Oro drėgmės prietaisu, drėgnomačiu, kas valandą matuota santykinė oro drėgmė, esanti patalpose. Tyrimas truko parą laiko.

3 lentelė. Santykinė oro drėgmė, bute, kiekvieną valandą, visą parą.

Paros laikas, val	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Oro drėgmė prieš modernizaciją, %	60.9	61.4	61.5	62.1	62.2	62.0	60.1	58.4	57.4	56.4	55.2	54.5	53.1
Oro drėgmė po modernizacijos, %	43.69	44.2	43.8	44.7	43.2	43.4	42.5	41.4	41.2	40.8	40.4	40.6	40.1
Paros laikas, val	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Oro drėgmė prieš modernizaciją, %	52.9	53.0	52.8	52.7	53.1	54.1	53.3	55.6	57.7	58.5	59.3	60.2	
Oro drėgmė po modernizacijos, %	39.8	39.9	40.5	40.9	41.4	42.5	42.7	42.4	43.1	43.5	44.6	44.7	

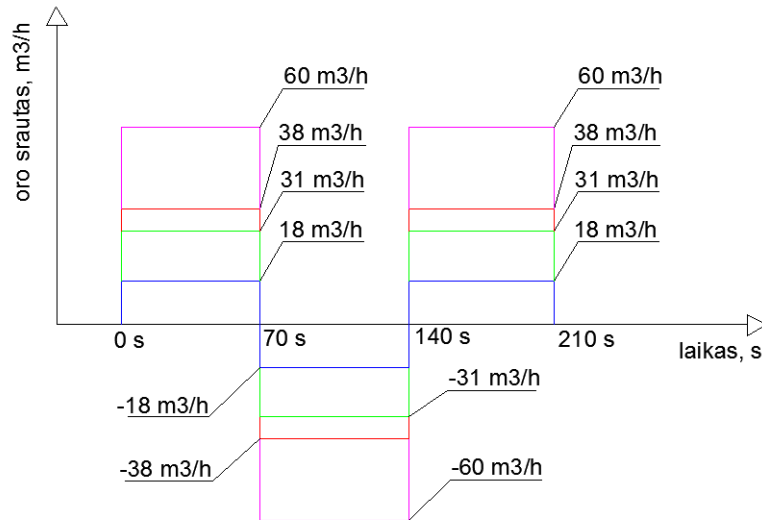
Atlikus matavimus ir surinkus duomenis, sudarytas oro drėgmės patalpoje grafikas prieš ir po modernizacijos.



3.5 pav. Buto santykinė oro drėgmė kiekvieną valandą per parą.

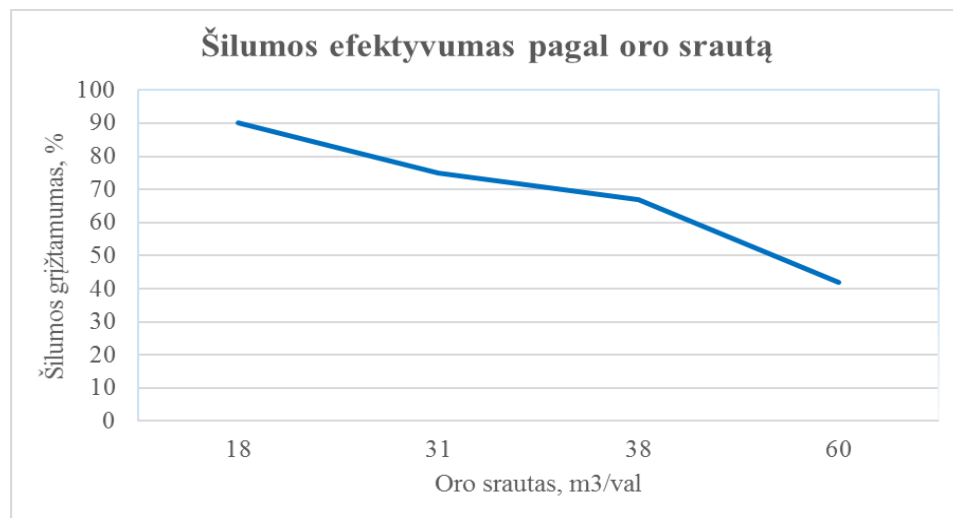
Iš grafiko matyti, kad didžiausia drėgmė patalpose būna tada, kai žmonės jose yra, t.y. vakare ir naktį. Drėgmė rytą pradeda mažėti ir dieną pasiekia minimumą, o vakare pradeda kilti. Tyrimo laikotarpi prieš modernizaciją matyti, kad oro drėgnumas, perlipa komforto zoną, nakties metu, o po modernizacijos, oro drėgmė patalpose sumažėjo trečdaliu ir stabiliai laikėsi komforto zonoje. Kai patalpoje tokia drėgmė, kokia yra po modernizacijos, nekyla pavojaus sveikatai ir pastatui.

Įdiegus mini rekuperacinę sistemą, oro srautas kardinaliai pasikeitė. Senoji ventiliacija buvo užsikišusi ir visiškai nefunkcionavo. Su mini rekuperatoriais, paduodamo oro srautas į patalpas galėjo būti reguliuojamas nuo 18 iki 60 m³/h. Tiek pilnai užtenka daugiabučio patalpoms sveikai aplinkai palaikyti.



3.6 pav. Mini rekuperatoriaus darbas skirtingais režimais

Iš grafiko matyti, kad mini rekuperatorius dirba dviejais režimais: padavimo ir ištraukimo. Rekuperatorius septynesdešimt sekundžių į patalpą paduoda 18-60 m³/val oro (priklauso nuo pavaros), o po to įsijungia atvirkštinis režimas ir iš patalpos traukia orą tiek pat laiko ir tokį patį kiekį kiek dirbant padavimo režimu.



3.7 pav. Šilumos efektyvumas pagal oro srautą

Rekuperatorius turi keturias pavaras. Dirbant pirma pavara, rekuperatorius praleidžia 18 m³/h oro ir išsaugo 90 % šilumos, dirbant antra pavara praleidžia 31 m³/h oro ir išsaugo 75 % šilumos, dirbant trečia pavara praleidžia 38 m³/h oro ir išsaugo 67 % šilumos, dirbant ketvirta pavara praleidžia 60 m³/h ir išsaugo 42 % šilumos.

3.3 Daugiabučio aplinkos grunto drėgnumas

Norint įvertinti daugiabučio namo aplinkos drenažo efektyvumą, buvo atliekamas grunto drėgnumo tyrimas. Tyrimas atliktas prieš kapitališkai sutvarkant drenažinę sistemą ir po to. Tyrimas atliktas sverties metodu. T.y. paimant 30g drėgnojo grunto mėginį, iš trijų skirtingų vietų, 0,01g tikslumu, ir šiuos mėginius džiovinant krosnyje 105 °C temperatūroje. Toliau skaičiuojamas grunto drėgnumas pagal formulę:^[19]

$$W = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100 \% \quad (2)$$

čia: w – grunto drėgnumas, %; m_w – grunto drėgmės masė, g; m_s – išdžiovinto grunto masė, g;

Kadangi pastato aplinkos gruntas yra molingas smėlis, tai jo optimalus drėgnis laikomas 9-15 %.

Mėginiai paimti prieš renovaciją:

$$W_1 = 5,24\text{g} / 24,76\text{g} \times 100 \% = 21,2 \% ;$$

$$W_2 = 4,54\text{g} / 25,46\text{g} \times 100 \% = 17,8 \% ;$$

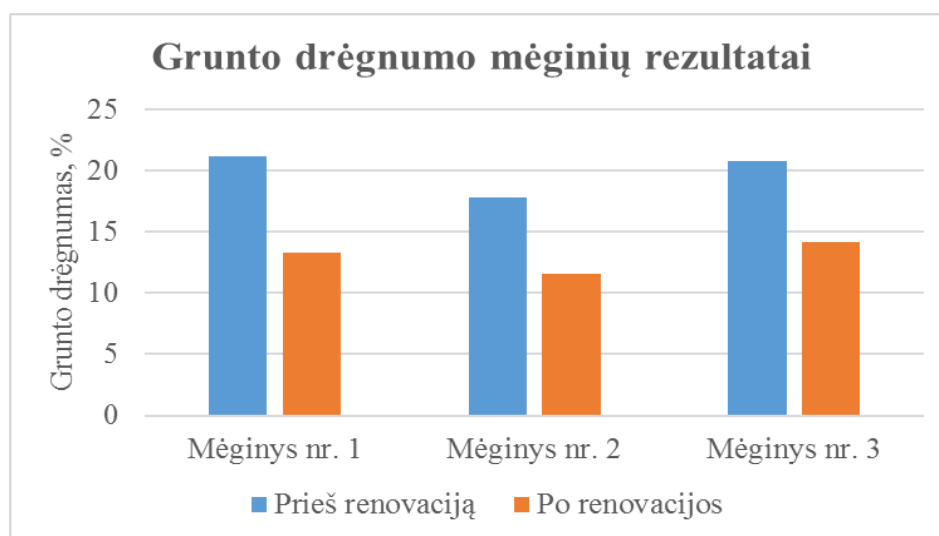
$$W_2 = 5,17\text{g} / 24,83\text{g} \times 100 \% = 20,8 \% ;$$

Mėginiai paimti po renovacijos:

$$W_1 = 3,51\text{g} / 26,49\text{g} \times 100 \% = 13,3 \% ;$$

$$W_2 = 3,12\text{g} / 26,88\text{g} \times 100 \% = 11,6 \% ;$$

$$W_3 = 3,72\text{g} / 26,28\text{g} \times 100 \% = 14,2 \% ;$$



3.8 pav. Daugiabučio aplinkos grunto drėgnumas prieš renovaciją ir po jos

Atlikus tyrimą matyti, kad daugiabučio aplinkos gruntas tapo kur kas sausesnis ir telpa į optimalaus grunto drėgnumo diapazoną. Pirmo mėginio vietoje drėgnumas sumažėjo 37 %, antroje – 34 %, trečioje – 31 %. Galima teigti, kad pastato aplinkos grunto drėgnumas sumažėjo trečdaliu.

3.4 Daugiabučio namo Molainių g. 56, butų šildymo mokesčiai už energijos sunaudojimą, bei pastato šiluminės energijos sunaudojimas prieš ir po renovacijos

Norint išsiaiškinti kiek naudos atnešė daugiabučio namo šildymo sistemos perplanavimas ir šiluminių punktų atnaujinimas ir automatizavimas, buvo renkami sumokėtų mokesčių duomenys per du šildymo sezonus. Pirmasis, prieš renovaciją 2014-2015 m. (vidutinė šildymo sezono lauko temperatūra – 1.75°C), antrasis – po renovacijos 2015-2016 m. (vidutinė šildymo sezono lauko temperatūra – 2.01°C)

4 lentelė. Daugiabučio namo Molainių g. 56, butų šildymo mokesčiai už energijos suvartojimą prieš ir po renovacijos (butų patalpų šildymas, karšto vandens ruošimas, cirkuliacija)

		Prieš renovaciją (2014-2015 šild.sezon.) / po renovacijos (2015-2016 šild. sezon.), €						
Buto nr.	Kvadratura, m ²	Spalis	Lapkritis	Gruodis	Sausis	Vasaris	Kovas	Balandis
1	33.21	9.63 / 3.99	17.93 / 9.30	24.91 / 16.61	44.50 / 27.23	23.91 / 16.61	25.90 / 15.28	3.65 / 1.66
2	33.31	9.66 / 4.00	17.99 / 9.33	24.98 / 16.66	44.64 / 27.31	23.98 / 16.66	25.98 / 15.32	3.66 / 1.67
3	33.19	9.63 / 3.98	17.92 / 9.29	24.89 / 16.60	44.47 / 27.22	23.90 / 16.60	25.89 / 15.27	3.65 / 1.66
4	34.03	9.87 / 4.08	18.38 / 9.53	25.52 / 17.02	45.60 / 27.90	24.50 / 17.02	26.54 / 15.65	3.74 / 1.70
5	33.51	9.72 / 4.02	18.10 / 9.38	25.13 / 16.76	44.90 / 27.48	24.13 / 16.76	26.14 / 15.41	3.69 / 1.68
6	34.01	9.86 / 4.08	18.37 / 9.52	25.51 / 17.01	45.57 / 27.89	24.49 / 17.01	26.53 / 15.64	3.74 / 1.70
7	33.61	9.75 / 4.03	18.15 / 9.41	25.21 / 16.81	45.04 / 27.56	24.20 / 16.81	26.22 / 15.46	3.70 / 1.68
8	33.81	9.80 / 4.06	18.26 / 9.47	25.36 / 16.91	45.31 / 27.72	24.34 / 16.91	26.37 / 15.55	3.72 / 1.69
9	33.61	9.75 / 4.03	18.15 / 9.41	25.21 / 16.81	45.04 / 27.56	24.20 / 16.81	26.22 / 15.46	3.70 / 1.68
10	34.02	9.87 / 4.08	18.37 / 9.53	25.52 / 17.01	45.59 / 27.90	24.49 / 17.01	26.54 / 15.65	3.74 / 1.70
11	33.16	9.62 / 3.98	17.91 / 9.28	24.87 / 16.58	44.43 / 27.19	23.88 / 16.58	25.86 / 15.25	3.65 / 1.66
12	33.07	9.59 / 3.97	17.86 / 9.26	24.80 / 16.54	44.31 / 27.12	23.81 / 16.54	25.79 / 15.21	3.64 / 1.65
13	33.14	9.61 / 3.98	17.90 / 9.28	24.86 / 16.57	44.41 / 27.17	23.86 / 16.57	25.85 / 15.24	3.65 / 1.66

4 lentelės tęsinys

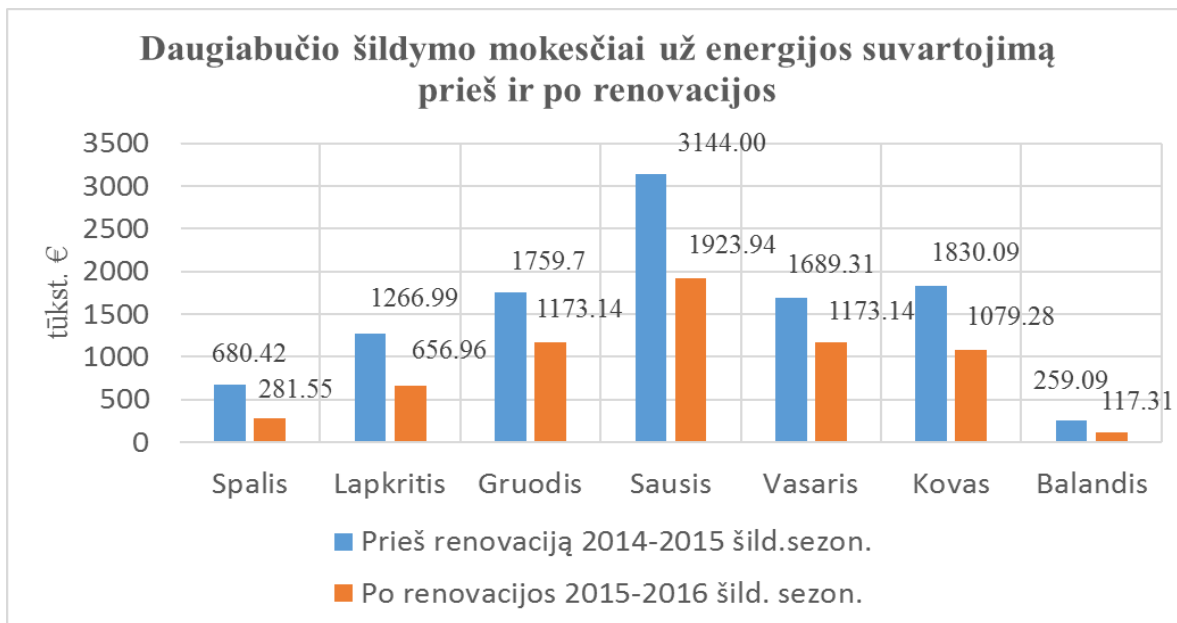
14	33.28	9.65 / 3.99	17.97 / 9.32	24.96 / 16.64	44.60 / 27.29	23.96 / 16.64	25.96 / 15.31	3.66 / 1.66
15	33.33	9.67 / 4.00	18.00 / 9.33	25.00 / 16.67	44.66 / 27.33	24.00 / 16.67	26.00 / 15.33	3.67 / 1.67
16	33.19	9.63 / 3.98	17.92 / 9.29	24.89 / 16.60	44.47 / 27.22	23.90 / 16.60	25.89 / 15.27	3.65 / 1.66
17	33.20	9.63 / 3.98	17.93 / 9.30	24.90 / 16.60	44.49 / 27.22	23.90 / 16.60	25.90 / 15.27	3.65 / 1.66
18	33.51	9.72 / 4.02	18.10 / 9.38	25.13 / 16.76	44.90 / 27.48	24.13 / 16.76	26.14 / 15.41	3.69 / 1.68
19	33.20	9.63 / 3.98	17.93 / 9.30	24.90 / 16.60	44.49 / 27.22	23.90 / 16.60	25.90 / 15.27	3.65 / 1.66
20	33.44	9.70 / 4.01	18.06 / 9.36	25.08 / 16.72	44.81 / 27.42	24.08 / 16.72	26.08 / 15.38	3.68 / 1.67
21	34.19	9.92 / 4.10	18.46 / 9.57	25.64 / 17.10	45.81 / 28.04	24.62 / 17.10	26.67 / 15.73	3.76 / 1.71
22	34.08	9.88 / 4.09	18.40 / 9.54	25.56 / 17.04	45.67 / 27.95	24.54 / 17.04	26.58 / 15.68	3.75 / 1.70
23	33.46	9.70 / 4.02	18.07 / 9.37	25.10 / 16.73	44.84 / 27.44	24.09 / 16.73	26.10 / 15.39	3.68 / 1.67
24	33.63	9.75 / 4.04	18.16 / 9.42	25.22 / 16.82	45.06 / 27.58	24.21 / 16.82	26.23 / 15.47	3.70 / 1.68
25	33.11	9.60 / 3.97	17.88 / 9.27	24.83 / 16.56	44.37 / 27.15	23.84 / 16.56	25.83 / 15.23	3.64 / 1.66
26	33.89	9.83 / 4.07	18.30 / 9.49	25.42 / 16.95	45.41 / 27.79	24.40 / 16.95	26.43 / 15.59	3.73 / 1.69
27	33.55	9.73 / 4.03	18.12 / 9.39	25.16 / 16.78	44.96 / 27.51	24.16 / 16.78	26.17 / 15.43	3.69 / 1.68
28	33.12	9.60 / 3.97	17.88 / 9.27	24.84 / 16.56	44.38 / 27.16	23.85 / 16.56	25.83 / 15.24	3.64 / 1.66
29	48.18	13.97 / 5.78	26.02 / 13.49	36.14 / 24.09	64.56 / 39.51	34.69 / 24.09	37.58 / 22.16	5.30 / 2.41
30	34.09	9.89 / 4.09	18.41 / 9.55	25.57 / 17.05	45.68 / 27.95	24.54 / 17.05	26.59 / 15.68	3.75 / 1.70
31	34.54	10.02 / 4.14	18.65 / 9.67	25.91 / 17.27	46.28 / 28.32	24.87 / 17.27	26.94 / 15.89	3.80 / 1.73
32	34.78	10.09 / 4.17	18.78 / 9.74	26.09 / 17.39	46.61 / 28.52	25.04 / 17.39	27.13 / 16.00	3.83 / 1.74
33	48.88	14.18 / 5.87	26.40 / 13.69	36.66 / 24.44	65.50 / 40.08	35.19 / 24.44	38.13 / 22.48	5.38 / 2.44

4 lentelės tęsinys

34	34.78	10.09 / 4.17	18.78 / 9.74	26.09 / 17.39	46.61 / 28.52	25.04 / 17.39	27.13 / 16.00	3.83 / 1.74
35	34.42	9.98 / 4.13	18.59 / 9.64	25.82 / 17.21	46.12 / 28.22	24.78 / 17.21	26.85 / 15.83	3.79 / 1.72
36	34.56	10.02 / 4.15	18.66 / 9.68	25.92 / 17.28	46.31 / 28.34	24.88 / 17.28	26.96 / 15.90	3.80 / 1.73
37	48.96	14.20 / 5.88	26.44 / 13.71	36.72 / 24.48	65.61 / 40.15	35.25 / 24.48	38.19 / 22.52	5.39 / 2.45
38	34.45	9.99 / 4.13	18.60 / 9.65	25.84 / 17.23	46.16 / 28.25	24.80 / 17.23	26.87 / 15.85	3.79 / 1.72
39	34.20	9.92 / 4.10	18.47 / 9.58	25.65 / 17.10	45.83 / 28.04	24.62 / 17.10	26.68 / 15.73	3.76 / 1.71
40	34.45	9.99 / 4.13	18.60 / 9.65	25.84 / 17.23	46.16 / 28.25	24.80 / 17.23	26.87 / 15.85	3.79 / 1.72
41	48.33	14.02 / 5.80	26.10 / 13.53	36.25 / 24.17	64.76 / 39.63	34.80 / 24.17	37.70 / 22.23	5.32 / 2.42
42	34.42	9.98 / 4.13	18.59 / 9.64	25.82 / 17.21	46.12 / 28.22	24.78 / 17.21	26.85 / 15.83	3.79 / 1.72
43	33.97	9.85 / 4.08	18.34 / 9.51	25.48 / 16.99	45.52 / 27.86	24.46 / 16.99	26.50 / 15.63	3.74 / 1.70
44	34.61	10.04 / 4.15	18.69 / 9.69	25.96 / 17.31	46.38 / 28.38	24.92 / 17.31	27.00 / 15.92	3.81 / 1.73
45	48.45	14.05 / 5.81	26.16 / 13.57	36.34 / 24.23	64.92 / 39.73	34.88 / 24.23	37.79 / 22.29	5.33 / 2.42
46	33.19	9.63 / 3.98	17.92 / 9.29	24.89 / 16.60	44.47 / 27.22	23.90 / 16.60	25.89 / 15.27	3.65 / 1.66
47	33.84	9.81 / 4.06	18.27 / 9.48	25.38 / 16.92	45.35 / 27.75	24.36 / 16.92	26.40 / 15.57	3.72 / 1.69
48	34.21	9.92 / 4.11	18.47 / 9.58	25.66 / 17.11	45.84 / 28.05	24.63 / 17.11	26.68 / 15.74	3.76 / 1.71
49	48.45	14.05 / 5.81	26.16 / 13.57	36.34 / 24.23	64.92 / 39.73	34.88 / 24.23	37.79 / 22.29	5.33 / 2.42
50	34.20	9.92 / 4.10	18.47 / 9.58	25.65 / 17.10	45.83 / 28.04	24.62 / 17.10	26.68 / 15.73	3.76 / 1.71
51	33.81	9.80 / 4.06	18.26 / 9.47	25.36 / 16.91	45.31 / 27.72	24.34 / 16.91	26.37 / 15.55	3.72 / 1.69
52	34.31	9.95 / 4.12	18.53 / 9.61	25.73 / 17.16	45.98 / 28.13	24.70 / 17.16	26.76 / 15.78	3.77 / 1.72
53	48.89	14.18 / 5.87	26.40 / 13.69	36.67 / 24.45	65.51 / 40.09	35.20 / 24.45	38.13 / 22.49	5.38 / 2.44
54	33.44	9.70 / 4.01	18.06 / 9.36	25.08 / 16.72	44.81 / 27.42	24.08 / 16.72	26.08 / 15.38	3.68 / 1.67

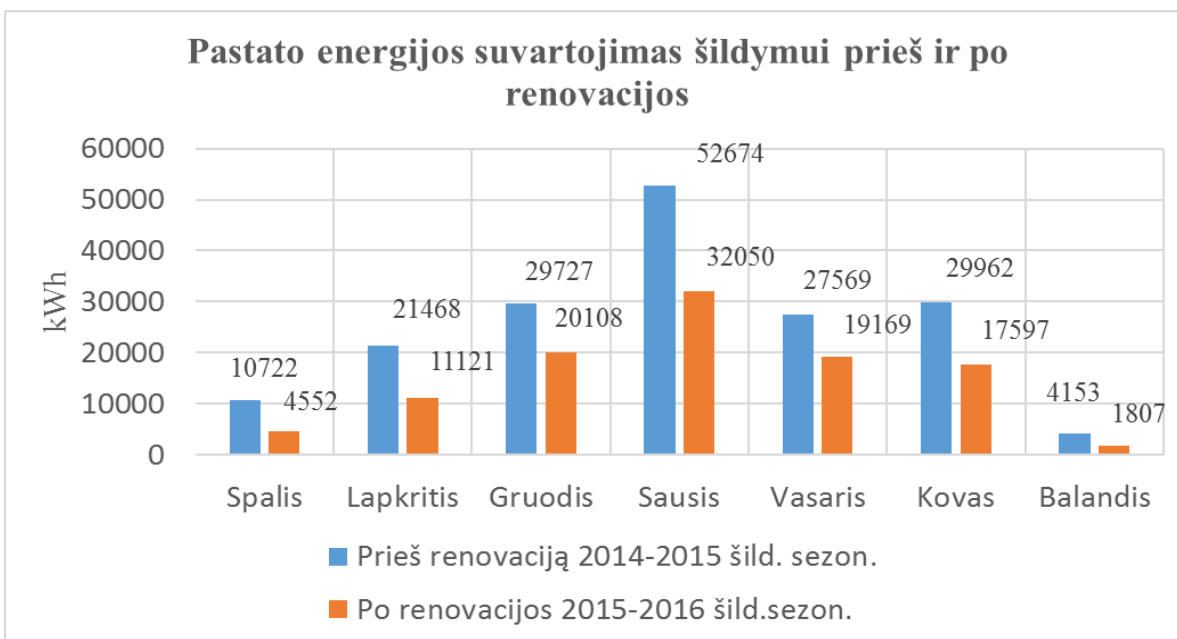
4 lentelės tęsinys

55	34.12	9.89 / 4.09	18.42 / 9.55	25.59 / 17.06	45.72 / 27.98	24.57 / 17.06	26.61 / 15.70	3.75 / 1.71
56	33.85	9.82 / 4.06	18.28 / 9.48	25.39 / 16.93	45.36 / 27.76	24.37 / 16.93	26.40 / 15.57	3.72 / 1.69
57	48.12	13.95 / 5.77	25.98 / 13.47	36.09 / 24.06	64.48 / 39.46	34.65 / 24.06	37.53 / 22.14	5.29 / 2.41
58	34.87	10.11 / 4.18	18.83 / 9.76	26.15 / 17.44	46.73 / 28.59	25.11 / 17.44	27.20 / 16.04	3.84 / 1.74
59	33.96	9.85 / 4.08	18.34 / 9.51	25.47 / 16.98	45.51 / 27.85	24.45 / 16.98	26.49 / 15.62	3.74 / 1.70
60	34.31	9.95 / 4.12	18.53 / 9.61	25.73 / 17.16	45.98 / 28.13	24.70 / 17.16	26.76 / 15.78	3.77 / 1.72
61	48.44	14.05 / 5.81	26.16 / 13.56	36.33 / 24.22	64.91 / 39.72	34.88 / 24.22	37.78 / 22.28	5.33 / 2.42
62	33.43	9.69 / 4.01	18.05 / 9.36	25.07 / 16.72	44.80 / 27.41	24.07 / 16.72	26.08 / 15.38	3.68 / 1.67
63	34.30	9.95 / 4.12	18.52 / 9.60	25.73 / 17.15	45.96 / 28.13	24.70 / 17.15	26.75 / 15.78	3.77 / 1.72
64	34.02	9.87 / 4.08	18.37 / 9.53	25.52 / 17.01	45.59 / 27.90	24.49 / 17.01	26.54 / 15.65	3.74 / 1.70
65	48.58	14.09 / 5.83	26.23 / 13.60	36.44 / 24.29	65.10 / 39.84	34.98 / 24.29	37.89 / 22.35	5.34 / 2.43
Mokesčiai per mėnesį:		680.42 / 281.55	1266.99 / 656.96	1759.70 / 1173.14	3144.00 / 1923.94	1689.31 / 1173.14	1830.09 / 1079.28	258.09 / 117.31
Mokesčiai per šildymo sezoną:		10628.60 / 6405.32						



3.9 pav. Daugiabučio šildymo mokesčiai už energijos suvartojimą

Rekonstravus daugiabučio namo šildymo sistemą ir šiluminius punktus, šildymo mokesčiai už energijos suvartojimą, šildant butus, ženkliai sumažėjo. Iš surinktų duomenų matyti, kad mokesčiai sumažėjo kiek mažiau nei perpus. 2014-2015 šildymo sezonui, prieš renovaciją, išleista 10628.60 €, o po modernizacijos, per 2015-2016 šildymo sezoną – 6405.32 €.



3.10 pav. Pastato energijos suvartojimas prieš ir po renovacijos

Daugiabutis pastatas prieš šiluminių sistemų modernizavimą ir šiluminių punktų automatizavimą, per šildymo sezoną suvartodavo 176275 kWh, o po modernizacijos energijos suvartojimas krito kiek mažiau nei perpus, pastatą aprūpinti šiluma užteko 106403 kWh.

Norint išsiaiškinti daugiabučio pastato automatizuotų šiluminių punktų įtaką, buvo atliekama analizė. Esant senai šildymo punkto elevatorinei sistemai, termofikacinis vanduo, į šildymo sistemą tekėjo toks, koks buvo paruoštas iš centralizuotų šildymo tinklų. Įdiegus automatizuotą šiluminį punktą, termofikacinio vandens temperatūrą, buvo galima koreguoti pagal žmonių poreikius ir taip sutaupyti energijos ir pinigų. Analizė atlikta pagal 2015-2016 šildymo sezoną, siekiant patalpose palaikyti +18 °C temperatūrą.

5 lentelė. Daugiabučio namo Molainių g. 56, paduodamo ir grįžtamo termofikacinio vandens temperatūros, pagal lauko oro temperatūras.

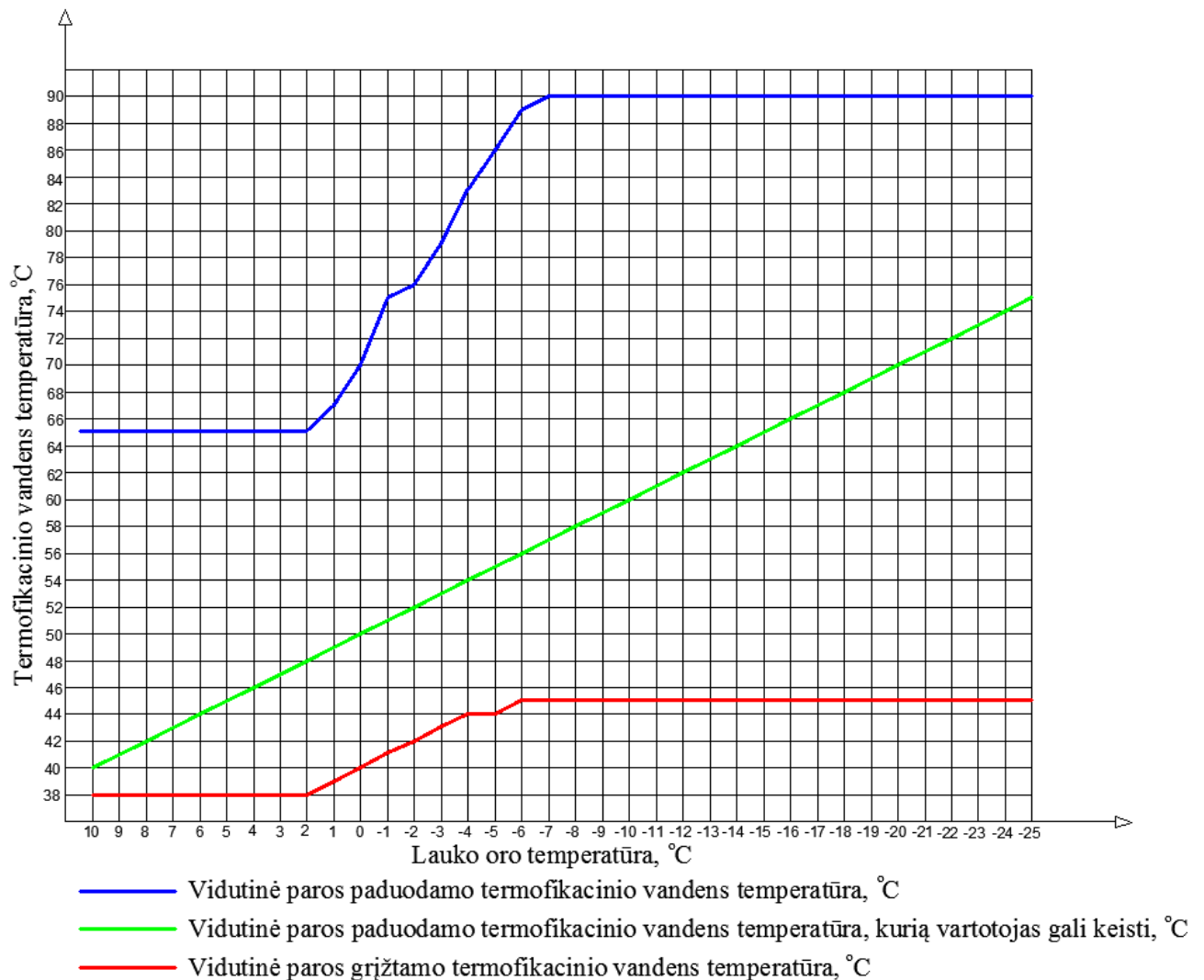
Vidutinė paros lauko oro temperatūra, °C	Vidutinė paros paduodamo termofikacinio vandens temperatūra iš centralizuotų tinklų, °C	Vidutinė paros grįžtamo termofikacinio vandens temperatūra, °C	Vidutinė paros paduodamo termofikacinio vandens temperatūra paruošta automatizuotame šiluminiame punkte, °C
10	65	38	40
9	65	38	41
8	65	38	42
7	65	38	43
6	65	38	44
5	65	38	45

5 lentelės tęsinys

4	65	38	46
3	65	38	47
2	65	38	48
1	67	39	49
0	70	40	50
-1	73	41	51
-2	76	42	52
-3	79	43	53
-4	83	44	54
-5	86	44	55
-6	89	45	56
-7	90	45	57
-8	90	45	58
-9	90	45	59
-10	90	45	60
-11	90	45	61
-12	90	45	62

5 lentelės tęsinys

-13	90	45	63
-14	90	45	64
-15	90	45	65
-16	90	45	66
-17	90	45	67
-18	90	45	68
-19	90	45	69
-20	90	45	70
-21	90	45	71
-22	90	45	72
-23	90	45	73
-24	90	45	74
-25	90	45	75



3.11 pav. Termofikacinio vandens temperatūra, pagal lauko oro temperatūrą 2015-2016 m. šild. sezon.

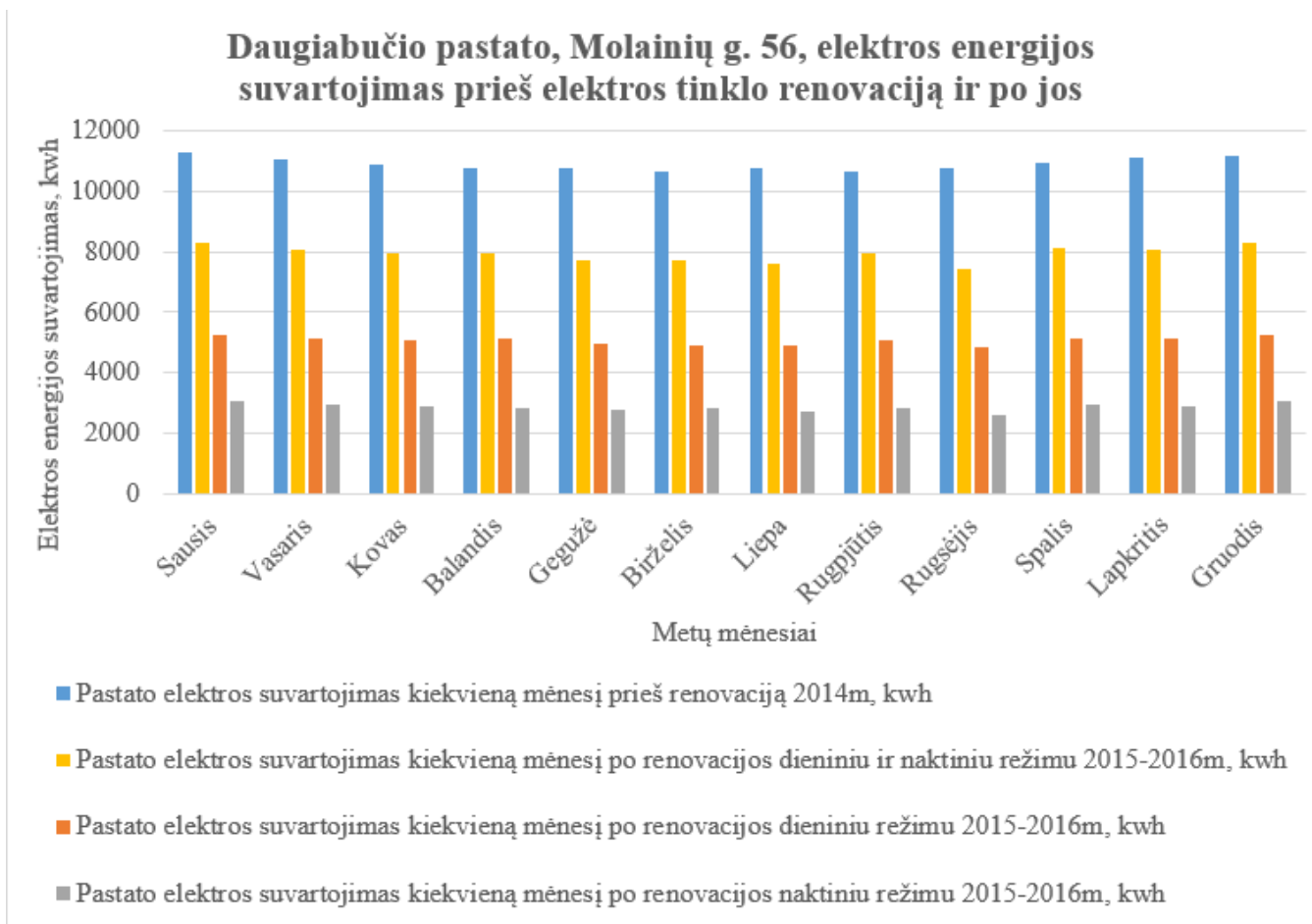
Iš grafiko matyti, kad daugiabučio gyventojams atsirado galimybė patiems pagal poreikį keisti termofikacinio vandens ruošimo temperatūrą šildymo sistemoms ir taupyti šilumos energiją. Prieš modernizaciją, termofikatas į šildymo sistemą buvo paduodamas toks, koks atitekėdavo iš miesto (simbolizuoja mėlyna linija), o po modernizacijos, termofikato temperatūrą buvo galima susireguliuoti patiems gyventojams, būtent tokį kokio jiems reikia (simbolizuoja žalia linija).

3.5 Daugiabučio namo Molainių g. 56, elektros suvartojimas prieš ir po renovacijos

Atnaujinus daugiabučio pastato elektros tinklą, buvo renkami duomenys apie elektros energijos suvartojimą prieš modernizaciją ir po jos. Duomenys rinkti apklausos būdu. Pastato butų suvartota energija gauta iš daugiabučio gyventojų, o pastato ūkiui suvartota elektra iš namo pirmininko. Norint išsiaiškinti kaip pakito elektros suvartojimas, duomenys rinkti iš 2014 metų prieš modernizacinį laikotarpį ir po modernizacijos 2015-2016. Po elektros tinklo modernizacijos, pastato elektros tinklas, pradėjo veikti dviem režimais: dieniui ir naktiniu. Dieninis režimas prasideda nuo 7:00 val ir tęsiasi iki 23:00 val, o naktinis nuo 23:00 iki 7:00 val. Naktinis režimas taip pat veikia savaitgaliais (šeštadienį ir sekmadienį) visa parą.^[21]

6 lentelė. Daugiabučio elektros energijos suvartojimas prieš renovaciją ir po jos

Pastato elektros suvartojimas kiekvieną mėnesį prieš renovaciją 2014m, kwh											
Sausis	Vasaris	Kovas	Balandis	Gegužė	Birželis	Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis	Lapkritis	Gruodis
11274	11059	10865	10764	10804	10654	10775	10655	10791	10954	11141	11197
Pastato elektros suvartojimas kiekvieną mėnesį po renovacijos 2015-2016m, kwh D – dienis režimas; N – naktinis režimas											
Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis	Lapkritis	Gruodis	Sausis	Vasaris	Kovas	Balandis	Gegužė	Birželis
D 4906	D 5095	D 4853	D 5148	D 5153	D 5222	D 5241	D 5133	D 5082	D 5108	D 4958	D 4885
N 2723	N 2847	N 2607	N 2952	N 2896	N 3052	N 3082	N 2927	N 2892	N 2821	N 2795	N 2827



3.12 pav. Daugiabučio elektros suvartojimas prieš elektros tinklo renovaciją ir po jos

Iš surinktų duomenų matyti, kad po elektros tinklo rekonstrukcijos ir modernizavimo darbų, sunaudojama elektros energija krito trečdaliu. 2014 metais pastatas iš viso suvartojo 130933 kwh elektros energijos, o pradėjus veikti moderniam elektros tinklui, nuo 2015 liepos iki 2016 birželio, suvartota elektros energijos dieniniu režimu – 60784 kwh, naktiniu - 34421 kwh (bendrai – 95205 kwh). Taigi sutaupyta – 35728 kwh. 2014 metais už pastato suvartotą elektros energiją sumokėta – 15712 €. O 2015-2016 metais, per vienerių metų laikotarpį, sumokėta – 11206 €. Taigi atsiperkamumas po ~4506 € per metus.

IŠVADOS

1. Modernizuojant daugiabučio namo vėdinimo sistemą, parinkta beortakinė, keramikinė mini rekuperacinė, vėdinimo sistema, sukombinuota su ištraukiamaisiais ventiliatoriais. Įdiegus sistemą, naturalus vėdinimas tapo priverstiniu vėdinimu. Šviežias oras iš padavimo zonų keliauja į oro šalinimo zonas ir ten ištraukiamas ventiliatorių. Ši sistema maksimaliai gali išsaugoti net 90 % šiluminės energijos, o maksimalus oro srautas gali būti pasiektas 60 m³/val. Tai yra pigiausia sistema lyginant su alternatyvomis (~1350 €), be to greitai įrengiama. Įdiegus vėdinimo sistemą, santykinė oro drėgmė sumažėjo trečdaliu ir stabiliai laikėsi komforto zonoje (šaltuoju metų laiku – 35-60 %). Kai patalpoje tokia drėgmė, kokia yra po modernizacijos, nekyla pavojaus sveikatai ir pastatui.
2. Atnaujinant daugiabučio pastato šildymo sistemą ir šiluminį punktą: vienvamzdė šildymo sistema, pakeista į pažangesnę dvivamzdę su daugiasluoksniais vamzdžiais atitinkančiais EN ISO 21003 standartą, įrengti automatiniai balansiniai vožtuvai ir automatiniai termostatiniai ventiliai. Seni radiatoriai pakeisti į ketinius, atitinkančius numatytą patalpų projektinį galios poreikį. Tokie sprendimai lėmė didesnę sistemos autonomiškumą, ilgaamžiškumą, efektyvumą ir mažesnę sistemos išsibalansavimo riziką. Atliktas šiluminio punkto sistemos automatizavimas, atnaujinta jo įranga ir vamzdynai. Vamzdynai tinkamai termoizoliuoti, kad karštas vanduo tikslą pasiektų reikiamos temperatūros. Įdiegus automatizuotą šiluminį punktą, pastato gyventojams atsirado galimybė reguliuoti termofikato šilumą, šildymo sistemai, patiems. Norint išsiaiškinti kiek naudos atnešė daugiabučio namo šildymo sistemos perplanavimas, šiluminių punktų atnaujinimas ir automatizavimas, buvo renkami sumokėtų mokesčių duomenys, per du šildymo sezonus. Prieš renovaciją 2014-2015 m. (vidutinė šildymo sezono lauko temperatūra – 1.75°C), po renovacijos 2015-2016 m. (vidutinė šildymo sezono lauko temperatūra – 2.01°C). Nustatyta, kad šildymo mokesčiai už energijos suvartojimą, šildant butus, ženkliai sumažėjo. Iš surinktų duomenų matyti, kad mokesčiai sumažėjo kiek mažiau nei perpus. 2014-2015 metų šildymo sezonui, prieš renovaciją, išleista 10628.60 €, o po modernizacijos, per 2015-2016 šildymo sezoną – 6405.32 €. Daugiabutis pastatas prieš šiluminių sistemų modernizavimą ir šiluminių punktų automatizavimą, per šildymo sezoną suvartodavo 176275 kWh, o po modernizacijos, energijos suvartojimas krito kiek mažiau nei perpus, pastatą aprūpinti šiluma užteko 106403 kWh.

3. Daugiabutyje kapitališkai tvarkytos karšto ir šalto (geriamo) vandens sistemos, aptarnaujančios butų sanitarines patalpas. Seni plieniniai vamzdiniai pakeisti į daugiasluoksnio apšiltintus vamzdžius, todėl vanduo į butų sanitarines patalpas atkeliauja tinkamu spaudimu ir reikiamos temperatūros. Karšto ir šalto vandens sistemoms pakeisti cirkuliaciniai siurbliai iš mechaninių į elektroninius, kurie pasižymi ekonomišku ir sutaupo 80 % siurblio naudojamos elektros energijos (vidutiniškai 400 kwh per metus).
4. Renovuojant daugiabučio pastato elektros tinklą, paskaičiuotas reikiamas elektros galingumas ir į kiekvieną pastato butą atvesti dviejų tipų įvadai: trifazis ir vienfazis (trifazis – $P = 10$ kw, vienfazis $P = 5$ kw). Naujai įvesti įvadai dirba neapkrauti, todėl nekyla pavojus gaisrui. Taip pat, kad nebūtų viršijama apkrova, kiekvieno buto elektros įvaduose, vietoj senų kamštinių, sumontuoti automatiniai apsauginiai saugikliai (trifaziam – 25A, o vienfaziam – 22A). Pakeisti seni aliuminiai laidai į varinius (vienfaziam DN 2,5mm gyslos skersmens, o trifaziam – DN 1,5mm). Laiptinėse atnaujinti elektros skirstymo ir apskaitos skydeliai, įrengti judesio davikliai šviestuvams. Įvesti dieninės ir naktinės apskaitos režimai. Butuose įrengta papildomų apkrovas atitinkančių kištukinių lizdų, kiekvienai patalpai numatyti tinklo įtampos atjungikliai, įrengti šviesos reguliatoriai. Pastato lauko apšvietimui panaudotos ekonomiškos fluorescencinės lempos. Daugiabučio modernizuoto elektros tinklo naudingumui nustatyti, atliktas tyrimas. Jam atlikti buvo renkami duomenys apie elektros energijos suvartojimą prieš modernizaciją ir po jos. Duomenys rinkti apklausos būdu. Pastato butų suvartota energija gauta iš daugiabučio gyventojų, o pastato ūkiui suvartota elektra iš namo pirmininko. Norint išsiaiškinti, kaip pakito elektros suvartojimas, duomenys rinkti iš 2014 metų prieš modernizacinį laikotarpį ir po modernizacijos 2015-2016 m. Atlikus tyrimą buvo matyti, kad po elektros tinklo rekonstrukcijos, sunaudojama elektros energija, krito trečdaliu. 2014 metais, pastatas iš viso suvartojo 130933 kwh elektros energijos, o pradėjus veikti moderniam elektros tinklui, nuo 2015 m. liepos iki 2016 m. birželio, suvartota elektros energijos dieniui režimu – 60784 kwh, naktiniu - 34421 kwh (bendrai – 95205 kwh). Taigi sutaupyta – 35728 kwh. 2014 metais už pastato suvartotą elektros energiją sumokėta – 15712 €. O 2015-2016 m. per vienerių metų laikotarpį sumokėta – 11206 €. Taigi atsiperkamumas po ~4506 € per metus.

5. Daugiabutyje kapitališkai sutvarkyta nuotekų sistema, vietoj senų ketinių vamzdžių, išvedžioti šiuolaikiški pvc vamzdžiai, atitinkantys EN1453 standartą, kurie turi geresnę garso izoliaciją, yra gerokai ilgaamžiškesni ir atsparesni ugniai. Taip pat sutvarkyta lietaus nuotekų sistema. Sistemai pakeistos stogo įlajos, nuotekų stovai iš ketinių pakeisti į PVC (tokie pat kaip buitinių nuotekų), įrengta nuogrinda pastato perimetru (0,5m pločio), pakeista drenažinė sistema (DN 113 mm skersmens su kokosu pluoštu), išvalyti šulinių stovai. Tiek buitinių nuotekų, tiek lietaus nuotekų kanalizacijai, kirtus pastato perimetrą, naudoti lauko kanalizacijos vamzdžiai. Atnaujinus pastato nuotekų sistemas, sistemos pradėjo funkcionuoti kur kas geriau, neliko nesandarumų, kanalizacija nesikišo, neliko blogo kvapo, pastato perimetru vanduo tapo nudrenuojamas ir nuvedamas į šulinius. Norint sužinoti kaip pasikeitė daugiabučio pastato grunto drėgnumas, atliktas tyrimas prieš kapitališkai sutvarkant drenažinę sistemą ir po to. Tyrimas atliktas sverties metodu. T.y. paimant 30g drėgnojo grunto mėginį iš trijų skirtingų vietų 0,01g tikslumu ir šiuos mėginius džiovinant krosnyje 105 °C temperatūroje ir vėliau atliekant skaičiavimus. Atlikus tyrimą, buvo matyti, kad daugiabučio aplinkos gruntas tapo kur kas sausesnis ir telpa į optimalaus grunto drėgnumo diapazoną (9-15 %). Pirmo mėginio vietoje drėgnumas sumažėjo 37 %, antroje – 34 %, trečioje – 31 %. Galima teigti, kad pastato aplinkos grunto drėgnumas sumažėjo trečdaliu ir svyruoja 11-14 % drėgnumo diapazone.

LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

1. Bakšys, B.; Jonušas R.; Juzėnas E.; Krasauskas P.; Palionis A. „Magistro baigiamojo darbo rengimo metodiniai nurodymai“. 2009.
2. Ruzgus, P. „Vyresnių kaip 50 metų žmonių parengimas ir įtraukimas į daugiabučių namų administravimo veiklą“. 2010, p. 6.
3. Prieiga per internetą:
<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/284/1/0/1/article/15811/kokie-buna-rekuperatoriai-kuo-jie-skiriasi-ir-kokie-kur-tinka> (žiūr:2016-11-13).
4. Prieiga per internetą: <http://www.lunos.lt/kontroliuojama-ventiliacija-e%C2%B2-su-rekuperacija> (žiūr:2016-11-13).
5. Prieiga per internetą: <https://lt.wikipedia.org/wiki/Nuotekos> (žiūr:2016-11-13).
6. Prieiga per internetą:
<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/173/1/0/1/article/3860/individualus-silumos-reguliavimas-butuose-vienvamzde-sildymo-sistema> (žiūr:2016-11-13).
7. Prieiga per internetą: http://www.idejasildymui.lt/Tinkamiausias_sildymo_sistemos_tipas (žiūr:2016-11-13).
8. Prieiga per internetą: <http://www.palstauga.lt/silumos-punktas-hkl/> (žiūr:2016-11-13).
9. Prieiga per internetą:
http://www.lsta.lt/files/Straipsniai/110823_Apie%20kvand%20ir%20gyvatuka.pdf (žiūr:2016-11-13).
10. Prieiga per internetą: <http://www.santehnikosekspertai.lt/vedinimo-sistemas-be-ortakiu-mini-rekuperatoriai-butams/> (žiūr: 2016-11-13).
11. STR 2.09.02:2005 „Šildymas, vėdinimas ir oro kondicionavimas“.2005, 1 priedas.
12. Prieiga per internetą: <https://eenamas.wordpress.com/vedinimas/> (žiūr:2016-11-13).
13. Prieiga per internetą:
<http://lt.lt.allconstructions.com/portal/categories/236/1/0/1/product/24437/pastato-vidaus-nuoteku-sistema> (žiūr:2016-11-13).
14. Prieiga per internetą: <http://statybaaplinka.lt/drenazas-lietaus-kanalizacija/> (žiūr:2016-11-13).
15. Prieiga per internetą:
http://www.santehnikapigiau.lt/index.php?route=product/product&path=289_153_160&product_id=429 (žiūr:2016-11-13).
16. Prieiga per internetą: <http://www.statybajums.lt/temos/sildymas-sildymo-iranga/apie-lituotus-plokstelines-silumokaicius> (žiūr:2016-11-13).

17. Prieiga per internetą: <http://www.eso.lt/lt/rekomenduojamos-galios-skaiciuokle.html> (žiūr:2016-11-13).
18. Prieiga per internetą: <http://www.elgrandas.lt/lt/cms/kabeliu-parinkimo-skaiciuokle> (žiūr:2016-11-13).
19. Amšiejus J.; Mackevičius R.; Medzvieckis J.; Sližytė D.; Stragys V. “Gruntų fizinės ir mechaninės savybės”. 2006.
20. Prieiga per internetą: <http://www.pe.lt/lt/main/info/sanaudos/sanaudos> (žiūr:2016-11-13).
21. Prieiga per internetą: <http://www.eso.lt/lt/namams/elektra/esu-klientas/tarifai-kainos-atsiskaitymas-ir-skolos/kiek-kainuoja-elektra-2016/koki-tarifo-plana-galiu-pasirinkti.html> (žiūr:2016-11-13).
22. Prieiga per internetą: http://www.news.lt/upload/200403/metodiniai_nurodymai.pdf (žiūr:2016-11-13).

PRIEDAI

1. STRAIPSNIS

Studijuojant statybą, magistrantūros pirmame kurse, besiruošiant metų konferencijai – “Technologijų ir verslo aktualijos 2016” kartu su M. Šagamogu ir J. Bareišiu parengėme straipsnį, pagal temą – “Skirtingų sienų šiluminės varžos ir ekonomiškumo tyrimas”. Į šią temą gilinausi todėl, kad norėjau patyrinėti ir suprasti pastato skirtingų konstrukcijų atitvarų reikšmę šiluminei varžai, kai jos apšiltintos tokiomis pačiomis termoizoliacinėmis medžiagomis.