



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Daugiabučio gyvenamojo namo energetinio aprūpinimo alternatyvų ekonominė analizė

Baigiamasis magistro projektas

Povilas Dambrauskas

Projekto autorius

Doc. Valdas Lukoševičius

Vadovas

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Daugiabučio gyvenamojo namo energetinio aprūpinimo alternatyvų ekonominė analizė

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Povilas Dambrauskas

Projekto autorius

Doc. Valdas Lukoševičius

Vadovas

Doc. Rolandas Jonynas

Recenzentas

Kaunas, 2023



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Povilas Dambrauskas

Daugiabučio gyvenamojo namo energetinio aprūpinimo alternatyvų ekonominė analizė

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdamas kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasis Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs;
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalintas iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Povilas Dambrauskas

Patvirtinta elektroniniu būdu

Dambrauskas, Povilas. Daugiabučio gyvenamojo namo energetinio aprūpinimo alternatyvų ekonominė analizė. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Valdas Lukoševičius; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): energijos inžinerija, inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: energetinis skurdas, klimato kaita, daugiabučio namo renovacija, energetinis aprūpinimas, šilumos punktas, šildymo sistema, karšto vandens sistema, cirkuliacija.

Kaunas, 2023. 63 p.

Santrauka

Šio baigiamoji magistro projekto tikslas – išanalizuoti skirtingas daugiabučio gyvenamojo namo energetinio aprūpinimo alternatyvas, bei nustatyti alternatyvų pranašumus ir trūkumus technologiniu, socialiniu, ekonominiu ir aplinkosauginiu požiūriu.

Darbe išanalizuota energetinio skurdo samprata. Identifikuotos pažeidžiamiausios visuomenės grupės. Nustatyta, kad nuo energetinio skurdo smarkiausiai nukenčia postkomunistinės rytų Europos šalys. Taip pat atlikus energetinio skurdo literatūros analizę nustatyta, kad daugiabučio namo renovacija yra pagrindinis veiksnys padėsiantis suvaldyti energetinį skurdą.

Atlikta daugiabučio gyvenamojo namo, septynių energetinių aprūpinimo alternatyvų analizė. Kurios buvo lyginamos su bazinę (tiriamasis objektas) alternatyva. Visos analizuojamos alternatyvos atitinka realiai įgyvendintus projektus, su faktiniais 2021 metų šilumos ir elektros suvartojimo duomenimis, taip pat faktiniais alternatyvių renovacinių projektų įgyvendimo kaštais.

Pagal faktinius 2021 m. šilumos ir elektros duomenis išanalizuoti mėnesiniai alternatyvų suvartojimai: karštam vandeniui, šildymui, cirkuliacijai, elektrai. Nubraižyti palyginamieji grafikai.

Pagal faktinius 2021 m. šilumos ir elektros duomenis išanalizuoti mėnesiniai alternatyvų patirti kaštai už: karštą vandenį, šildymą, cirkuliaciją, elektrą. Nubraižyti palyginamieji grafikai.

Atlikta diskontuotų pinigų srautų ir investicinės paskolos analizė. Iš ataskaitų gautų duomenų apskaičiuoti: investicinio atsipirkimo laikas, grynoji dabartinė vertė, vidinė grąžos norma.

Atlikta alternatyvų rizikų analizė identifikavo kriterijus keliančius didžiausias problemas projektų įgyvendinimui, taip pat kaip rizikingiausia alternatyva buvo nustatyta pilna namo renovaciją su vietine dujine katiline.

Dambrauskas, Povilas. Economic Analysis of Energy Supply Alternatives for Multi-Apartment Residential Building. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof. dr. Valdas Lukoševičius; Faculty of Electricity and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): power engineering, engineering science.

Keywords: energy poverty, climate change, apartment building renovation, energy supply, heating station, heating system, hot water system, circulation system.

Kaunas, 2023. 63 pages.

Summary

The aim of this final master's project is to analyze different alternatives for the energy supply of a multi-apartment residential building, and to determine the advantages and disadvantages of the alternatives from a technological, social, economic and environmental point of view.

The work analyzes the concept of energy poverty. The most vulnerable groups of society have been identified. It has been established that the post-communist countries of Eastern Europe suffer the most from energy poverty. After literature analysis on energy poverty, was identified that the renovation of an apartment building is the main factor that will help control energy poverty.

An analysis of seven energy supply alternatives of a multi-apartment residential building was performed. Which were compared with the baseline (study object) alternative. All analyzed alternatives correspond to real implemented projects, with actual heat and electricity consumption data for 2021, as well as actual implementation costs of alternative renovation projects.

According to the actual 2021 heat and electricity data, monthly consumptions of alternatives were analyzed: for hot water, heating, circulation, electricity. Comparative graphs are drawn.

According to the actual 2021 heat and electricity data, monthly costs incurred by alternatives for: hot water, heating, circulation, electricity were analyzed. Comparative graphs are drawn.

Analysis of discounted cash flows and investment loan was performed. Calculated: investment payback time, net present value, internal rate of return.

The analysis of alternative risks identified the criteria that pose the biggest problems for the implementation of the projects, and the most risky alternative was the complete renovation of the house with a local gas boiler.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	12
1. Energetinis skurdas	13
1.1. Energetinio skurdo samprata	13
1.2. Energetinio skurdo padariniai	15
1.3. Energetinio skurdo mažinimo būdai	17
2. Daugiabučio namo alternatyvų techninė charakteristika.....	19
2.1. Pastato energetiniai poreikiai	19
2.2. Centralizuotai tiekiamą šilumą ir elektra	20
2.3. Hidroterminė energija	21
2.4. Saulės kolektoriai.....	21
2.5. Šilumos siurbliai	22
2.6. Saulės energija	23
2.7. Vietinė dujinė katilinė.....	24
3. Tiriamasis objektas	26
3.1. Šilumos punktas	28
3.2. Šildymo ir karšto vandens sistemos.....	29
3.3. Elektra.....	30
4. Daugiabučio namo energetinio aprūpinimo alternatyvų skaičiavimo metodika.....	31
4.1. Lyginamosios analizės metodas.....	33
4.2. Alternatyvų ekonominio vertinimo metodas	34
4.2.1. Diskontuotų pinigų srautų metodas.....	34
4.2.2. Investicijų atsipirkimo laikas	34
4.2.3. Grynoji dabartinė vertė (GDV)	35
4.2.4. Pelno ir išlaidų santykio (B/C) ar investicijų rentabilumo indeksas	35
4.2.7. Projekto rizikos ir jautrumo analizės metodas	36
5. Tiriamasis objektas ir analizuojamosios alternatyvos	37
5.1. Nerenovuotas namas (SENA).....	37
5.2. Renovuotas namas (RENO).....	39
5.3. Mažoji renovacija (MAŽOJI)	40
5.4. Renovuotas namas su kombinuota šildymo ir karšto vandens sistema (KOMBO).....	42
5.5. Renovuotas namas su autonomine šildymo ir karšto vandens sistema (AUTO).....	44
5.6. Renovuotas namas su vietine dujine katilinė (DUJOS).....	47
5.7. Renovuotas namas prijungtas prie CŠT sistemos ir saulės elektrine.....	49
6. Techninė analizė	52
7. Ekonominė analizė.....	54
8. Rizikos analizė	61
Išvados	63
Literatūros sąrašas	64
Priedai.....	68
1 priedas. Alternatyvų principinės schemos	68
2 priedas. Alternatyvų sąmatos	77

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Saulės elektrinių savybės ir charakteristikos. , “[30].....	24
2 lentelė. Techniniai rodikliai.[36]	27
3 lentelė. Analizuojamo objekto alternatyvų apibūdinimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2022.....	31
4 lentelė. NPV vertinimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2023.....	35
5 lentelė. B/C vertinimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2023	35
6 lentelė. Rizikų klasifikavimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2023.....	36
7 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai.....	37
8 lentelė. Energijos žaliavų kainos: [48],[49],[50]	38
9 lentelė. SENA skaičiavimo rezultatai	38
10 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai.....	39
11 lentelė. RENO skaičiavimus rezultatai	40
12 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai.....	41
13 lentelė. MAŽOJI skaičiavimo rezultatai.....	42
14 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai.....	44
15 lentelė. KOMBO skaičiavimų rezultatai	44
16 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai.....	46
17 lentelė. AUTO skaičiavimų rezultatai	46
18 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai.....	47
19 lentelė. Gamtinių dujų suvartojimas.....	48
20 lentelė. DUJOS skaičiavimų rezultatai	48
21 lentelė. 23,2 kW saulės elektrinės pagamintos elektros kiekis.....	50
22 lentelė. 15 kW saulės elektrinės pagamintos elektros kiekis.....	50
23 lentelė. SAULĖ energijos faktiniai suvartojimai.....	50
24 lentelė. SAULĖ skaičiavimų rezultatai	51
25 lentelė. 2021 m alternatyvų išlaidos	52
26 lentelė. Energijos faktinių suvartojimų palyginimas su tiriamąją alternatyva (SENA)	53
27 lentelė. Investicijų poreikis ir galimas paramos dydis.....	54
28 lentelė. Mėnesiniai mokėjimai už paskolą.....	54
29 lentelė. Paprastas atsipirkimo laikas	55
30 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, MAŽOJI	55
31 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, RENO	56
32 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, SAULĖ	56
33 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, DUJOS	57
34 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, KOMBO.....	58
35 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, AUTO.....	58

Paveikslų sąrašas

1 pav. Šalys negalinčios finansiškai pakankamai šildyti namų (%) 2020 m. [8]	15
2 pav. Centralizuotos šiluminės energijos tiekimas vartotojams. [24]	20
3 pav. Centralizuotos elektros sistemos schema. [25]	20
4 pav. Skirtingų rūšių hidroterminės energijos schema. [26]	21
5 pav. Vaizdas iš šono.	22
6 pav. Vaizdas iš viršaus	22
7 pav. Šilumo siurblio schema ir ciklas.“ [28]	23
8 pav. Saulės elektrinės dalys. [29]	23
9 pav. Dūmavamzdis pramoninis vandens šildymo katilas su dujiniu degikliu. [31]	25
10 pav. Tiriamasis objektas.[36]	27
11 pav. Analizuojamo objekto šilumos punktas. Šaltinis autoriaus, 2022.	28
12 pav. Nagrinėjamo objekto šilumos punkto principinė schema. [37]	29
13 pav. Vienvamzdė apatinio paskirstymo šildymo sistema. [21]	29
14 pav. Karšto vandens tiekimo sistemos schema. [21]	30
15 pav. Tiriamojo objekto inžinerinės – ekonominės, lyginamosios analizės modelio, struktūrinė schema. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2022.	32
16 pav. Metodų pasiskirstymo schema. [38] Šaltinis sudarytas autoriaus, 2022.	33
17 pav. Nagrinėjamo pastato stogo įvertinimas saulės elektrinių montavimui.	49
18 pav. 2021 metais patirtos išlaidos.....	52
19 pav. 2021 m kaina už šildymą, eur/ m ²	53
20 pav. 2021 m šiluminės energijos suvartojimas	53
21 pav. 2021 m elektros suvartojimas	54
22 pav. Rizikų pavaizdavimo kriterijai.....	62
23 pav. Alternatyvų rizikų matrica	62

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

RENO – antroji alternatyva. 1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies, taip pat šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Objektas prijungtas prie šilumos ir elektros centralizuotų tinklų.

MAŽOJI – trečioji alternatyva. 1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Pastato architektūrinė dalis nerenovuota. Objektas prijungtas prie šilumos ir elektros centralizuotų tinklų.

KOMBO – ketvirtoji alternatyva. 1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies, taip pat šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Objektas prijungtas prie šilumos ir elektros centralizuotų tinklų, taip pat daliniam karšto vandens ruošimui sumontuota rekuperacinė šilumos siurblių sistema ir saulės kolektoriai.

AUTO – penktoji alternatyva. 1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies renovacija. Daugiabutis namas atjungtas nuo CŠT. Šildymo ir karšto vandens poreikiai užtikrinami geoterminiu šildymu ir saulės kolektorių sistema. Elektra tiekama centralizuotai.

DUJOS – šeštoji alternatyva. 1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies renovacija. Daugiabutis namas atjungtas nuo CŠT. Šildymo ir karšto vandens poreikiai užtikrinami vietine dujine katiline. Elektra tiekama centralizuotai.

SAULĖ – septintoji alternatyva. 1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies, taip pat šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Šilumos poreikiai užtikrinami centralizuotai. Elektra tiekama centralizuotai, taip pat ant daugiabučio namo stogo sumontuotos saulės elektrinės bendroms pastato reikmėms.

CŠT – centralizuotas šilumos tiekimas.

KVS – karšto vandens sistema.

Terminai:

Energetinis skurdas – Asmenys ar namų ūkiai yra nepajėgūs pakankamai šildyti būsto ar gauti kitas reikalingas energijos paslaugas už prieinamą kainą

Žaliasis kursas – Europos žaliasis kursas yra politikos iniciatyvų rinkinys, kuriuo siekiama padėti ES vykdyti žaliąją pertvarką, o galutinis tikslas – iki 2050 m. užtikrinti poveikio klimatui neutralumą.

Klimato kaita - Dėl visuotinio atšilimo sukeltos klimato kaitos Žemėje kinta įprasti ilgalaikiai meteorologiniai rodikliai

Ivadas

Klimato kaita – vienas didžiausių mūsų laikų iššūkių. Kartu tai galimybė sukurti naują ekonomikos modelį. Europai iki 2050 m. siekiant tapti pirmuoju klimatui neutraliu žemynų, buvo sukurta žaliojo kurso programa. Lietuva prisidedama prie programos įgyvendinimo įsipareigojo Europos Sąjungai iki 2050 m. renovuoti didžiąją dalį šalies daugiabučių namų. Renovacija siekiama, pastatus paversti energetiškai efektyviais ir taip sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų bei suvartojamos energijos kieki. Esminis iššūkis su kuriuo susiduria renovuojamų namų gyventojai yra pastato energetinio aprūpinimo šaltinio pasirinkimas.

Temos aktualumas: Daugiau kaip 85 % viso Europos Sąjungos pastatų fondo buvo pastatyta iki 2001 m. Apie 85-95 % šiandieninių pastatų tebestovės ir 2050 m. Deja, tačiau didžioji dalis pastatų yra energetiškai neefektyvūs, energetiniam aprūpinimui naudojami technologiškai pasenę, netaupūs prietaisai, taip pat daugelis jų, šildymui ir vėsinimui vis dar naudoja iškastinį kurą. Apskritai pastatų sektoriuje suvartojama apie 40 % visos Europos Sąjungoje suvartojamos energijos ir išmetama apie 36 % visų su energija susijusių Europos Sąjungoje išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų.

Tyrimo problema: Lietuvos energetikos planavimas nuo seno pasižymi strategijos prieštara kai vienas tikslas prieštarauja kitam. Nieko keisto, turint galvoje, kad vienu metu buvo mėginta spręsti ir energetinės nepriklausomybės, ir aplinkosauginius, ir trūkstamų gamybos pajėgumų uždavinius. Su analogiška situacija susiduriame ir šiomis dienomis, kalbėdami apie daugiabučių namų energetinio aprūpinimo alternatyvas, kad jos maksimaliai tenkintų ne tik gyventojų ekonominį interesą tačiau ir platesnį - socialinį miesto gyventojų požiūrį bei visos Europos ekologinę kryptį.

Tyrimo objektas: Tyrimo objektu pasirinktas 1986 m. Kaune pastatytas daugiabutis namas. Pastatas tipinio projekto, 54 butų, 9 aukštų, su rūsiu ir sutapdintu stogu. Bendras pastato plotas – 4010,36 m². Namas nerenovuotas. Tyrimui naudoti pastato energijos sąnaudų, nuskaitytų nuo skaitiklių duomenys 2021 m. Vidutinis šilumos suvartojimas šildymui – 35,64 MWh . Vidutinis šilumos suvartojimas karšto vandens ruošimui - 5,699 MWh, karšto vandens cirkuliacijai - 16,581 MWh (306,588 kWh/butui). Analizuojamo pastato šildymo sistemos projektinė galia - 268,66 kW, karšto vandens sistemos projektinė galia – 248,88 kW. Šilumos punktas dalinai modernizuotas, su šildymo sistemos reguliatoriumi nuo lauko temperatūros ir šildymo sistemos recirkuliaciniu siurbliu. Šildymo sistema vienvamzdė apatinio paskirstymo radiatorinė, veikia pagal priklausomą šildymo sistemos schemą. Karšto vandens sistema veikia pagal nepriklausomą schemą. Name automatinė balansavimo sistema neįrengta. Šilumos punkto ir šildymo sistemos magistralinių vamzdynų izoliacija susidėvėjusi.

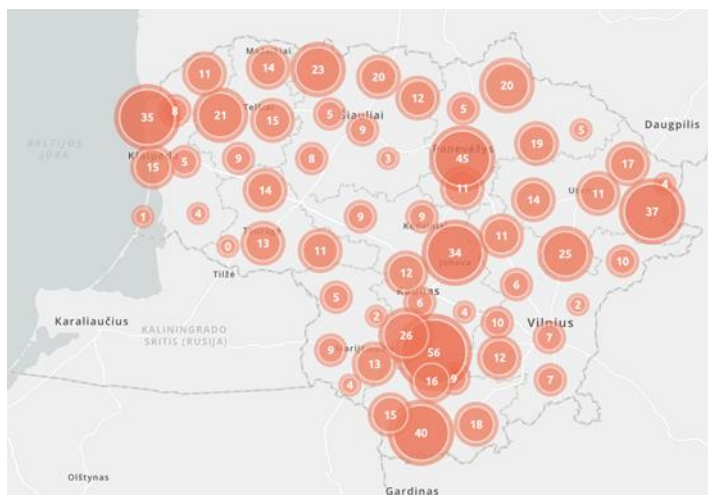
Darbo tikslas - sumodeliuoti ir išanalizuoti skirtingas pastato energetinio aprūpinimo alternatyvas. Atlikti skirtingų alternatyvų ekonominę analizę.

Darbo uždaviniai:

1. atlikti energetinio skurdo literatūros analizę;
2. išanalizuoti skirtingų alternatyvų technines charakteristikas ir parengti principinius sprendimus tiriamajam objektui;
3. išanalizuoti skirtingų alternatyvų energetinius suvartojimus;
4. atlikti alternatyvų ekonominę analizę apskaičiuojant vertinimo kriterijus;
5. atlikti energetinių alternatyvų rizikų analizę;
6. pateikti išvadas/ rekomendacijas.

1. Energetinis skurdas

Šiomis dienomis energetinio skurdo sąvoką galima išgirsti vis dažniau. Mikelis Gonzalesas-Eguino [1] energetinį skurdą apibrėžia kaip: „Asmenys ar namų ūkiai yra nepajėgūs pakankamai šildyti būsto ar gauti kitas reikalingas energijos paslaugas už prieinamą kainą“. Tačiau iš tikrųjų ši problema yra kur kas platesnė ir kompleksiškesnė. Nenuostabu, kad šis apibrėžimas girdimas vis dažniau, tai galima paaiškinti, sudėtinga geopolitine situacija, smarkiai išaugusiomis energetinių išteklių kainomis, didėjančia infliacija, šalių demografiniu senėjimu. Lietuvoje 57 % populiacijos gyvena daugiabučiuose namuose, Europoje šis skaičius siekia 46 % [2]. Daugiau kaip 85 % viso Europos Sąjungos pastatų fondo buvo pastatyta iki 2001 m. Apie 85 – 95 % šiandieninių pastatų tebestovės ir 2050 m. Paminėtina, kad didžioji dalis pastatų yra energetiškai neefektyvūs, energetiniam aprūpinimui naudojami technologiškai pasenę, netaupūs prietaisai, taip pat daugelis jų, šildymui ir vėsinimui vis dar naudoja iškastinį kurą. Lietuvoje yra 37267 daugiabučiai pastatyti 1993 m. ir vėliau [3]. Šiuo metu Lietuvoje renovuotų daugiabučių namų skaičius yra 4122 (11%) [4]. Europos Sąjungos, taip pat ir Lietuvos žaliojo kurso programoje, vienas iš prioritetinių tikslų – mažinti energetinio skurdo lygį. Visi atliekami tyrimai yra labai reikalingi ir naudingi siekiant suprasti kaip keičiasi energetinio skurdo lygis, kokie pagrindiniai veiksniai didina, o kurie veiksmingiausiai mažina, kitaip dar vadinamą energetinį stygių ir kaip su tuo kovoti ateityje.



1 pav. Renovuotų namų dalis savivaldybėse, %. Nuo visų savivaldybėse esančių potencialių renovuoti tinkamų daugiabučių. [4]

1.1. Energetinio skurdo samprata

Analizuojant Europos energetinį skurdą, pirmiausia reikia aiškiai suprasti, kas yra energetinis skurdas ir iš ko jis susideda. Šiuo metu nėra tarptautinio susitarimo kaip turėtų būti apibūdinamas energetinis skurdas, tačiau dažniausiai mokslinėje literatūroje tai apibūdinama kaip: „namų ūkiai išleidžia didžiąją dalį savo pajamų, kad galėtų patenkinti energetinius poreikius, arba namų ūkiai negali patenkinti pagrindinių energetinių poreikių, tokių kaip pakankamas patalpų šildymas“¹. Kitais žodžiais tariant, tai yra visiškas arba dalinis negalėjimas užtikrinti savo namų ūkio energetinio poreikio, dėl mažų pajamų ir didelių komunalinių išlaidų. Nors energetinio skurdo ar energijos išteklių įsigijimo problema yra gerai žinoma pasaulyje, tarp mokslininkų kyla nesutarimų dėl

¹ Lietuvos higienos normos HN 42:2009, patalpų temperatūros režiai šaltuoju ir šiltuoju metu laikotarpiu nuo 18 – 28 °C.

energetinio skurdo apibūdinimo. Energetinio skurdo lygiui įvertinti naudojami tik keli metodai, kuriuos galima išskirti pagal fizinius energijos poreikius arba energijos sąnaudų matavimus.

Toliau pateikiami pagrindiniai rodikliai, kuriais bandoma apibūdinti energetinį skurdą:

- Fizinis energijos kiekis reikalingas būtiniausiems energijos poreikiams patenkinti, pavyzdžiui: šildymas, elektra, valgio ruošimas ir t.t.
- Išlaidų dalis procentais už energijos suvartojimą lyginant su bendromis namų ūkio išlaidomis.
- Namų ūkio energijos suvartojimo lygis, kuris yra žemiau nustatytos išlaidų ar pajamų skurdo ribos konkrečioje šalyje.
- Energijos paklausos ir namų ūkio pajamų koreliacija. [1]

Naudojant pirmąjį metodą privalu išsiaiškinti minimalius energijos poreikius, reikalingus namų ūkiuose tokius kaip: šildymas, apšvietimas, maisto gamyba. Tačiau apibūdinti minimalios reikšmės poreikį yra labai sudėtinga, nes dėl skirtingų kultūrinių, religinių, geografinių, klimato, gyvenimo įpročių, energijos tiekimo infrastruktūros, gamtos išteklių sąlygų, energijos poreikis yra labai individualus.

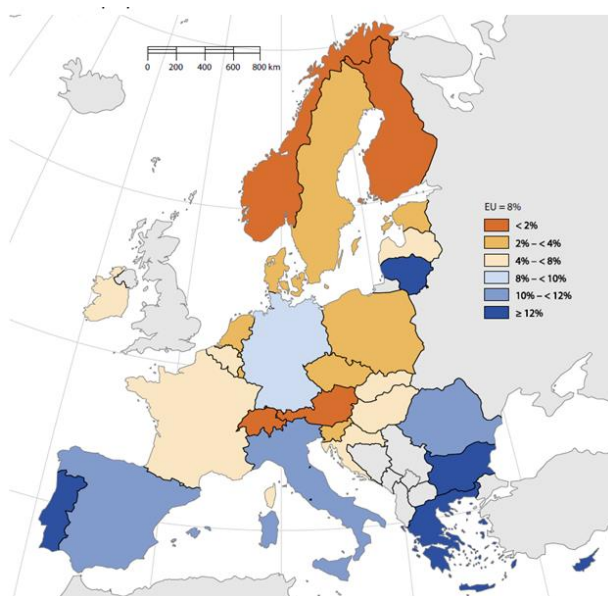
Antruoju metodu bandoma palyginti, kokią viso namų ūkio išlaidų dalį užima sąskaitos už būtinų energetinių poreikių patenkinimą. Mažas pajamas gaunančios šeimos natūralu, kad išleidžia didesnę dalį pajamų, nei didesnes pajamas gaunančios šeimos. Streimikienės [5] atlikto tyrimo metu buvo nustatyta, kad mažas pajamas gaunančių asmenų sąskaitos už energetinius išteklius sudaro tarp 5 % – 20 % nuo namų ūkio pajamų. Jungtinėje Karalystėje atliktų tyrimų metu [6] nustatyta 10 % riba energetinėms išlaidoms, vadinasi jei namų ūkis už energijos sąskaitas sumoka daugiau nei 10 % nuo savo pajamų, tai turi akivaizdžių pasekmių bendrai namų ūkio gerovei. Pasiekę šią ribą žmonės finansiškai nepajėgia patenkinti būtinų poreikių reikalingų normalioms ir sveikoms gyvenimo sąlygoms. Tačiau dėl nuolatos kintančių sąlygų, šis metodas, kai pritaikoma konkreti riba, taip pat nėra vertinamas kaip itin objektyvus.

Trečiuoju metodu energetinis skurdas palyginamas su šalies gyventojų skurdo riba. Šiuo metodu analizuojamas energijos suvartojimas namų ūkiuose, kurie patenka žemiau nustatytos konkrečios šalies skurdo ribos.

Ketvirtuoju metodu yra naudojama energijos paklausos ir namų ūkio pajamų tarpusavio koreliacijos analizė. Daroma prielaida, kad pasiekę tam tikrą pajamų lygį, namų ūkiai pradeda naudoti vis daugiau energijos. Kalbant apie skurdžiuosius namų ūkius, reiškia, kad jų energijos suvartojimas nebedidėja, didėjant jų pajamoms. Naudoti šį metodą sudėtinga, privaloma turėti daug duomenų, taip pat reikalinga namų ūkių apklausų analizė. Pagrindinis šio metodo privalumas, kad energijos poreikis yra įvertinamas pagal realias vietines sąlygas, politinius sprendimus ir energetinių išteklių kainas šalyje [5].

EUROSTAT [7] duomenimis 8,2 % Europos Sąjungos namų ūkių gyvena skurdžiomis sąlygomis. Žmonės yra priversti pasirinkti tarp energijos sąnaudų mažinimo ir higienos normas atitinkančios temperatūros būste, kad būtų galima sutaupyti pinigų kitoms būtinoms reikmėms arba jie tiesiog neišgali įsigyti kitų būtinų prekių dėl aukštų energijos išteklių kainų. Energetinį skurdą dažniausiai jaučia žmonės, gaunantys mažas pajamas, gyvenantys energetiškai neefektyviuose namuose, neturintys galimybių reguliuoti šilumos suvartojimo ar pakeisti tiekiamos energijos šaltinio.

Analizuojant EUROSTAT 2020 m. [8] duomenis taip pat pastebima, kad negalintys laiku susimokėti už komunalines paslaugas ar finansiškai sau leisti pakankamai šildyti patalpų, dominuoja gyventojai iš postkomunistinio valdymo, rytinių Europos Sąjungos šalių, tokių kaip Albanija, Bulgarija, Lietuva. Tenka paminėti, kad Lietuvos procentas lyginant tris Baltijos šalis yra didžiausias ir sudaro 23,1 %. Kylančios energetinių išteklių kainos turi minimalią įtaką suvartojamam energijos kiekiui, kadangi šilumos energija yra prilyginama pirmo būtinumo prekėms [5], pavyzdžiui, centralizuotai tiekiamą šilumą. Rytinėje ir kitose Europos Sąjungos šalyse energijos kainos kilo greičiau nei minimalus užmokestis, o tai dar labiau paskatino gyventojų energetinį pažeidžiamumą ir energetinį skurdą [5].



2 pav. Šalys negalinčios finansiškai pakankamai šildyti namų (%) 2020 m. [8]

1.2. Energetinio skurdo padariniai

Remiantis analizuotais straipsniais galima teigti, kad juose nurodomos pasikartojančios energetinio skurdo priežastys: mažos pajamos, prastos būklės ir neefektyvūs gyvenamieji namai, pasenę ir neefektyvūs įrenginiai, prasta energetinė infrastruktūra, aukštos energetinių išteklių kainos, kiek rečiau – būsto perkaitinimas. Robikas [9] tyrimo metu buvo pastebėtas tiesioginis ryšys tarp energetinio skurdo ir prastų sveikatos rezultatų. Nustatyta, kad šalys turinčios aukštus energetinio skurdo rodiklius, taip pat pasižymi ir prastais sveikatos rodikliais. Galima teigti jog, prasta sveikata yra ir prastos gyvenamosios, medicinos paslaugų šalyje, aplinkosaugos, ypač oro kokybės ir taršos rezultatas. Nepaisant to, namų ūkiai, patiriantys energetinį skurdą, dažniausiai gyvena netinkamos temperatūros, šaltuose namuose bei, būtinų prekių, pavyzdžiui, maisto produktų, neišgali įsigyti visų reikalingų medicininių paslaugų. Dėl pasenusių namų ūkio inžinerinių tinklų sistemų ir žemos patalpų temperatūros namuose atsiranda pelėsis. Visi šie veiksniai ilgainiui prisideda prie sveikatos sutrikimų.

Jungtinės Karalystės nacionalinės sveikatos ataskaitoje pateikiama statistika [10] kurioje matyti, kad šildymo sezono laikotarpiais vyksta pasikartojantis reiškinys – daugiau mirčių. Simkokas [11] „perteklinės mirtys žiemą“ yra naudojama klinikinė frazė. Jungtinės Karalystės perteklinių mirčių skaičius žiemos laikotarpiu 2020 m. buvo dvigubai didesnis lyginant su Suomija [12], nors tuo tarpu vidutinė lauko temperatūra sausio mėnesį Londone buvo 10 °C aukštesnė nei Helsinkyje. Vidutiniškai JK nuo gruodžio iki kovo miršta 32 000 žmonių daugiau, nei likusiais kitais metų

mėnesiais. Manoma, kad kasmet vidutiniškai 9 700 žmonių miršta dėl gyvenimo nepakankamai šiluma aprūpintuose namuose [13]. Simkokas [11] tyrime matyti, kad šis mirčių šuolis tiesiogiai susijęs su energetiniu skurdu namų ūkiuose, kai gaudami mažesnes pajamas, vyresnio amžiaus bei, neįgalūs žmonės neišgali susimokėti komunalinių išlaidų. Ši statistika Jungtinėje Karalystėje sukėlė kritiškų pasisakymų ir žmonių pasipiktinimo bangą, įvardindami, kad vyresnio amžiaus ir neįgalių žmonių mirtys negali būti mažiau svarbios. Šiuo metu Jungtinės Karalystės politika tapo daug labiau orientuota į tiesiogines išmokas už šildymą, mažas pajamas gaunantiems, vyresnio amžiaus ir neįgaliems žmonėms, šildymo laikotarpiais bei energijos vartojimo efektyvumo gerinimą.

Ahmedo teigimu [14] energetinis skurdas yra pagrindinė priežastis sukelianti daugiau staigų mirčių žiemos laikotarpiais, ypač tarp vyresnio amžiaus žmonių. Senyvo amžiaus žmonės yra daug labiau pažeidžiami, higienos normų neatitinkančių patalpų temperatūros, priešingu atveju tai gali sukelti rimtų sveikatos problemų. Kadangi senjorai didžiąją dalį savo laiko praleidžia namuose, ypač svarbu, kad jie turėtų tinkamą patalpų temperatūrą. Tai turi didžiulę reikšmę senjorų sveikatai ir orioms gyvenimo sąlygoms. Socialinės grupės tokios kaip senjorai, neįgalieji, žmonės, turintys chroninių ligų, žmonės auginantys mažus vaikus, dažnu atveju yra socialiai ir politiškai marginalizuojami. Jie didžiąją savo laiko dalį praleidžia namuose. Šalti namai taip pat turi įtakos ir psichologinei žmonių būsenai, pavyzdžiui, buvo pastebėta, kad žmonės nustojo kviesti savo draugus į svečius, motyvuodami šaltais namais. Valdžios institucijos ir politikai dažnai tiesiog nesupranta, kokius poreikius turi šios socialinės grupės, kalbant apie energetinį nepriteklį. Skirdami daugiau laiko konkrečioms visuomenės grupėms, stengdamiesi išsiaiškinti ir suprasti jų poreikius, taip pat gausime ir geresnius rezultatus sprenddami energetinio nepritekliaus problemas. Turime žinoti ir suprasti socialinių grupių ir energetinio skurdo ryšį, tik tokiu būdu galėsime sukurti politiškai ir faktiškai patikimus sprendimo būdus, kovojant su energetiniu skurdu.

Su energetinio skurdo problema susiduriama ne tik finansiškai skurdžiose šalyse, tačiau ir ekonomiškai pažangiose. Halkos [15] moksliniame straipsnyje tyrinėjo ekonominio nepritekliaus raidą *prieš* ir *po* pasaulinės ekonominės krizės 2008 m. dvidešimt aštuoniose Europos šalyse. Naudojamas statistinių duomenų metodas analizuojant sukauptus duomenis (Gini koeficientas², kambarių skaičius tenkantis vienam žmogui, žmonių, patenkančių žemiau skurdo ribos, skaičių, vidutinė elektros kaina ir pan.). Naudojami trys pagrindiniai energetinio skurdo rodikliai: a) nepakankamai šilta patalpų temperatūra, b) įsiskolinimai dėl komunalinių išlaidų, c) energetiškai neefektyvus būstas. Tada sukuriama skirtingi scenarijai suteikiant parametrus skirtingas verčių reikšmes. Tyrimo laikotarpis padalinamas į tris dalis: 2004–2008 m., 2009–2013 m., 2014–2019 m. Gauti rezultatai parodė, kad Skandinavijos šalyse, žmonių, kenčiančių nuo energetinio skurdo, skaičius buvo mažiausias lyginant visus tris laikotarpius, o didžiausias - Bulgarijoje ir Balkanų šalyse. Nuo 2004 m. iki 2019 m. Bulgarijoje energetinis skurdas smarkiai sumažėjo, tačiau vis tiek liko didžiausias lyginant su kitomis ES šalimis. Lenkija taip pat smarkiai sumažino energetinio skurdo lygį lyginant 2004–2019 m. laikotarpį, kaip Latvija ir Vengrija. Graikijoje fiksuotas didžiausias energetinio skurdo prieaugis nuo 2011 m., kuris tęsėsi iki 2016 m. Tačiau šaliai pavyko sumažinti energetinio skurdo rodiklius per 2017–2019 metus. Energetinio skurdo lygis Graikijoje 2019 m. buvo didesnis, palyginus su 2004 m. Mažėjimas buvo fiksuotas tarp 2004–2008 m., tačiau prasidėjus ekonominei krizei rodikliai pradėjo prastėti. Analizuojant 2007 m. ir 2012 m. duomenis, pastebimas energetinio skurdo augimas. Nepaisant ekonominės krizės, ES šalys sugebėjo pagerinti energetinio

² Gini koeficientas nurodo gebėjimą išlaikyti šiltą patalpų temperatūrą.

skurdo rodiklius lyginant 2004 ir 2019 metus. Taip pat nustatyta, kad pagrindinis veiksnys, turėjęs įtakos energetiniam skurdui ES – smarkiai išaugusios elektros kainos. Šalies nedarbo lygis taip pat koreliuoja su energetinio skurdo lygiu, todėl daroma prielaida, kad šalies BVP didėjimas ir ekonominis atsigavimas atvirkščiai proporcingas energetiniam skurdui, vadinasi ekonominė krizė turėjo įtakos bendram ES energetinio skurdo lygiui. Visi atliekami tyrimai susiję su energetiniu skurdu yra labai reikalingi norint suprasti, kaip problema kinta ir, kaip tai spręsti ateityje. Gauti rezultatai gali būti naudingi valstybinėms institucijoms ir įstatymų priėmėjams, analizuojantiems kaip energetinis skurdo lygis kito Europoje per 16 metų, ypač turint ekonominės krizės patirties. Iš gautų rezultatų žinoma, kurios šalys yra labiausiai pažeidžiamos ir, kurie veiksniai turi didžiausios įtakos energetinio skurdo rodikliams. Remiantis gautais duomenimis, galima priimti tinkamesnius sprendimus ir tiksliau įvertinti energetinio skurdo lygį. Šie rezultatai taip pat yra labai svarbūs kalbant apie galimas finansines krizes ateityje, ypač šiuo metu, kai turėjome COVID pandemiją.

1.3. Energetinio skurdo mažinimo būdai

Mažas pajamas gaunantiems žmonės sumokėti sąskaitas už energetinius išteklius yra labai sudėtinga, o kylančios energijos kainos dar labiau sumažina pajamas, todėl sutaupyti papildomų pinigų namo renovacijai tuo pat metu modernizuojant ar pakeičiant naujus energetinius įrenginius, kurie gerokai sumažintų energetines išlaidas, tampa neįmanoma, tokiu būdu namų ūkiai įsiskuba į uždarą energetinio skurdo ciklo ratą. Karpinska [16] energetinio skurdo ratą apibūdina kaip: „žmonės gyvena energetiškai neefektyviuose namuose dėl to, kad neturi pinigų“. Analizuojamų žmonių grupės yra padalintos į dvi dalis, pirmoji – vidutinio amžiaus, bedarbiai, gyvenantys kaimo vietovėse, vienuose namuose ir antroji – pensinio amžiaus, daugiausia moterys, gyvenančios mieste, blokiniuose daugiabučiuose namuose. Šios grupės pasirinktos pagal dažniausiai energetinį skurdą patiriančių žmonių grupes naudojantis EU-SILC³ duomenimis. Tyrimo duomenys atskleidė, kad pastatų renovacija ir pajamų augimas yra vienodai svarbūs veiksniai, kurie mažina energetinį skurdą abiem tiriamosioms grupėms. Išsilavinimas, namo renovacija ir šeimos dydis yra svarbiausi veiksniai mažinantys energetinį nepriteklių pirmojoje grupėje. Antrojoje grupėje svarbiausi veiksniai yra finansinė parama ir namo renovacija. Karpinska [16] siūlo sudaryti ilgalaikes ir trumpalaikes strategijas, padėsiančias žmonėms greičiau įveikti skurdą. Į trumpalaikės strategijos tikslus patenka: kompensacijos už energetinius išteklius, konsultavimas energetiniais klausimais, viešos informavimo kompanijos skatinančios žmonių sąmoningumą, efektyvų energijos vartojimą, renovacijų naudą ir pan. Ilgalaikiuose tiksluose numatyta: pastatų renovacija, darbuotojų kvalifikacijos kėlimas ir skatinimas, socialinis draudimas ir sveikatos apsauga.

Weinszieheris [17] atliktame tyrime buvo pastebėtas pasikartojantis ryšys tarp atliekamų gyvenamųjų namų energetinės renovacijos ir namo gyventojų amžiaus. Vyresnio nei 70 metų amžiaus žmonių grupė ženkliai dažniau nesutinka atlikti namo renovacijos nei jaunesnio amžiaus asmenys. Senjorai susiduria su problema, kai užaugus ir išvykus jų vaikams, jiems tenka mokėti sąskaitas už šildymą ir komunalines paslaugas, už didesnę nei jiems reikėtų gyvenamojo ploto dalį. Weinszieherio darbe taip pat matyti, kad mažiausiai energetiškai efektyvūs pastatai su didžiausiais energijos suvartojimo kiekiais priklauso į pensiją išėjusiems, vyresnio amžiaus, mažesnes pajamas gaunantiems namų ūkiams. Matschoso [18] pastebėjo, kad susiduriama ir su kita problema, paremta kolektyviniu pritarimu. Gyventojai, nenorėdami įsigilinti į problemą, turėdami skirtingą informavimo lygį, amžių, išsilavinimą arba dėl konfliktiškų kaimynų elgesio atsisako atlikti namo modernizaciją ir taip

³ Europos Sąjungos pajamų ir gyvenimo sąlygų statistika.

pagerinti energetinio efektyvumo lygį, o be gyventojų daugumos pritarimo pagal esamą įstatyminę bazę namo renovacija tampa neįmanoma.

Streimikienė [5] „mokslininkų manymu šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo priemonės namų ūkiuose atnešė tik minimalią laukto rezultato dalį“. Taikytos politinės priemonės, tokios kaip subsidijos renovacijai ir mokesčių lengvatos, nepakankamai atitinka namų ūkių elgesio ir psichologinių problemų normas. Manoma, kad didesnis dėmesys turėtų būti skiriamas informacijos sklaidai ir aplinkosauginio sąmoningumo didinimui, taip namų ūkiams suteikiant daugiau supratimo apie atsinaujinančių energijos šaltinių technologijas ir energetines daugiabučių namų renovacijas, kokią naudą tai suteikia gyventojams. Taip pat sukurti naujų darbo vietų paskiriant specialistus, atsakingus už energetinės namų renovacijos vystymą ir pastovų bendradarbiavimą tarp namų ūkių.

Rieskampas [19] analizuodamas energetinį skurdą patiriančių žmonių elgseną išskiria praradimo baimės teoriją. Šios teorijos esmė, kad žmonės linkę nerizikuoti dėl to, kad labiau bijo kažką prarasti nei, kad tai jiems gali suteikti didesnės naudos ateityje. Todėl dažną stresą ir sunkias gyvenimo sąlygas turintys žmonės geriau pasirenka nieko nedaryti, nei priimti riziką, kuri ateityje jiems atneštų didesnę naudą. Tinkamas šios situacijos pavyzdys energetinė namo renovacija dėl kurios gyventojai ateityje mažiau mokėtų už energetines sąskaitas ir gyventų komfortiškesnėmis sąlygomis, tačiau jie to atsisako dėl baimės gauti didesnes sąskaitas ar tikimybės būti apgautiems. Šią situaciją būtų galima išspręsti užtikrinant, kad pažeidžiamiausi gyventojai negautų didesnių sąskaitų ateityje, jei būtų taikoma mokesčių atidėjimo ir išskaidytų mokėjimų metodika.

Žmonių elgseną smarkiai formuoja socialinės normos. Neturint konkrečios nuomonės vienu ar kitu klausimu, dažnai pradedama elgtis taip, kaip priimtina visuomenėje. Socialinės normos kartu formuoja ir žmonių elgseną ateityje. Tinkamas šios situacijos pavyzdys galėtų būti šiukšlinimas. Lietuvoje, prieš dvidešimt metų, numesti šiukšlę gatvėje atrodė nekaltas, niekam blogo nedarantis veiksmas, kurį visuomenė toleruodavo, tačiau šiomis dienomis numetus šiukšlę gatvėje, tam neskirtoje vietoje, sulaukiama tam tikros reakcijos - piktų replikų ir kitų žmonių nepasitenkinimo dėl nederamo veiksmo. Socialinės normos gali turėti lygiai tokį patį efektą kalbant apie energijos vartojimą namų ūkiuose. Būtent todėl socialinių normų formavimas gali smarkiai prisidėti prie energijos vartojimo problemų su kuriomis susiduriama šiandien, pavyzdžiui, nebūnant patalpoje - išjungti šviesą, ištraukti iš rozetės maitinimo prietaisų kroviklius, pritarti namo energetinei renovacijai.

2. Daugiabučio namo alternatyvų techninė charakteristika

2.1. Pastato energetiniai poreikiai

Daugiabutis gyvenamasis namas yra vientisas inžinerinis objektas su skirtingais visų jį sudarančių butų energetiniais poreikiais. Patalpose turi būti sukuriamos žmonėms palankios komforto sąlygos: tinkama temperatūra, drėgmės lygis, apšvieta ir pan. Vienos pagrindinių pastato inžinerinės sistemos dalių suteikiančios gyventojams būtinas gyvenimo ir komforto sąlygas yra: šildymo sistema, karšto vandens sistema, cirkuliacija, elektra. Būtent šios inžinerinės sistemos sudaro didžiąją dalį išlaidų, už kurias sumoka daugiabučio namo gyventojai. Gyventojai ne visada turi galimybę pasirinkti kuro rūšį ar modelį kuriuo pastatas būtų aprūpinamas šiluma, karštu vandeniu, taip pat patalpas šildyti pagal norimą temperatūros komforto lygį ar turimas pajamas. Išvykę savaitgaliui ar kitu pageidaujamu paros metu ne visada turi galimybes sumažinti ar padidinti patalpų šildymo intensyvumą. Norint optimizuoti šiluminę ir elektros energiją daugiabučiuose gyvenamuosiuose namuose, toliau baigiamajame darbe apžvelgsime ir išanalizuosime skirtingas energetines aprūpinimo galimybes ir modifikacijas.

„Šildymo sistema - tai pastate įrengtas techninių priemonių kompleksas, skirtas į pastatą perduoti arba pastate gaminamai šilumai į patalpas pristatyti. Nuo CŠT tinklų ji atskirta pastato įvadu. [20]“ Patalpų šildymui naudojamos įvairios šildymo priemonės, šildymo būdai ir šildymo sistemos, įvairūs šildymo prietaisai. Kokios bus pasirinktos šildymo sistemos, priklauso ir nuo pastatą supančios aplinkos klimato savybių. Kai lauko temperatūra žemėja ir stiprėja vėjas, didėja šildymui reikalingas šilumos kiekis, kurį į patalpą perduoda šildymo prietaisai. Kai oras šiltėja, šildymui reikalingas šilumos kiekis mažėja. Dėl to kyla poreikis turėti lanksčiai reguliuojamas šildymo sistemas. Sistemos turi būti suprojektuotos ir įrengtos taip, kad jomis perduodamas šilumos kiekis būtų reguliuojamas automatiškai pagal lauko ir patalpų temperatūros pokyčius. [21]

Karšto vandens sistema - geriamasis šaltas vanduo į namus patenka iš gatvėje esančio vandentiekio vamzdžio atšakos, vadinamos įvadu. Iš čia vanduo, pratekėjęs pro skaitiklį, name išvedžiotais vamzdžiais pasiekia kiekvieną butuose esantį čiaupą. Pastato rūsyje esantis įvadinis vandens vamzdis po vandens skaitiklio šakojasi į dvi dalis. Viena atšaka vanduo pasiekia butus, o kita vanduo teka į vandens šildytuvą, esantį kurioje nors namo pagalbinėje patalpoje, dažniausiai rūsyje. Vandens šildytuve, šaltas vanduo sušildomas iki reikiamos temperatūros, paprastai iki 55 °C.[21]

Cirkuliacija - karštas vanduo daugiabučiame name cirkuliuoja vamzdynais, kurie sudaro to namo karšto vandens tiekimo sistemą. Tam, kad iš karšto vandens čiaupo bet kuriuo metu tekėtų karštas vanduo, o vonių patalpose būtų užtikrintos sanitarinės sąlygos bei vandenyje nesiveistų kenksmingos legioneliozės bakterijos, karšto vandens vamzdynuose turi nuolat cirkuliuoti reikiamos, ne žemesnės nei 50 – 60 °C temperatūros karštas vanduo.[22]

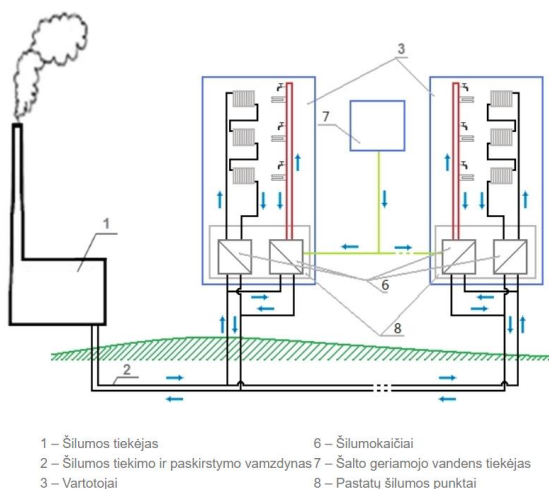
Elektros energija – lengvai paverčiama kitos rūšies energija, tokia kaip: šilumos, šviesos ar mechanine energija. Be elektros energijos - neįmanomas daugiabučio namo eksploatavimas. Tačiau skirtingi techninei sprendimai priimami elektros energijos generacijai ar eksploatacijai daugiabučio gyvenamojo namo kontekste, gali sudaryti ženklus finansinius skirtumus namo gyventojams.

2.2. Centralizuotai tiekiamas šiluma ir elektra

Šalies centralizuoto šilumos tiekimo sistema yra neatskiriama sudedamoji bendro energetikos sektoriaus dalis, technologiniais ir energijos srautų ryšiais glaudžiai susijusi su elektros energetikos sistema, kuro tiekimo ir kitomis sistemomis.

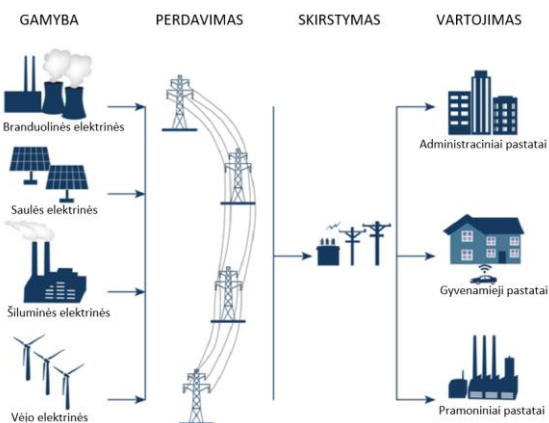
Centralizuotą šilumos tiekimo sistemą sudaro: šilumos šaltinis, kuriame gaminama šiluma; šilumos tiekimo tinklai, kuriais šilumnešis (termofikacinis vanduo, karštas vanduo arba garas) iš šilumos šaltinio tiekia šilumą vartotojams; šilumos punktai, įrengiami vartotojų pastatuose; pastatuose esančios šildymo ir karšto vandens sistemos.

Centralizuotai tiekiamas šiluma ir karštas vanduo reiškia, kad pirmiausia šilumnešis yra pagaminamas centralizuotai, po to šilumos tinklais perduodamas vartotojams. [23]



3 pav. Centralizuotos šiluminės energijos tiekimas vartotojams. [24]

Centralizuotą elektros tiekimo sistemą sudaro tarpusavyje sujungtas elektros tinklas su papildomais komponentais. Elektros tinklai skiriasi savo dydžiu ir gali apimti visą šalį ar net žemyną. Paprastai elektros tiekimo sistemą sudaro: elektrinė, kuri dažniausiai įrengiama atokiau nuo tankiai apgyvendintų vietovių; elektros pastotės, skirtos sumažinti arba padidinti elektros įtampą; elektros energijos perdavimo tinklai, skirti perduoti elektrą dideliais atstumais; elektros energijos skirstymas individualiems vartotojams, kai elektros įtampa sumažinama iki reikiamos vartojimo įtamos.

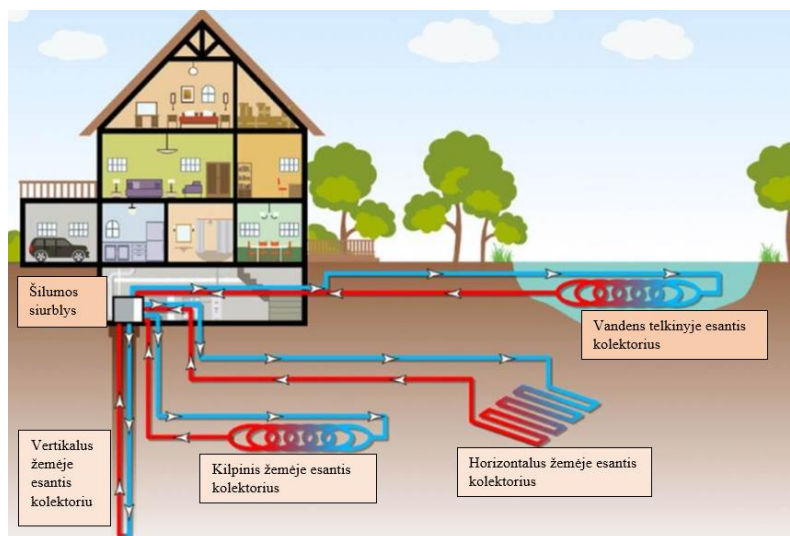


4 pav. Centralizuotos elektros sistemos schema. [25]

2.3. Hidroterminė energija

Hidroterminė energija – tai toks energijos perdavimo būdas, kai šilumos siurblio pagalba imama pirminė energija iš grunto ar gruntinio vandens ir paverčiama į šilumą, kuri yra naudojama pastatui šildyti ir buitiniam karštam vandeniui ruošti.

Žemėje esanti šiluma surenkama kolektoriniuose šiliniuose, kuriuose išvedžioti vamzdžiai dėl šilumos mainų perduoda žemėje esančią šilumą kolektoriaus vamzdžiuose esančiam šilumnešiui dažnu atveju vandens ir etilenglikolio mišiniui. Šilumnešis perneša šilumą nuo šilumos šaltinio iki šilumos siurblio, kuriame esančios freono dujos dėl šilumnešio perduodamos temperatūros ima garuoti. Kompresoriaus pagalba freono dujos suslegiamos tokiu būdu smarkiai padidinat dujų temperatūrą, kuri per šilumokaitį atiduodama buitinio karšto vandens ruošimui ar pastato šildymui. Verta paminėti, kad šilumos siurblio veikimui reikalinga elektros energija, kuri ir sudaro šildymo ar karšto vandens kainą.



5 pav. Skirtingų rūšių hidroterminės energijos schema. [26]

2.4. Saulės kolektoriai

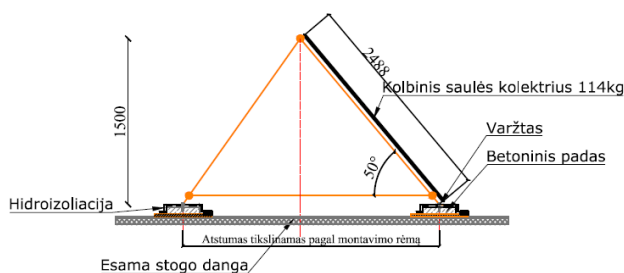
Saulės kolektorius - prietaisas, saulės energiją naudojantis vandens pašildymui pastatuose. Taip pat gali būti pritaikomi patalpų šildymui karštu vandeniu.

Visa vandens šildymo sistema naudojanti saulės energiją, tarpusavyje gali veikti tik tinkamai sujungus visus reikalingus elementus. Svarbiausias - saulės kolektorius kuris būna sujungtas su specialiu siurbliu, paimančiu šilumos energiją iš kolektoriaus ir reguliuojančiu, kad itin karštą dieną, jos į sistemą nepatektų per daug. Saulės kolektorių sudaro vamzdeliai pripildyti vandens ir propilenglikolio mišiniu. Kolektoriaus vamzdeliuose sukaupią šilumos energiją siurblys perduoda į vandens akumuliacinę talpą. Prie talpos būna prijungti elektriniai šildytuvai. Pastarieji pradeda veikti tik tokiu atveju, jei valdymo blokas užfiksuoja, jog saulės energijos nepakanka įkaitinti vandenį iki norimos temperatūros. Iš akumuliacinės talpos pašildytas vanduo keliauja pas vartotojus.

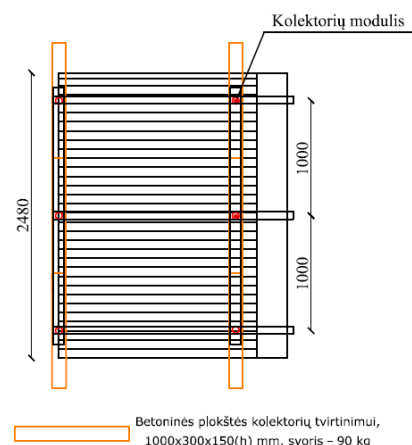
Saulės kolektoriai gali būti plokštieji ir vakuuminiai:

Plokštieji saulės kolektoriai sudaryti iš absorbcinės, šilumos izoliacijos, skaidrios apsauginės dangos ir vamzdelio, kuriuo teka šilumnešis. Tokio tipo kolektoriai dažniausiai naudojami šiltesnio klimato šalyse, kur didžiąją dienos dalį šviečia saulė ir šilumos nuostoliai nėra tokie svarbūs.

Vakuuminiai saulės kolektoriai yra sudaryti iš atskirų sandarių vamzdelių, o jų viduje esančios varinės plokštelės, kaitinamos saulės spindulių, kaupia energiją. Šiuose kolektoriuose nėra jokios izoliacinės medžiagos, kadangi kiekviename vamzdyje yra vakuumas, tampantis pačia efektyviausia šilumos izoliacija, taigi šilumos nuostoliai iš viso nepatiriami. Vakuuminiai saulės kolektoriai geriausiai tinkami naudoti šaltesnio klimato juostose, kur saulės kiekis yra ne toks didelis.



6 pav. Vaizdas iš šono.



7 pav. Vaizdas iš viršaus

2.5 Šilumos siurbLIAI

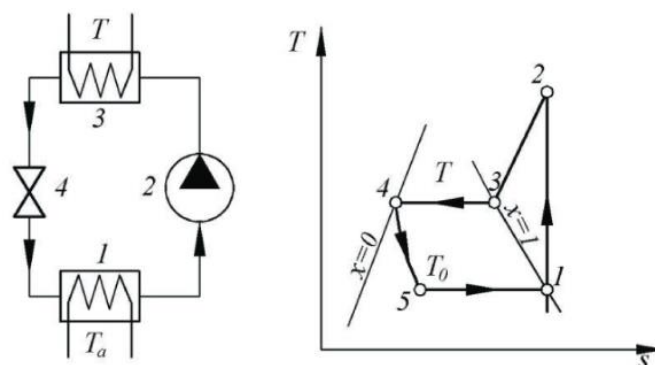
„Šilumos siurblys yra įrenginys, kuris naudojamas šilumos, paimtos iš žemos temperatūros aplinkos (šilumos šaltinio, kuriuo gali būti aplinkos oras, gruntas ir pan.), pernešimui į aukštesnės temperatūros aplinką (pastato šildymo ir karšto vandens ruošimo sistemą). Šiam procesui atlikti šilumos siurblyje naudojamas mechaninis darbas arba aukštos temperatūros šilumos šaltinis.

Šilumos siurbLIAI dažniausiai klasifikuojami pagal jų šilumos šaltinio tipą. Trys dažniausiai naudojami šilumos šaltiniai pastatams šildyti ir karštam vandeniui ruošti:

1. aplinkos oras (oriniai šilumos siurbLIAI);
2. dirvožemis (gruntiniai šilumos siurbLIAI);
3. vanduo (gruntinio arba paviršinio vandens šilumos siurbLIAI).

Šilumos šaltinio pasirinkimas labiausiai veikia šilumos kolektoriaus formą ir pobūdį, šilumos siurblio darbo režimus ir kai kuriuos komponentus, tačiau esminiai veikimo principai išlieka tokie pat.

Šilumos siurblio schema ir ciklas pavaizduoti 5 pav. Čia 1 – aplinkoje įrengtas garintuvas (T_0 – aplinkos temperatūra), jame garuoja šaldomasis kūnas (procesas 5 – 1), paimdamas iš aplinkos šilumą; 2 – turbokompresorius, kuriame adiabiškai suslegiamas šaldomas kūnas (procesas 1 – 2); 3 – šildymo sistema kuriai šaldomas kūnas aušdamas (procesas 2 – 3) ir kondensuodamasis (procesas 3 – 4) atiduoda šilumą; 4 – droselis, kuriame krinta droseliuojamo šaldomojo kūno temperatūra.



8 pav. Šilumos siurblio schema ir ciklas.“ [28]

2.6. Saulės energija

„Saulės energija taip pat naudojama ir elektrai gaminti. Puslaidininkis įtaisas verčiantis šviesos energiją į elektros energiją yra vadinamas fotovoltiniu elementu.

Saulėje vykstančios termobranduolinės reakcijos sukeltas optinis – energetinis reiškiny yra vadinamas saulės spinduliuote, o norint tai įvertinti kiekybiškai, dažniausiai naudojamas parametras saulės energetikoje yra apšvita. Apšvita įvertina šviesos spindulių akimirkinę galią, tenkančią plokštumos, į kurią ji krinta, ploto vienetui [W/m^2]. Todėl planuojant statyti saulės elektrinę labai svarbu įvertinti apšvietą, montuojamų modelių kampą ir geografinę padėtį.

Saulės elektrinės dalys pavaizduotos 6 pav., kurias sudaro: 1 - Saulės moduliai, montuojami ant namo stogo arba ant žemės; 2 - Modulių išdėstymui skirta konstrukcija, tvirtinama ant namo stogo arba statoma ant žemės; 3 - Optimizatoriai, tvirtinami, kai montuojama išmani saulės sistema; 4 - Inverteris, keičiantis nuolatinę (DC) elektros srovę į kintamą (AC); 5 - Elektros tinklai, į kuriuos nukeliauja sugeneruotas elektros perteklius.



9 pav. Saulės elektrinės dalys. [29]

1 lentelė. Saulės elektrinių savybės ir charakteristikos. „[30]

Savybės	Charakteristikos
Nenaudojami šiluminiai ar mechaniniai procesai.	Struktūroje naudojami tik energetinės elektronikos elementai.
Nereikia kuro, netaršus, neskleidžia triukšmo, nereikia technologinio vandens.	Saulės spindulių energija tiesiogiai keičiama į elektros energiją.
Saulės elektrinės su fotovoltiniais elementais sandaros konstrukcinės savybės.	Sandara modulinė, operatyviai surenkama, Mažos elektrinės gali būti lengvai perkeliamos.
Energijos gamybos procesas ir eksploatacija.	Elektros energijos gamybos procesas yra visiškai automatizuotas, aukšta gaminamos elektros energijos parametrų kokybė.
Veikimo saugumas ir patikimumas.	Energijos gamyba gali būti paskirstyta ir mažiau pažeidžiama. Negresia žalingi padariniai aplinkai galimų kataklizmų atveju.
Energija gaunama tik šviesiuoju paroms metu	Autonominėse saulės elektrinėse reikalingas elektros energijos kaupiklis.

2.7. Vietinė dujinė katilinė

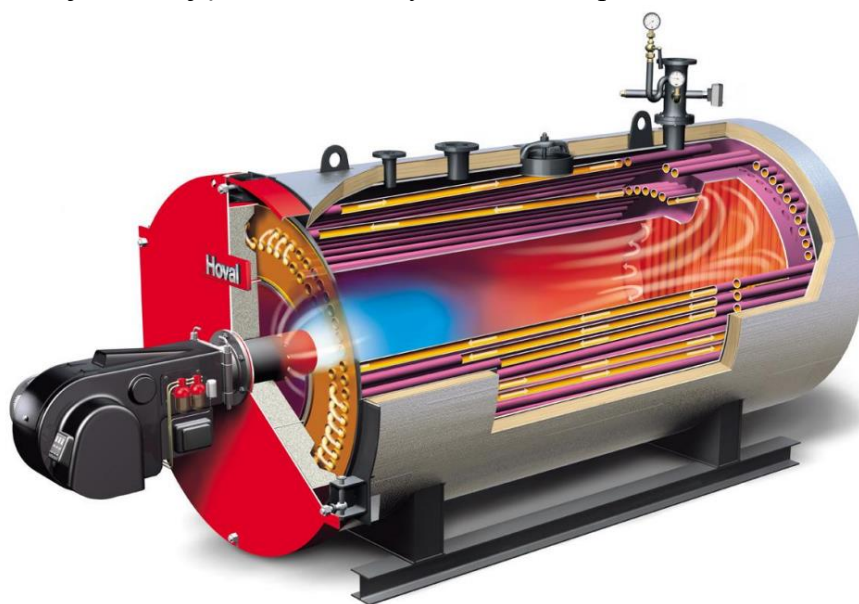
Vietinė dujinė katilinė – tai namo patalpa, dažniausiai - pastato rūsys, kurioje centralizuotai ruošiama šiluma, reikalinga patenkinti pastato gyventojų šildymo, karšto vandens ir karšto vandens palaikymo poreikius. Katilinę sudaro tokie pagrindiniai įrenginiai kaip: katilas, degiklis, siurblys, šilumokaičiai, išsiplėtimo indas, uždarojoji armatūra, slėgio reguliatoriai, automatikos įrenginiai ir panašiai. Kuras reikalingas šilumai gaminti – dujos.

Apskritai dujinį kurą naudoti ir deginti yra paprasčiau nei skystąjį ar kietąjį kurą. Šiuo metu dujinėse šilumos generavimo sistemose kaip kuras dažniausiai yra naudojamos dvi iškastinio kuro rūšys: gamtinės dujos ir suskystintos naftos dujos, tačiau didžiąją dalį sudaro gamtinės dujos.

„Šilumos generavimo įrenginys, kitaip dar vadinamas katilu – technologinis įrenginys, kuriame kuro deginimo sistemoje išskiriama šiluminė energija perduodama įrenginyje cirkuliuojančiam šilumnešiu. Dažniausiai šilumnešiu naudojamas gerai išvalytas ir paruoštas vanduo. Jis turi palyginti didelę šiluminę talpą, nepavojingas aplinkai ir žmonėms, lengvai prieinamas.

Plačiausiai paplitę pramoniniai vandens šildymo katilai su dujiniais degikliais vadinami – dūmavamzdžiais. Šių katilų pagrindinis bruožas yra tas, kad degimo produktai (dūmai) teka vamzdžių vidumi, o jų išorėje yra aušinantis vanduo. Šio tipo katilų pagrindą sudaro dvi rėtinės, tarp kurių sumontuojami šilumos perdavimo vamzdžiai ir viena arba dvi degimo kameros (kūryklos). Visa ši konstrukcija sumontuojama cilindre, o jis pripildomas šildomo vandens. Slėgį atlaikantis cilindras kartu atlieka ir katilo karkaso vaidmenį: ant jo sumontuojami degikliai, siurbliai, apsauginiai vožtuvai ir visi kiti jo eksploatacijai būtini prietaisai. Dūmavamzdžiuose katiluose degimo produktai iš kūryklos patenka į pirmą šildymo vamzdžių pluoštą, kuriame padidėja dūmų greitis ir suintensyvėja šilumos mainai. Katilo galuose įrengus 1–3 posūkio kameras gaunamas kelių eigu dūmavamzdis

katilas. Dūmavamzdžiai katilai yra patikimi, nes šildymo paviršius supa vanduo. Vamzdžius lengva pakeisti remontuojant, nuo jų nesunku nuvalyti suodžius ir pelenus.“[21]



10 pav. Dūmavamzdis pramoninis vandens šildymo katilas su dujiniu degikliu. [31]

3. Tiriamasis objektas

Pramoniniu būdu pagaminti stambiaplokščiai surenkamieji namai dėl savo masiškumo ir monotoniškumo tapo neatsiejamu sovietinio urbanistinio peizažo simboliu, nors tai ir nebuvo sovietinis išradimas. Lietuvoje masiškai daugiabučiai gyvenamieji ir rajonai pradėti statyti taip pat sovietmečiu, kai šeštojo dešimtmečio pabaigoje buvo sparčiai pakeista statybos politika, dėl didžiulio gyvenamųjų butų trūkumo. Masinei statybos programai įgyvendinti buvo pastatyti surenkamojo gelžbetonio kombinatai pagal tipinės serijos 1 – 464A parametrus. Gyvenamojoje statyboje plačiausiai paplito horizontalus stačiakampis 5 arba 9 aukštų blokas, vėliau pradėta statyti vertikalūs 12 – 16 aukštų bokštus. Aštuntajame dešimtmetyje susidomėta monolitinio gelžbetonio namų statybos technologija – ji buvo laikyta labiau tinkama bokštiniams pastatams dėl ekonomiškumo ir galimos architektūrinės įvairovės.

Lietuvoje 57 % populiacijos gyvena daugiabučiuose namuose, Europoje šis skaičius siekia 46 % [32]. Daugiau kaip 85 % viso Europos Sąjungos pastatų fondo buvo pastatyta iki 2001 m. Apie 85 – 95 % šiandieninių pastatų tebestovės ir 2050 m. Deja, tačiau didžioji dalis pastatų yra energetiškai neefektyvūs, energetiniam aprūpinimui naudojami technologiškai pasenę, netaupūs prietaisai, taip pat daugelis jų, šildymui ir vėsinimui vis dar naudoja iškastinį kurą. Lietuvoje yra 37267 daugiabučiai pastatyti 1993 m. ir vėliau [33]. Šiuo metu Lietuvoje renovuotų daugiabučių namų skaičius siekia 4122 (11%) [34].

Analizuojamas objektas pasirinktas dėl Lietuvoje plačiausiai paplitusios pastato konfigūracijos ir statybos metų.

Statybos metai	Namų skaičius		Bendrasis plotas	
	vienetais	procentais	kv. metrais	procentais
Iki 1940 metų	10 362	28	3 790 024	7,4
1941–1960 metai	3 740	10	2 259 107	4,4
1961–1992 metai*	21 090	56,5	39 244 450	76,4
1993 metai ir vėliau*	2 075	5,5	4 092 634	11,8
Iš viso	37 267	100	51 386 305	100

11 pav. Daugiabučiai namai pagal statybos metus Lietuvoje. [35]

Analizuojamo objekto esama situacija: devynių aukštų, dviejų laiptinių, daugiabutis gyvenamasis namas pastatytas 1985 metais. Pastatas yra nesudėtingos stačiakampės konfigūracijos. Po pastatu yra nešildomas rūsys. Pastato pamatai juostiniai, vietomis atsokęs tinkas, nėra hidroizoliacijos. Cokolis neapšiltintas, sutrūkinėjusi konstrukcija. Pastato sienos - surenkamo gelžbetonio. Perdangos – tuštuminės gelžbetoninės plokštės. Išorinės sienos sutrūkinėjusios, nesandarios laikančių sieninių plokščių sandūrų siūlės, drėgmė patenka į konstrukciją. Stogas plokščias, dengtas bitumine danga. Stogo danga – nesandari, vanduo patenka į konstrukciją. Dalis langų – mediniai dvigubo įstiklinimo, kiti langai yra pakeisti naujais plastikiniais langais. Lauko durys metalinės.



12 pav. Tiriamasis objektas.[36]

2 lentelė. Techniniai rodikliai.[36]

Gyvenamasis pastatas

1. butų skaičius	vnt.	54
2. bendrasis plotas	m ²	4010,36
3. įstiklintų balkonų plotas	m ²	183,15
4. naudingas plotas	m ²	3488
5. gyvenamasis plotas	m ²	2160,22
6. rūšio plotas	m ²	406,06
7. stogo plotas	m ²	578
7. pastato tūris	m ³	15018
8. aukštų skaičius	vnt.	9
9. pastato aukštis	m	30,80

10. energetinio naudingumo klasė

Atitvarinių konstrukcijų šilumos perdavimo koeficientai [2]

11. stogo U_s	W/m ² K	0,85
12. išorės sienų U_{is}	W/m ² K	1,27
13. langų U_l	W/m ² K	1,30

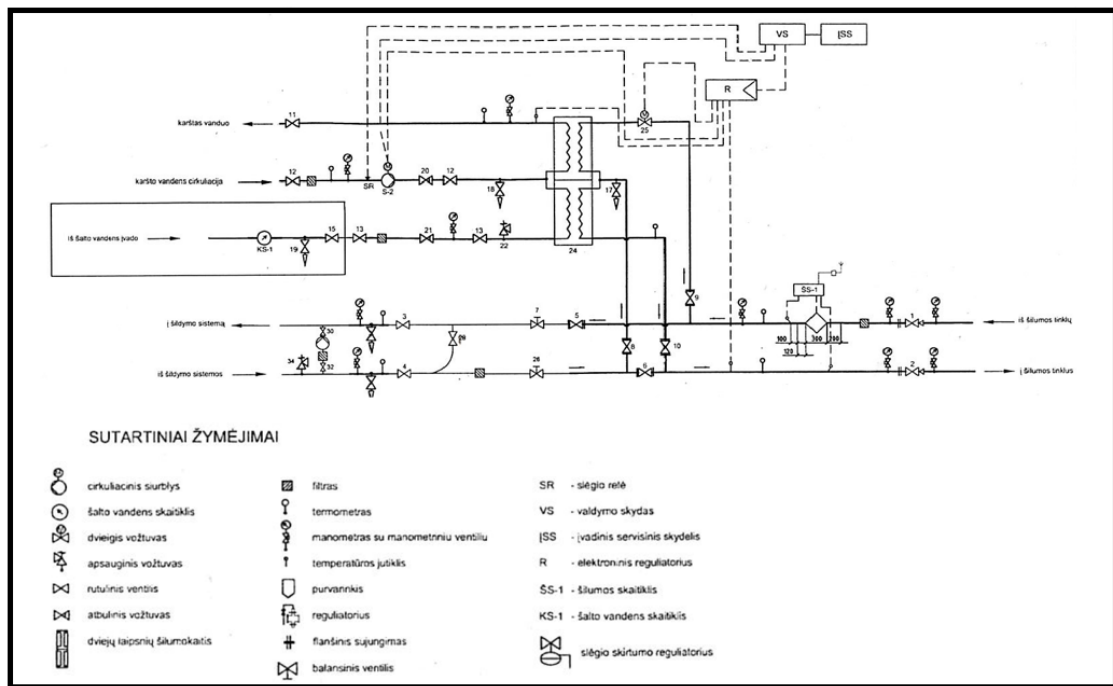
14. rūšio perdanga U_{rp}	W/m^2K	0,71
15. lauko durų U_{ld}	W/m^2K	1,60

3.1. Šilumos punktas

Šilumos punktas prijungtas prie vietinių centralizuotų šilumos tiekimo tinklų, dalinai modernizuotas 2007 m. Per modernizaciją buvo įrengti: automatinis šildymo sistemos šilumos srauto reguliatorius nuo lauko temperatūros, automatinis karšto vandens sistemos šilumos srauto reguliatorius nuo karšto vandens sunaudojimo, karšto vandens cirkuliacinis siurblys. Anksčiau namui karštas vanduo buvo tiekiamas iš grupinės boilerinės. Panaikinus boilerinę, karštas vanduo yra ruošiamas šilumokaityje. Šaltas vanduo į karšto vandens ruošimo šilumokaitį prijungiamas iš namo šalto vandens įvado. Pastate yra įmontuotas vienas šilumos apskaitos skaitiklis ant termofikato padavimo linijos ir šalto vandens skaitiklis ant šalto vandens įvado. Šilumos punkto, karšto vandens vamzdynų ir šildymo sistemos magistralinių vamzdynų izoliacija susidėvėjusi, dėl to yra patiriami šilumos perdavimo nuostoliai. Bendra šilumos punkto projekcinė galia – 517,54 kW.



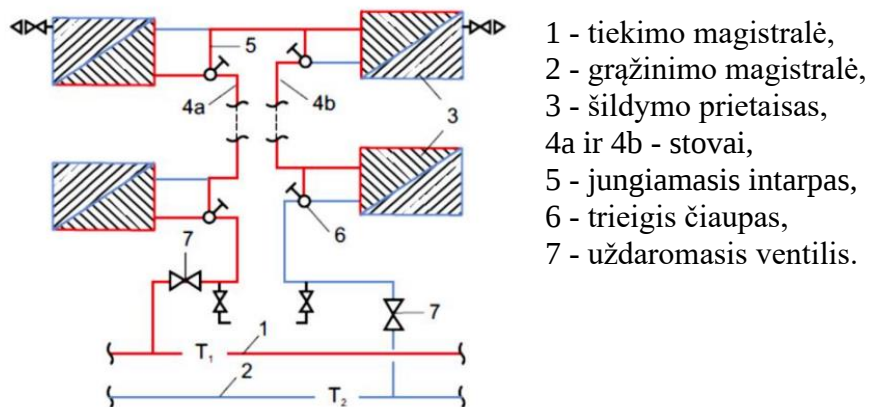
13 pav. Analizuojamo objekto šilumos punktas. Šaltinis autoriaus, 2022.



14 pav. Nagrinėjamo objekto šilumos punkto principinė schema. [37]

3.2. Šildymo ir karšto vandens sistemos

Šildymo sistema vienvamzdė apatinio paskirstymo radiatorinė, veikia pagal priklausomą šildymo sistemos jungimo schemą, tai reiškia, kad sistemoje nėra šilumokaičio ir termofikatas iš centralizuotų tiekimo tinklų tiesiogiai teka į pastato šildymo sistemą. Šildymo sistemos cirkuliacijai palaikyti, įmontuotas siurblys. Pastate automatinė balansavimo sistema neįrengta. Dėl nesubalansuotos sistemos dalis butų yra nepakankamai šildomi, kita dalis – perkaitinami. Šildymo sistemos projektinė galia - 268,66 kW.

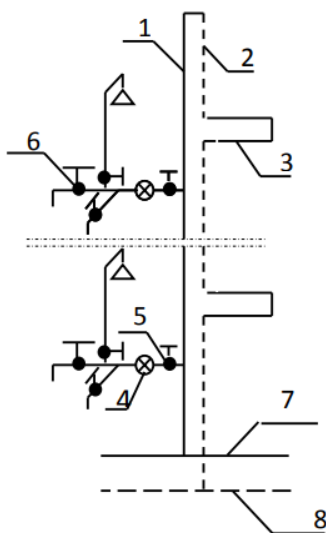


15 pav. Vienvamzdė apatinio paskirstymo šildymo sistema. [21]

Vienvamzdėse šildymo sistemos šilumnešis teka per visus šildymo prietaisus nuosekliai, todėl pirmieji šildymo prietaisai būna šilčiausi, o toliau nuo pradinio šilumos šaltinio nutolę šildymo prietaisai – vėsesni, nes šilumnešis palaipsniui aušta. Dėl to įrengti skirtingo ploto šildymo paviršiai.

Karšto vandens sistema – uždara, su cirkuliaciniu vandens kontūru ir vonios šildytuvu, veikia pagal nepriklausomą jungimo schemą. Karšto vandens cirkuliacijai užtikrinti įmontuotas cirkuliacinis siurblys. Pastate karštas vanduo ruošiamas termofikaciniam vandeniui iš centralizuotų šilumos tinklų pasiekus dviejų pakopų plokštelinį šilumokaitį. Tokiu būdu šiluma yra perduodama iš vienos terpės į kitą jų nesumaišant. Šilumos kiekis karšto vandens ruošimui yra reguliuojamas automatiškai elektriniais valdikliais. Pastate yra įmontuota bendra tiekiamo ir cirkuliacinio vandens stovų pora virtuvei ir voniai. Sistemos projektinė galia – 248,88 kW.

- 1 – tiekimo stovas
- 2 – cirkuliacinis stovas
- 3 – vonios šildytuvas
- 4 – vandens skaitiklis
- 5 – ventilis
- 6 – vandens ėmimo čiaupas
- 7 – karšto vandens tiekimo magistralė
- 8 – karšto vandens cirkuliacinė magistralė.



16 pav. Karšto vandens tiekimo sistemos schema. [21]

3.3. Elektra

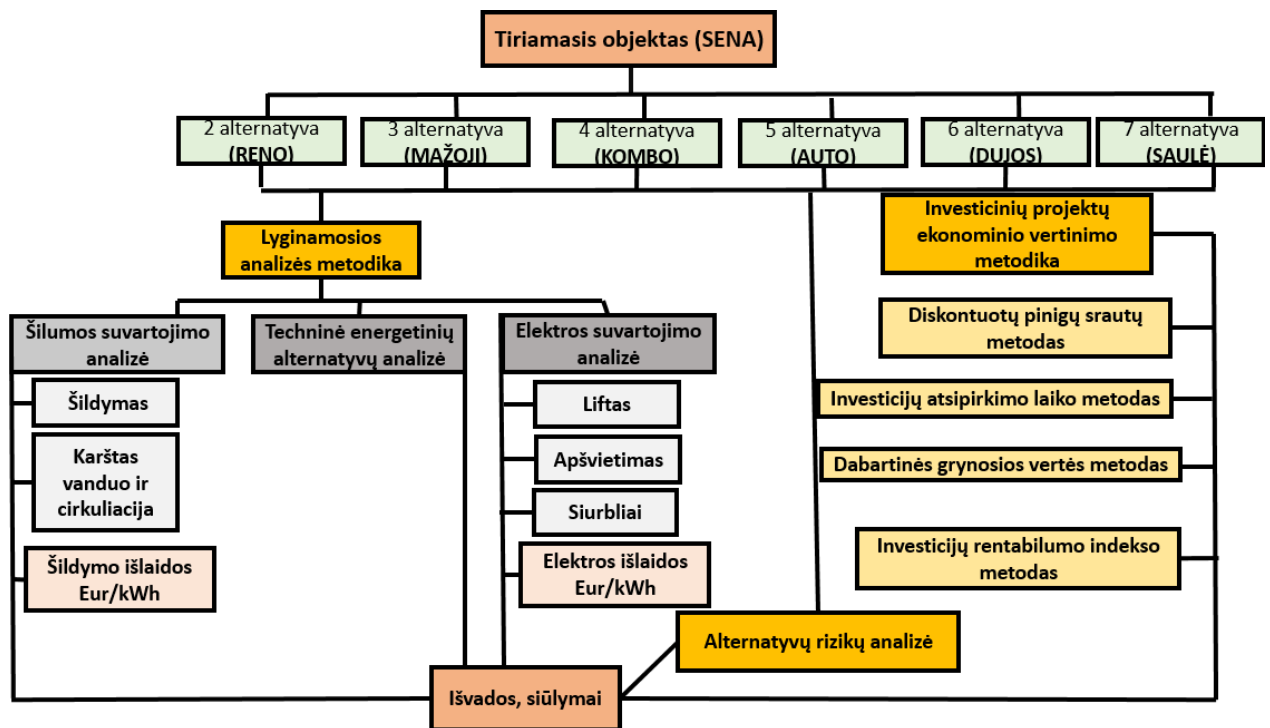
Esama elektros tiekimo sistema yra sena, susidėvėjusi. Kabelių izoliacija sutrūkinėjusi. Skydeliuose sumontuoti seno tipo apsaugos automatai neatitinka šiuolaikinių reikalavimų. Elektros energija tiekama iš įvadinės paskirstymo spintos esančios rūsyje. Elektros tiekimo patikimumo kategorija III. Spintoje sumontuoti apskaitos ir apsaugos aparatai. Nuo šių spintų elektra tiekama vartotojams butuose, šilumos mazgai, laiptinių, rūsio apšvietimui.

4. Daugiabučio namo energetinio aprūpinimo alternatyvų skaičiavimo metodika

Siekiant identifikuoti ekonominiu požiūriu naudingiausią daugiabučio namo šilumos ir elektros poreikių užtikrinimo alternatyvą, buvo pasirinktos septynios dažniausiai sutinkamos daugiabučių namų šilumos ir elektros poreikių užtikrinimo variacijos, (žiūrėti 3 lentelę). Atlikti šių alternatyvų inžinerinę – ekonominę, lyginamąją analizę buvo pasirinktas nuo 2021 m. sausio 1d. iki 2021 m. gruodžio 31 d. laikotarpis. Empirinės dalies analizei atlikti naudojami realūs tuo laikotarpiu sunaudoti šilumos ir elektros duomenys, nurašyti nuo konkrečios analizuojamos daugiabučio namo alternatyvos šilumos punkto ir įvadiniu elektros skaitiklių. Alternatyvų techniniai ir inžineriniai parametrai parinkti pagal esamas projektų dokumentacijas.

3 lentelė. Analizuojamo objekto alternatyvų apibūdinimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2022.

Alternatyvos	Apibūdinimas
1 alternatyva (SENA)	1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m ² ploto, nerenovuotas daugiabutis gyvenamasis namas prijungtas prie šilumos ir elektros centralizuotų tinklų.
2 alternatyva (RENO)	1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m ² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies, taip pat šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Objektas prijungtas prie šilumos ir elektros centralizuotų tinklų.
3 alternatyva (MAŽOJI)	1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m ² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Pastato architektūrinė dalis nerenovuota. Objektas prijungtas prie šilumos ir elektros centralizuotų tinklų.
4 alternatyva (KOMBO)	1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m ² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies, taip pat šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Objektas prijungtas prie šilumos ir elektros centralizuotų tinklų, taip pat karšto vandens ruošimui sumontuota rekuperacinė šilumos siurblių sistema ir saulės kolektoriai.
5 alternatyva (AUTO)	1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m ² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies renovacija. Daugiabutis namas atjungtas nuo CŠT. Šildymo ir karšto vandens poreikiai užtikrinami geoterminiu šildymu ir saulės kolektorių sistema. Elektra tiekama centralizuotai.
6 alternatyva (DUJOS)	1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m ² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies renovacija. Daugiabutis namas atjungtas nuo CŠT. Šildymo ir karšto vandens poreikiai užtikrinami vietine dujine katiline. Elektra tiekama centralizuotai.
7 alternatyva (SAULĖ)	1985 m. statybos, 1985 m. statybos, 9 aukštų, 54 butų, 4010,36 m ² ploto, daugiabutis gyvenamasis namas. 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies, taip pat šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų renovacija. Šilumos poreikiai užtikrinami centralizuotai. Elektra tiekama centralizuotai, taip pat ant daugiabučio namo stogo sumontuotos saulės elektrinės bendroms pastato reikmėms.



17 pav. Tiriamojo objekto inžinerinės – ekonominės, lyginamosios analizės modelio, struktūrinė schema.
Šaltinis sudarytas autoriaus, 2022.

Atsižvelgiant į plačiausiai paplitusias daugiabučių namų energetinių poreikių užtikrinimo variacijas, sudarytas inžinerinės – ekonominės, lyginamosios analizės modelis, kuris yra pateikiamas 17 paveiksle. Alternatyvų analizė atliekama keliais etapais: pirmas – alternatyvų inžinerinis ir techninis analizavimas, antras – suvartotos šilumos ir elektros energijos duomenų surinkimas, trečias – suvartotos energijos analizė, ketvirtas – alternatyvų eksploatacinių sąnaudų įvertinimas, penktas – investicijų į pasirinktą alternatyvą įvertinimas, šeštas – išvadų ir rekomendacijų pateikimas ekonominiu požiūriu.

Pirmas etapas. Pasirinktos daugiabučio namo energetinio aprūpinimo alternatyvos, atsižvelgiant į vyraujančias energetines tendencijas bei plačiausiai paplitusias inžinerines – technines modifikacijas. Kiekvienai analizuojamai alternatyvai buvo surastas realus gyvenamojo namo atitikmuo. Plačiau apie alternatyvų inžinerinius – techninius parametrus aprašytą 2 ir 5 skyriuje.

Antras etapas. Alternatyvų suvartotos energijos duomenų surinkimas. Šiame etape surenkami tikslūs suvartotos šilumos ir elektros duomenys, kurie yra pateikiami 5 skyriuje. Įvertiname šilumos kiekį reikalingą pastato šildymui, karšto vandens ruošimui ir karšto vandens cirkuliacijai užtikrinti. Elektros kiekį reikalingą bendroms pastato reikmėms: liftai, cirkuliaciniai siurbliai, bendras apšvietimas. Šiame darbe neanalizuosime individualaus atskirų butų suvartoto elektros kiekio. Alternatyvų duomenys buvo surinkti bendradarbiaujant su daugiabučių namų šildymo sistemų prižiūrėtojais, šilumos tiekėjais, elektros skirstymo operatoriumi bei fiziškai nurašant duomenis nuo šilumos ir elektros skaitiklių.

Trečias etapas. Atliekama alternatyvų lyginamoji analizė kiekvienu 2021 metų mėnesiu pagal suvartotus šilumos ir elektros kiekius (kWh), taip pat išlaidas susidariusias energetinėms sąnaudoms apmokėti Eur/kWh. Suvartotoms energetinių išteklių sąnaudoms įvertinti ekonominiu požiūriu, pasirinkome pagal 2021 m. rinkoje buvusias centralizuotai tiekiamos šilumos kainas Lietuvoje, taip

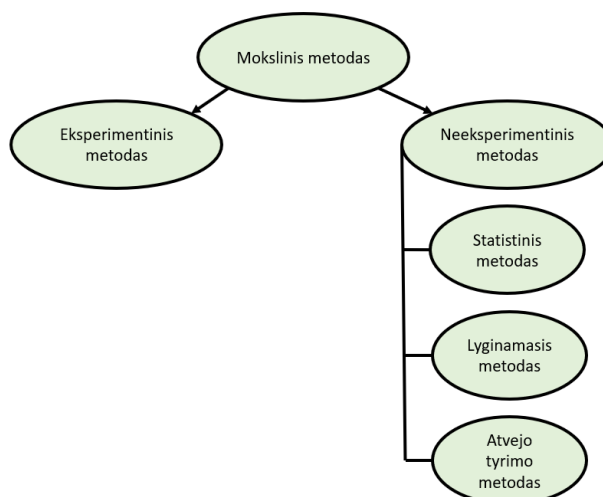
pat namų administratorių sudarytas sutartis su elektros ir dujų tiekėjais suvartotos pastato kWh apskaičiuotos į Eur/kWh.

Ketvirtas etapas. Atliekama alternatyvų lyginamoji analizė pagal patiriamas eksploatacines sąnaudas.

Penktas etapas. Atliekama analizuojamų alternatyvų ekonominės analizės vertinimas.

Šeštasis etapas. Išvadų pateikimas.

Tyrimo metodikos pasirinkimas priklauso pagal turimą duomenų kiekį ir galimybes daryti įtaką kintamųjų reikšmių variacijoms ar manipuluoti kintamaisiais. Kadangi pagal išsikeltus darbo uždavinius mums yra aktualu išanalizuoti jau esamas alternatyvas su iš anksto nustatytais parametrais, pasirenkame neeksperimentinį tyrimo metodą. Galimos duomenų modifikacijos bus atliekamos tik su 7 alternatyvos (SAULĖ) modifikacija, kadangi tokia alternatyva kai saulės elektrinių pagalba yra gamina elektra viso daugiabučio namo bendroms reikmėms patenkinti, šiuo metu nėra teisinių galimybių ir šiuo metu yra tik teorinis. 18 paveiksle pavaizduota mokslinių tyrimų metodų pasiskirstymas.



18 pav. Metodų pasiskirstymo schema. [38] Šaltinis sudarytas autoriaus, 2022.

4.1. Lyginamosios analizės metodas

Lyginamosios analizės metodu siekiama tirti daugiabučių namų energetinio aprūpinimo galimybes, po kurios taptu aišku kuris aprūpinimo variantas - ekonominiu požiūriu yra tinkamiausias ne tik tame daugiabutyje gyvenančiam žmogui, tačiau ir platesniu miesto ir net šalies kontekstu.

Lyginimas – dviejų ar didesnio skaičiaus objektų (atvejų ar stebėjimo vienetų) požymių (charakteristikų ar kintamųjų) reikšmių (variantų) gretinimas ir jų panašumo (ar skirtumo) nustatymas.[39] Lyginimas – tai metodas, grindžiantis teiginius apie objektų, reiškinių panašumus ir skirtumus. Lyginimo metu sugretinami mažiausiai du objektai jų tarpusavio santykio apibrėžimo tikslu. Lyginant yra nustatomos reiškinių kiekybinės ir kokybinės charakteristikos, konstruojamos analogijos ir klasifikacijos, įvertinamas būties ir pažinimo turinys. [40]

4.2. Alternatyvų ekonominio vertinimo metodas

Baigiamajame darbe užsibrėžtoms užduotims pasiekti naudosime ekonominės analizės metodika, kurią galime išskaidyti į šiuos vertinimo kriterijus:

- Diskontuotų pinigų srautų metodas;
- Investicijų atsipirkimo laiko metodas;
- Dabartinės grynosios vertės metodas (NPV);
- Pelno ir išlaidų santykio (B/C) ar investicijų rentabilumo indekso metodas;
- Projekto rizikos ir jautrumo analizės metodas.

4.2.1. Diskontuotų pinigų srautų metodas

Tam tikro sprendimo ar alternatyvos pasirinkimas, įgalinantis gauti tam tikrus rezultatus dabartiniu metu, yra daug vertingesnis nei lygiai tokių pačių rezultatų gavimas po kažkurio laiko. Lyginant šias alternatyvas, apie ateities alternatyvą būtų galima sakyti, kad jos ekonominiai rezultatai turėtų būti diskontuojami laiko atžvilgiu. Todėl diskontavimas yra būsimosios pinigų vertės perskaičiavimas į esamąją (esamąją), siekiant palyginti keletą skirtingų alternatyvų, arba siekiant apskaičiuoti, kiek tam tikra pinigų suma, kurią planuojame gauti, šiandien yra verta. Taip pat kuo ilgesnis diskontavimo laikotarpis, tuo esamoji (diskontuota) vertė yra mažesnė. [41]

Naudosime Grynosios dabartinės vertės nustatymą: [42]

$$NPV = LPS_0 + \frac{LPS_1}{1+k} + \frac{LPS_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{LPS_n}{(1+k)^n} = \sum \frac{LPS^t}{(1+k)^t}$$

Čia, LPS – planuojami t laikotarpio pinigų srautai;

k – reikalaujamas pelningumas (diskonto norma);

n – projekto egzistavimo periodai (mėnesiai, ketvirčiai, metai).

Grynoji dabartinė vertė rodo absoliutų efektą, atsižvelgiant į laiko veiksnį. Teigiama šio rodiklio reikšmė rodo, jog projektą tikslinga įgyvendinti, ir kuo didesnė kriterijaus reikšmė, tuo didesnis investicinis projekto patrauklumas:

jeigu $GDV > 0$, projektas priimtinas;

jeigu $GDV < 0$, projektą reikėtų atmesti.

Grynosios dabartinės vertės rodiklis laikomas geriausia investuoto kapitalo gražos charakteristika.

4.2.2. Investicijų atsipirkimo laikas

Laikas, per kurį projekto pinigų srautai padengia investicijas, vadinamas investicijų atsipirkimo laiku (T) ir apskaičiuojamas taip:

$$T = (k - 1) + \left\lceil \sum_{t=1}^{k-1} (PS_t - I_t) / PS_k \right\rceil, \text{ kai } \sum_{t=1}^k PS_t > I$$

Čia, T – investicijų atsipirkimo laikas;

t – investavimo ar grynujų pinigų srautų gavimo metų indeksas (t=1, 2, ..., k);

PS_k – grynujų pinigų srautas, gautas tais metais, kai akumuliuotas grynujų pinigų srautas viršija visas investicijas;

PS – t-ųjų metų grynujų pinigų srautas;
 I – bendroji investicijų suma;
 It – t-ųjų metų investicijos.

Naudojant šį kriterijų, investicijų efektyvumo matu laikomas priimtinas atsipirkimo laikas. Jeigu apskaičiuotasis investicijų atsipirkimo laikas trumpesnis nei nustatytas maksimalus priimtinas atsipirkimo laikas, investicinis projektas laikomas priimtinu, priešingu atveju investicinis projektas turėtų būti atmetamas. Kuo didesnis likvidumas reikalingas investuotojui, tuo trumpesnis turėtų būti atsipirkimo laikas. [41]

4.2.3. Grynoji dabartinė vertė (GDV)

Tai bendro viršpelnio, gauto per visą projekto gyvavimo laiką, dabartinės vertės matas. GDV apskaičiuojamas atėmus išlaidų srauto dabartinę vertę (PVC) iš pajamų srauto dabartinės vertės (PVB):

$$GDV = PVB - PVC$$

Projekto grynoji dabartinė vertė akivaizdžiai kinta priklausomai nuo diskonto normos. Kuo aukštesnė diskonto norma, tuo mažesnė yra GDV. Iš principo projektas priimtinas, esant atitinkamai diskonto normai, jeigu GDV yra teigiamas. [43]

4 lentelė. NPV vertinimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2023.

GDV > 0	GDV < 0	GDV = 0
Projektas priimtinas	Projektas atmetinas	Ribinis variantas (projektas nepelningas ir nenuostolingas)

4.2.4. Pelno ir išlaidų santykio (B/C) ar investicijų rentabilumo indeksas

Pajamų ir išlaidų santykis (B/C), kitaip vadinamas investicijų rentabilumo indeksas, naudojamas nustatyti įplaukų dabartinės vertės ir išlaidų dabartinės vertės santykį.

$$\frac{B}{C} = \frac{PVB}{PVC}$$

Kad projektas būtų priimtinas, reikia, jog santykis būtų $B/C \geq 1$. Santykis $B/C=1$, rodo, kad gryno pelno dabartinė vertė yra nulinė prie tam tikros diskonto normos.

Pajamų ir išlaidų santykį galima efektyviai panaudoti atliekant palyginamąją analizę, kadangi tai yra santykinis rodiklis, o tuo tarpu GDV yra absoliučios vertės matas.[43]

5 lentelė. B/C vertinimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2023

B/C > 1	B/C = 0
Projektas priimtinas	Ribinis variantas (projektas nepelningas ir nenuostolingas)

4.2.7. Projekto rizikos ir jautrumo analizės metodas

„Projekto rizika – tai neapibrėžtumas, susijęs su galimybe projektą įgyvendinant pasireikšti nenumatytoms situacijoms ir su tuo susijusioms pasekmėms atsirasti.“[44]

6 lentelė. Rizikų klasifikavimas. Šaltinis sudarytas autoriaus, 2023.

Rizikos rūšis		Apibūdinimas
Nenuspėjama rizika	išorinė	nenumatyti vyriausybinių reguliavimo sprendimai; gamtos reiškiniai; netikėti išoriniai ekologiniai ar socialiniai efektai ir t.t.
Nuspėjama rizika	išorinė, bet nenumatyta	rinkos pasikeitimai; neigiamos socialinės pasekmės; valiutų kursų pasikeitimai; neapskaičiuota infliacija; mokesčių sistemos pasikeitimai ir t.t.
Netechninė rizika	vidinė	nukrypimai nuo planinių užduočių dėl darbo jėgos, medžiagų trūkumo, vėluojančio tiekimo, lėšų limito viršijimas ir t.t.
Techninė rizika	vidinė	technologijų pasikeitimas; gamybos, susijusios su projekto įgyvendinimu, kokybės pablogėjimas; specifinės technologinės rizikos ir t.t.
Teisinė rizika	vidinė	licencijos ir patentai; kontraktų nevykdymas; teisminiai procesai su išoriniais partneriais; vidiniai teisiniai procesai.
Apdraudžiamoji rizika	vidinė	tiesioginis kenkimas turtui; netiesioginiai nuostoliai, susiję su įrenginių perstatymu ir pan.; bendradarbių draudimas

Jautrumo analizė turi įvertinti, kaip pasikeis projekto efektyvumas, pasikeitus vienam iš pradinių parametrų: kuo didesnė ši priklausomybė, tuo didesnė projekto sėkmingo įgyvendinimo rizika.[44]

5. Tiriamasis objektas ir analizuojamosios alternatyvos

5.1 Nerenovuotas namas (SENA)

Analizuodami šią alternatyvą įvertinsime šilumos ir elektros energijų poreikius nerenovuotame name prijungtame prie centralizuotų šilumos ir elektros tiekimo sistemų.

1 alternatyvos šiluminius poreikius sudaro: šildymas, karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacija. Visas šias sąlygas užtikrina centralizuotai tiekiamas šiluma, termofikato (šilumnešio) pavidalu iš centrinės miesto katilinės šilumos tinklais iki pastato šilumos punkto įvado.

Elektros energijos poreikius sudaro: bendras pastato apšvietimas, liftas, cirkuliacinių siurblių sunaudojama elektros energija.

Pastato elektros poreikis užtikrinimas centralizuotai tiekiamos elektros pagalba per miesto skirstymo tinklus iki pastato elektros pastotės įvado. Plačiau apie nerenovuoto namo technines specifikacijas aprašytą 3 skyriuje „Tiriamasis objektas“.

Nerenovuoto namo šilumos punkto schema pateikta 1 priede.

Pagrindiniai techniniai rodikliai:[45]

Šildymo sistemos projektinė galia - 268,66 kW;

Karšto vandens sistemos projektinė galia - 248,88 kW;

Projektinis šilumnešio srautas karštam vandeniui – 6,12 m³/h;

Projektinis šilumnešio srautas šildymui - 5,78 m³/h;

Cirkuliacinis siurblys šildymui – 333W;[46]

Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui – 110W. [47]

7 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai

Laikotarpis	Šilumos kiekis šildymui Q _s , MWh	Šilumos kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q _{kvc} , MWh	Laiptinės apšvietimo elektra Q _{EA} , kWh	Lifto sunaudota elektra Q _{EL} , kWh	Siurblių sunaudota elektra Q _{ES} , kWh
2021 m. sausis	76,54	26,12	694	381	331,08
2021 m. vasaris	82,67	23,83	689	432	299,04
2021 m. kovas	62,25	25,1	599	382	331,08
2021 m. balandis	36,87	23,18	636	487	320,40
2021 m. gegužė	5,14	22,68	571	468	123,29
2021 m. birželis	0	18,49	470	482	80,64
2021 m. liepa	0	17,67	441	429	83,33
2021 m. rugpjūtis	0	20,03	462	487	83,33
2021 m. rugsėjis	4,01	21,18	405	751	80,64
2021 m. spalio	37,74	21,9	535	439	211,20
2021 m. lapkritis	42,68	22,23	685	511	320,40
2021 m. gruodis	79,82	24,93	689	608	331,08
2021 m. vidutinis	35,64	22,27	573	488,08	216,29
2021 m. metinis	427,72	267,37	6876	5857	2595,50

Birželio, liepos ir rugpjūčio mėnesiais pastato šiluminis suvartojimas mažėja, nes nebėra poreikio šildymui dėl šiltos lauko temperatūros, todėl tiekiamas šiluma tik karšto vandens ir cirkuliacijos reikmėms.

Toliau darbe nagrinėsime skirtingas alternatyvas, naudodamiesi energijos žaliavų kainomis pasirinktomis pagal 2021 metų buvusias kainas su PVM žr. 8 lentelėje.

Elektros energijos tarifas „Namai plius“.

Dujų tarifas pasirinktas atsižvelgiant į metinį dujų suvartojimą. Kadangi dujų per metus suvartojama daugiau nei 20 000 m³.

Šilumos kainos pasirinktos pagal 2021 metų vidutines Lietuvoje buvusias šildymo kainas.

8 lentelė. Energijos žaliavų kainos: [48],[49],[50]

Laikotarpis	Šilumos kaina su PVM, P _š , ct/kWh	Elektros kaina su PVM, P _E , ct/ kWh	Dujų kaina su PVM, P _d , Eur/ m ³	Mėnesinis mokestis už dujas, Eur
2021 m. sausis	3,71	14,1	0,55	3,99
2021 m. vasaris	3,72	14,1	0,55	3,99
2021 m. kovas	3,71	14,1	0,55	3,99
2021 m. balandis	3,59	14,1	0,55	3,99
2021 m. gegužė	3,10	14,1	0,55	3,99
2021 m. birželis	3,31	14,1	0,55	3,99
2021 m. liepa	2,76	14,1	0,77	3,99
2021 m. rugpjūtis	3,07	14,1	0,77	3,99
2021 m. rugsėjis	3,26	14,1	0,77	3,99
2021 m. spalio	3,95	14,1	0,77	3,99
2021 m. lapkritis	4,48	14,1	0,77	3,99
2021 m. gruodis	5,30	14,1	0,77	3,99
2021 m. vidutinis mėnesinis	3,66	14,1	0,66	3,99

Naudodamiesi energijos faktinių suvartojimų duomenimis iš 7 lentelės ir energijos kainomis iš 8 lentelės apskaičiuojame išlaidas tenkančias gyventojams už suvartotą energiją pagal mėnesius ir išlaidas tenkančias 1 m². Skaiciavimo rezultatai pateikiami 9 lentelėje.

Už šildymą:

$$K_{\text{š}} = Q_{\text{š}} * P_{\text{š}}, \quad (1)$$

Už karštą vandenį ir cirkuliaciją:

$$K_{\text{kvc}} = Q_{\text{kvc}} * P_{\text{š}}, \quad (2)$$

Už elektrą bendroms reikmėms:

$$K_E = Q_E * P_E. \quad (3)$$

9 lentelė. SENA skaičiavimo rezultatai

Laikotarpis	Išlaidos už šildymą K _š , Eur	Išlaidos už karštą vandenį ir cirkuliaciją K _{kvc} , Eur	Išlaidos už elektrą bendroms reikmėms K _E , Eur	1 m ² kaina už šildymą, Eur/m ²
2021 m. sausis	2839,63	969,05	198,26	0,81
2021 m. vasaris	3075,32	886,48	200,23	0,88
2021 m. kovas	2309,48	931,21	185,00	0,66
2021 m. balandis	1323,63	832,16	203,52	0,38

2021 m. gegužė	159,34	703,08	163,88	0,05
2021 m. birželis	0,00	612,02	145,60	
2021 m. liepa	0,00	487,69	134,42	
2021 m. rugpjūtis	0,00	614,92	145,56	
2021 m. rugsėjis	130,73	690,47	174,37	0,04
2021 m. spalio	1490,73	865,05	167,11	0,43
2021 m. lapkritis	1912,06	995,90	213,81	0,55
2021 m. gruodis	4230,46	1321,29	229,56	1,21
2021 m. vidutinis mėnesinis	1455,95	825,78	180,11	0,56
2021 m. metinis	17471,39	9909,32	2161,32	

5.2 Renovuotas namas (RENO)

Analizuodami šią alternatyvą įvertinsime šilumos ir elektros energijų poreikius pilnai renovuotame name prijungtame prie centralizuotų šilumos ir elektros tiekimo sistemų.

2 alternatyvos šiluminius poreikius sudaro: šildymas, karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacija. Visas šias sąlygas patenkina centralizuotai tiekiamas šiluma, termofikato (šilumnešio) pavidalu iš centrinės miesto katilinės šilumos tinklais iki pastato šilumos punkto įvado.

Nepriklausomas šilumos punktas, šilumą tiekiantis per lituotus šilumokaičius šildymo ir karšto vandens sistemoms. Šilumos paskirstymo sistema dvivamzdė, apatinio padavimo, priverstinės cirkuliacijos. Šildymo sistemos būklė gera. Pakeisti seni radiatoriai į radiatorius su termoregulatoriais. Įrengta daliklinė šilumos apskaitos sistema. Ant šildymo stovų rūsyje įrengti balansiniai ventiliai. Šilumos apskaita yra apskaitoma ant įvado paduodamos linijos esamu elektromagnetiniu šilumos skaitikliu. Magistraliniai karšto vandens vamzdžiai bei stovai pakeisti. Karštas vanduo ruošiamas pastato šilumos punkte per plokštelinį šilumokaitį. Įrengta automatika karšto vandens ruošimui bei nuotolinis duomenų nuskaitymas.

Elektros energijos poreikius sudaro: bendras pastato apšvietimas, liftas, cirkuliacinių siurblių sunaudojama elektros energija.

Pastato elektros poreikis užtikrinamas centralizuotai tiekiamos elektros pagalba per miesto skirstymo tinklus iki pastato elektros pastotės įvado.

Renovuoto namo šilumos punkto schema pateikta 1 priede.

Pagrindiniai techniniai rodikliai: [51]

Šildymo sistemos projektinė galia - 156 kW.

Karšto vandens sistemos projektinė galia - 249 kW.

Projektinis šilumnešio srautas karštam vandeniui – 6,12 m³/h;

Projektinis šilumnešio srautas šildymui – 3,35 m³/h;

Cirkuliacinis siurblys šildymui – 250 W;[46]

Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui – 110W. [47]

10 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai.

Laikotarpis	Šilumos kiekis šildymui Q_s , MWh	Šilumos kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q_{kvc}	Laiptinės apšvietimo elektra Q_{EA} , kWh	Lifto sunaudota elektra Q_{EL} , kWh	Siurblių sunaudota elektra Q_{ES} , kWh
-------------	---	--	---	--	---

		MWh			
2021 m. sausis	34,18	15,24	544	321	269,33
2021 m. vasaris	32,53	13,65	599	392	243,26
2021 m. kovas	22,59	14,81	510	384	269,33
2021 m. balandis	14,82	13,84	496	457	260,64
2021 m. gegužė	2,34	13,95	381	438	113,33
2021 m. birželis	0	11,09	291	483	80,64
2021 m. liepa	0	10,6	321	414	83,33
2021 m. rugpjūtis	0	12,47	362	407	83,33
2021 m. rugsėjis	1,39	13,24	375	601	80,64
2021 m. spalio	11,51	13,90	405	437	179,33
2021 m. lapkritis	17,28	13,96	515	411	260,64
2021 m. gruodis	31,87	15,26	449	483	269,33
2021 m. vidutinis mėnesinis	14,04	13,51	437,33	435,67	182,76
2021 m. metinis	168,51	162,04	5248	5228	2193,12

Naudodamiesi energijos faktinių suvartojimų duomenimis iš 10 lentelės ir energijos kainomis iš 8 lentelės, taip pat anksčiau minėtomis formulėmis 1, 2, 3 apskaičiuojame išlaidas tenkančias gyventojams už suvartotą energiją pagal mėnesius ir išlaidas tenkančias 1 m². Skaičiavimo rezultatai pateikti 11 lentelėje.

11 lentelė. RENO skaičiavimus rezultatai

Laikotarpis	Išlaidos už šildymą K _s , Eur	Išlaidos už karštą vandenį ir cirkuliaciją K _{kvc} , Eur	Išlaidos už elektrą bendroms reikmėms K _E , Eur	1 m ² kaina už šildymą, Eur/m ²
2021 m. sausis	1268,08	565,40	159,94	0,36
2021 m. vasaris	1210,12	507,78	174,03	0,35
2021 m. kovas	838,09	549,45	164,03	0,24
2021 m. balandis	532,04	496,86	171,12	0,15
2021 m. gegužė	72,54	432,45	131,46	0,02
2021 m. birželis	0,00	367,08	120,50	
2021 m. liepa	0,00	292,56	115,38	
2021 m. rugpjūtis	0,00	382,83	120,18	
2021 m. rugsėjis	45,31	431,62	148,99	0,01
2021 m. spalio	454,65	549,05	144,01	0,13
2021 m. lapkritis	774,14	625,41	167,32	0,22
2021 m. gruodis	1689,11	808,78	169,39	0,48
2021 m. vidutinis mėnesinis	573,67	500,77	148,86	0,22
2021 m. metinis	6884,08	6009,27	1786,35	

5.3 Mažoji renovacija (MAŽOJI)

Analizuodami šią alternatyvą įvertinsime šilumos ir elektros energijų poreikius daugiabučiame name, kuriame atlikta šildymo sistemų „mažoji renovacija“, tačiau architektūrinė pastato dalis lieka nerenovuota. Pastatas prijungtas prie centralizuotų šilumos ir elektros tiekimo sistemų.

3 alternatyvos šiluminius poreikius sudaro: šildymas, karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacija. Visas šias sąlygas patenkina centralizuotai tiekiamas šiluma, termofikato (šilumnešio) pavidalu iš centrinės miesto katilinės šilumos tinklais iki pastato šilumos punkto įvado.

Elektros energijos poreikius sudaro: bendras pastato apšvietimas, liftas, cirkuliacinių siurblių sunaudojama elektros energija.

Pastato elektros energijos poreikiai užtikrinami centralizuotai tiekiant elektrą per miesto skirstymo tinklus iki pastato elektros pastotės įvado.

„Mažoji renovacija – tai daugiabučio pastato vidaus šildymo ir karšto vandens sistemų modernizavimas, atnaujinant šilumos punktų įrenginius, subalansuojant išderintas šildymo sistemas. Papildomai gali būti pakeičiami radiatoriai ir vamzdynai butuose, įrengiami termostatiniai ventiliai, jei įmanoma – ir individualūs šilumos apskaitos prietaisai ar dalikliai. Vykdam mažąją renovaciją, seni elevatoriniai šilumos punktai pakeičiami naujais, automatizuotais, subalansuojamos šildymo sistemos įrengiant automatinius balansavimo ventilius. Siekiant didesnio sutaupymo, galima keisti radiatorius, įrengti ant jų termostatinis ventilius, keisti vamzdynus, jei yra galimybė – įrengti individualius šilumos apskaitos prietaisus ar šilumos daliklių sistemas, išmaniąją apskaitą, leidžiančią vienu metu nuskaityti karšto vandens skaitiklių ir daliklių rodmenis butuose. Ant radiatorių sumontavus termostatus, galima reguliuoti oro temperatūrą kambariuose. Kita efektyvi šilumos taupymo priemonė - automatinis karšto vandens temperatūros reguliavimas ir palaikymas stovuose. Tai reiškia, jog į visus butus bus tiekiamas vienodos temperatūros vanduo. Butų šilumos energijos, karšto vandens skaitiklius, termoregulatorius ir šilumos daliklius galima prijungti prie duomenų surinkimo sistemos bei kaupti jų archyvą. Skaitiklių rodmenys surenkami nuotoliniu būdu, juos perduodant radijo bangomis arba internetu. Mažoji renovacija aktuali gyventojams, kurie negali investuoti į kompleksinę daugiabučio renovaciją arba jų namo negalima renovuoti dėl paveldosaugos ar kitų reikalavimų. Mažoji renovacija atliekama greičiau ir pigiau, negu kompleksinė daugiabučio renovacija.“ [53]

Namo šilumos punkto schema po mažosios renovacijos pateikta 1 priede.

Pagrindiniai techniniai rodikliai:[52]

Šildymo sistemos projektinė galia - 156 kW.

Karšto vandens sistemos projektinė galia - 249 kW.

Projektinis šilumnešio srautas karštam vandeniui – 6,12 m³/h;

Projektinis šilumnešio srautas šildymui – 3,35 m³/h;

Cirkuliacinis siurblys šildymui – 250 W;[46]

Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui – 110W. [47]

12 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai

Laikotarpis	Šilumos kiekis šildymui Q _s , MWh	Šilumos kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q _{kvc} , MWh	Laiptinės apšvietimo elektra Q _{EA} , kWh	Lifto sunaudota elektra Q _{EL} , kWh	Siurblių sunaudota elektra Q _{ES} , kWh
2021 m. sausis	65,06	18,28	694	381	269,33
2021 m. vasaris	70,27	16,68	689	432	243,26
2021 m. kovas	52,91	17,57	599	382	269,33
2021 m. balandis	31,34	16,23	636	487	260,64
2021 m. gegužė	4,37	15,88	571	468	113,33
2021 m. birželis		12,94	470	482	80,64

2021 m. liepa		12,37	441	429	83,33
2021 m. rugpjūtis		14,02	462	487	83,33
2021 m. rugsėjis	3,41	14,83	405	751	80,64
2021 m. spalio	32,08	15,33	535	439	179,33
2021 m. lapkritis	36,28	15,56	685	511	260,64
2021 m. gruodis	67,85	17,45	689	608	269,33
2021 m. vidutinis mėnesinis	40,40	15,59	573	488,08	182,76
2021 m. metinis	363,56	187,16	6876	5857	2193,12

Naudodamiesi energijos faktinių suvartojimų duomenimis iš 12 lentelės ir energijos kainomis iš 8 lentelės, taip pat anksčiau minėtomis formulėmis 1, 2, 3 apskaičiuojame išlaidas tenkančias gyventojams už suvartotą energiją pagal mėnesius ir išlaidas tenkančias 1 m².

13 lentelė. MAŽOJI skaičiavimo rezultatai

Laikotarpis	Išlaidos už šildymą K _s , Eur	Išlaidos už karštą vandenį ir cirkuliaciją K _{kvc} , Eur	Išlaidos už elektrą bendroms reikmėms K _E , Eur	1 m ² kaina už šildymą, Eur/m ²
2021 m. sausis	2413,69	678,34	189,55	0,69
2021 m. vasaris	2614,03	620,53	192,36	0,75
2021 m. kovas	1963,05	651,85	176,30	0,56
2021 m. balandis	1125,09	582,51	195,09	0,32
2021 m. gegužė	135,44	492,16	162,48	0,04
2021 m. birželis	0,00	428,41	145,60	
2021 m. liepa	0,00	341,38	134,42	
2021 m. rugpjūtis	0,00	430,44	145,56	
2021 m. rugsėjis	111,12	483,33	174,37	0,03
2021 m. spalio	1267,12	605,54	162,62	0,36
2021 m. lapkritis	1625,25	697,13	205,39	0,47
2021 m. gruodis	3595,89	924,90	220,85	1,03
2021 m. vidutinis mėnesinis	1237,56	578,04	175,38	0,47
2021 m. metinis	14850,68	6936,53	2279,97	

5.4 Renovuotas namas su kombinuota šildymo ir karšto vandens sistema (KOMBO)

Analizuodami šią alternatyvą įvertinsime šilumos ir elektros energijų poreikius daugiabučiame name, kuriame atlikta pilna pastato renovacija, objektas prijungtas prie miesto CŠT sistemos, taip pat turi keletą alternatyvių energijos generavimo šaltinių.

4 alternatyvos šiluminius poreikius sudaro: šildymas, karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacija. Pastato šildymo poreikio sąlygos yra užtikrinamos iš centralizuotai tiekiamos šilumos sistemos, tačiau karšto vandens ir cirkuliacijos – iš atsinaujinančių energijos šaltinių (rekuperacinis šilumos siurblys oras – vanduo ir saulės kolektorių sistema) dirbančių 30 % apkrova, o likusi šilumos poreikio dalis aprūpinama nuo CŠT.

Standartiškai daugiabučiame name per įrengtas ventiliacijos angas iš sanitarinių mazgų ir virtuvių šiltas oras yra tiesiog išleidžiamas į lauką, tačiau esant rekuperaciniam šilumos siurbliui atiduodamas į lauką šiltas oras panaudojamas karšto vandens pirminiam pašildymui tam numatytose akumuliacinėse talpose, kurios statomos esamoje šilumos punkto patalpoje. Norminiam šalinamo oro kiekio užtikrinimui ir pirminiam karšto vandens paruošimui, įrengiami du šilumos siurbliai. Po vieną kiekvienoje laiptinėje. Šalinamo oro kompensavimui virtuvių ir gyvenamųjų kambarių languose

įrengiamos reguliuojamos oro pritekėjimo orlaidės. Karšto vandens ruošimo sistema veikia pagal tokį principą:

- Išorinė šilumos siurblio dalis iš šalinamo oro kompresoriaus pagalba išgauna šilumą, kuri freono vamzdeliais patenka į vidinę šilumos siurblio dalį.
- Karštas šilumnešis iš saulės kolektorių per saulės hidromodulyje esantį šilumokaitį MPG-vanduo (propilenglikolio 35% mišinys) perduoda šilumą vandens kontūrai. Pašilęs vanduo cirkuliacinio siurblio pagalba pereina dar vieną šilumos siurblio šilumokaitį, kuriame (jei šilumnešio temperatūra yra aukštesnė nei šilumnešio iš saulės kolektorių) dar labiau pašyla ir patenka į vandens akumuliacines talpas.
- Kai temperatūra iš saulės kolektorių pakyla daugiau nei 52 °C, šilumos siurblio kompresorius išsijungia, karštas vanduo ruošiamas naudojant tik šilumą iš saulės kolektorių. Ištraukiamo oro ventiliatorius išorinėje šilumos siurblio dalyje toliau veikia įprastu režimu.
- Kai temperatūra saulės kolektorių kontūre yra didesnė 4-5 °C nei iš talpų grįžtančio šilumnešio temperatūra, įsijungia saulės kolektorių hidromodulio cirkuliacinis siurblys. Kai skirtumas mažesnis kaip 4-5 °C išsijungia.
- Šilumos siurblio vidinėje dalyje esantis cirkuliacinis siurblys dirba nuolatos ir užtikrina pastovią cirkuliaciją.
- Akumuliacinėse talpose sukaupta šiluma per pirminio pašildymo šilumokaitį pašildo šaltą vandenį, tekantį į šilumos tinklą šilumokaitį (antrinio pašildymo), kuriame vandens temperatūra pakeliamą iki projekcinės karšto vandens temperatūros 55 °C.
- Kontūre už naujai suprojektuoto šilumokaičio apsaugai nuo grąžinamos temperatūros užkėlimo suprojektuotas termostatinis vožtuvas, nustatytas riboti tiekiamo vandens temperatūrą ne daugiau nei leistina šilumos tinklą apie 42 °C.

Šilumos siurblio vidinėje dalyje įrengta automatika valdo cirkuliacinį siurblį, taip pat apskaitos prietaisus, skirtus šilumos siurblio ir saulės kolektorių pagamintos energijos vidinei apskaitai.

Elektros energijos poreikius sudaro: bendras pastato apšvietimas, liftas, cirkuliacinių siurblių sunaudojama elektros energija, ventiliatorių ir šilumos siurblių sunaudojama energija.

Pastato elektros energijos poreikiai užtikrinami centralizuotai tiekiant elektrą per miesto skirstymo tinklus iki pastato elektros pastotės įvado.

Pastato su kombinuota šilumos aprūpinimo sistema šilumos punkto ir karšto vandens ruošimo panaudojant šilumos siurblius su saulės kolektoriais sistemos, šilumos punkto schemas pateiktos 1 priede.

Pagrindiniai techniniai rodikliai:[54]

Šildymo sistemos projektinė galia – 249,2 kW;

Karšto vandens sistemos projektinė galia – 248,4 kW;

Šilumos siurbLIAI 2 vnt. – 6,68 kW. (el. galia);

Projektinis šilumnešio srautas karštam vandeniui – 6,10 m³/h;

Projektinis šilumnešio srautas šildymui – 4,46 m³/h;

Cirkuliacinis siurblys šildymui –310 W;

Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui - 40 W.

14 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai

Laikotarpis	Šilumos kiekis šildymui Q_s , MWh	Šilumos kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q_{kvc} , MWh	Elektros energija kiekis sunaudotas bendroms reikmėms, Q_E , kWh	Elektros energija kiekis suvartotas karštam vandeniui Q_{Ekvc} , kWh
2021 m. sausis	32,78	14,69	1080,76	1490,98
2021 m. vasaris	29,36	14,26	1185,88	1346,69
2021 m. kovas	19,98	12,59	1109,76	1490,98
2021 m. balandis	11,12	10,03	1161,8	1442,88
2021 m. gegužė	3,18	6,83	878,76	1490,98
2021 m. birželis	0,00	4,43	802,8	1442,88
2021 m. liepa	0,00	4,66	764,76	1490,98
2021 m. rugpjūtis	0,00	5,23	798,76	1490,98
2021 m. rugsėjis	1,76	5,77	1004,8	1442,88
2021 m. spalio	10,39	7,73	967,76	1490,98
2021 m. lapkritis	19,02	9,76	1134,8	1490,98
2021 m. gruodis	33,24	12,59	1147,76	1490,98
2021 m. vidutinis mėnesinis	13,40	9,05	1003,20	1466,93
2021 m. metinis	160,83	108,57	12038,4	17603,14

Naudodamiesi energijos faktinių suvartojimų duomenimis iš 14 lentelės ir energijos kainomis iš 8 lentelės, taip pat anksčiau minėtomis formulėmis 1, 2, 3 apskaičiuojame išlaidas tenkančias gyventojams už suvartotą energiją pagal mėnesius ir išlaidas tenkančias 1 m².

15 lentelė. KOMBO skaičiavimų rezultatai

Laikotarpis	Išlaidos už šildymą K_s , Eur	Išlaidos už karštą vandenį ir cirkuliaciją iš CŠT K_{kvc} , Eur	Išlaidos už karštą vandenį naudojant elektrą K_{Ekvc} , Eur	Išlaidos už elektrą bendroms reikmėms K_E , Eur	1 m ² kaina už šildymą, Eur/m ²
2021 m. sausis	1216,14	545,00	210,23	152,39	0,35
2021 m. vasaris	1092,19	530,47	189,88	167,21	0,31
2021 m. kovas	741,26	467,09	210,23	156,48	0,21
2021 m. balandis	399,21	360,08	203,45	163,81	0,11
2021 m. gegužė	98,58	211,73	210,23	123,91	0,03
2021 m. birželis	0,00	146,63	203,45	113,19	
2021 m. liepa	0,00	0,13	210,23	107,83	
2021 m. rugpjūtis	0,00	160,56	210,23	112,63	
2021 m. rugsėjis	57,38	188,10	203,45	141,68	0,02
2021 m. spalio	410,41	305,34	210,23	136,45	0,12
2021 m. lapkritis	852,10	437,25	210,23	160,01	0,24
2021 m. gruodis	1761,72	667,27	210,23	161,83	0,51
2021 m. vidutinis mėnesinis	552,42	331,53	206,84	141,45	0,21
2021 m. metinis	6628,97	4019,64	2482,05	1697,41	

5.5 Renovuotas namas su autonomine šildymo ir karšto vandens sistema (AUTO)

Analizuodami šią alternatyvą įvertinsime šilumos ir elektros energijų poreikius daugiabučiame gyvenamajame name, kuriame atlikta pilna pastato renovacija, tačiau objektas yra atsijungęs nuo CŠT sistemos ir visus šilumos poreikius užsitikrina savarankiškai hidroterminio šilumos siurblio (gruntas – vanduo) ir kolektorine saulės elementų sistemomis.

5 alternatyvos šiluminius poreikius sudaro: šildymas, karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacija. Visas šias sąlygas užtikrina šilumos siurblys (gruntas – vanduo) ir kolektoriaus saulės elementų sistemos.

Elektros energijos poreikius sudaro: bendras pastato apšvietimas, liftas, cirkuliacinių siurbių sunaudojama elektros energija, šilumos siurbliai, elektriniai tenai.

Pastato elektros energijos poreikiai užtikrinami centralizuotai tiekiant elektrą per miesto skirstymo tinklus iki pastato elektros pastotės įvado.

Patalpų šildymui ir karšto vandens ruošimui įrengta automatizuota šilumos siurblio sistema (3 šilumos siurbliai) su geoterminiais zondais. Šilumos siurbliai su integruotais gamykliniais šilumos siurblio valdikliais. Automatika turi valdyti karšto vandens ruošimą (55°C) ir šildymo sistemos vandens paruošimą (60/50°C) pagal lauko temperatūrą. Šilumos gamybos proceso valdymui ir prioritetų paskirstymui, temperatūrų indikacijai, suprojektuoti valdikliai bei projektuojamose talpose ir vamzdynuose - vandens temperatūros davikliai. Pastatui karštas vanduo yra ruošiamas vandens šildytuvuose – akumuliacinėse talpose (V=1000 l., 3 vnt.) su el. tenais. Jei temperatūra talpose yra mažesnė negu pageidaujama ir nustatytas laiko grafikas leidžia, šilumos siurbliai persijungia į karšto vandens ruošimo režimą, perjungiami trisečiai vožtuvai, ir talpose vanduo pašildomas iki nustatytos temperatūros. Vandens cirkuliaciją atskiruose sistemos kontūruose sukuria elektroniniai cirkuliaciniai siurbliai. Slėgis ir jo pokytis atskiruose sistemos kontūruose užtikrinamas ir palaikomas išsiplėtimo indų pagalba.

Sukaupta pamatinėse uolienose šiluma paimama per 22 gręžinius – šiluminius zondus, kurių

kiekvieno gylis po 150 m. Proceso, vykstančio šiluminiame siurblyje metu, aušinimo terpė atšaldoma, o aukštesnių parametrų šiluma perduodama į pastato šildymo sistemą. Atšaldyta aušinimo terpė grąžinama į lauko vamzdyną, kuriame ji toliau surenka šilumą.

Nuo saulės kolektorių vamzdžiai nuvesti į katilinėje esančius vandens šildytuvus – akumuliacines talpas (V=1000 l., 2 vnt.) su el. tenais, iš kurių pašildytas šaltas vanduo paduodamas į kitus vandens šildytuvus – akumuliacines talpas (V=1000 ltr, 3 vnt.), į kurias sumontuoti vamzdynai nuo šilumos siurblių sistemos.

Autonominio namo šilumos punkto schema ir stogo planas su saulės kolektorių sistema pateiktos 1 priede.

Pagrindiniai techniniai rodikliai: [55]

Šildymo sistemos projektinė galia - 160 kW.

Karšto vandens sistemos projektinė galia - 232 kW.

Hidroterminiai šilumos siurbliai 3 vnt. – 60 kW.

Tūriniai vandens šildytuvai – akumuliacinės talpos po 1000 l. (3 vnt.), su integruotais karšto vandens ruošimo šilumokaičiais ir el. tenais 9,0 kW.

Elektros energijos poreikis šilumos gamybai (šilumos siurbliai + geoterminio kontūro cirkuliaciniai siurbliai): 49,0 kW.

Saulės kolektorių gaminamos šilumos kiekis KV ruošimui: 43,0 kW

33 vnt. plokštieji saulės kolektoriai. KV ruošimui projektuojami 2 tūriniai vandens šildytuvai – akumuliacinės talpos po 1000 l., su integruotais karšto vandens ruošimo šilumokaičiais ir el. tenais 9,0 kW.

Elektros energijos poreikis šilumos gamybai (saulės kolektorių sistemos cirkuliacinis siurblys): 0,15 kW.

Kadangi pastatas atsijungęs nuo CŠT šiam objektui nėra reikalingas temperatūrinis grafikas. Pastato šilumos ūkio prižiūrėtojas savarankiškai kontroliuoja šiluminius parametrus pagal gyventojų poreikius.

Atitinkamai keičiasi ir energijos faktinių suvartojimų lentelės duomenys. Kadangi į pastatą nebėra tiekiamas termofikatas, šilumos kiekis šildymui Q_s ir šilumos kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q_{kvc} , apskaičiuojamas pagal sunaudotą elektros energijos kiekį.

16 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai

Laikotarpis	Elektros energija kiekis suvartotas šildymui $Q_{Eš}$, kWh	Elektros energija kiekis suvartotas karštam vandeniui Q_{Ekvc} , kWh	Laiptinės apšvietimo elektra Q_{EA} , kWh	Lifto sunaudota elektra Q_{EL} , kWh	Elektros energija kiekis suvartotas bendroms reikmėms Q_{EB} , kWh
2021 m. sausis	10262	3999	594	351	945
2021 m. vasaris	13232	4290	609	422	1031
2021 m. kovas	9204	3897	519	384	903
2021 m. balandis	7004	4101	536	457	993
2021 m. gegužė	3561	3984	371	448	819
2021 m. birželis		3033	270	483	753
2021 m. liepa		2026	321	424	745
2021 m. rugpjūtis		8189	342	407	749
2021 m. rugsėjis	1313	3853	375	801	1176
2021 m. spalio	5017	3795	435	437	872
2021 m. lapkritis	6441	3926	485	411	896
2021 m. gruodis	13902	4188	449	503	952
2021 m. vidutinis mėnesinis	7770,67	4106,75	442,17	460,67	902,83
2021 m. metinis	69936	49281	5306	5528	10834

Naudodamiesi energijos faktinių suvartojimų duomenimis iš 16 lentelės ir energijos kainomis iš 8 lentelės, taip pat anksčiau minėtomis formulėmis 1, 2, 3 apskaičiuojame išlaidas tenkančias gyventojams už suvartotą energiją pagal mėnesius ir išlaidas tenkančias 1 m².

17 lentelė. AUTO skaičiavimų rezultatai

Laikotarpis	Išlaidos už elektrą šildymui $K_{Eš}$, Eur	Išlaidos už elektrą karštam vandeniui ir cirkuliacijai K_{Ekvc} , Eur	Išlaidos už elektrą bendroms reikmėms K_E , Eur	1 m ² kaina už šildymą, Eur/m ²
2021 m. sausis	1446,94	563,86	133,25	0,41
2021 m. vasaris	1865,71	604,89	145,37	0,53
2021 m. kovas	1297,76	549,48	127,32	0,37
2021 m. balandis	987,56	578,24	140,01	0,28
2021 m. gegužė	502,10	561,74	115,48	0,14
2021 m. birželis	0,00	427,65	106,17	
2021 m. liepa	0,00	285,67	105,05	
2021 m. rugpjūtis	0,00	1154,65	105,61	

2021 m. rugsėjis	185,13	543,27	165,82	0,05
2021 m. spalio	707,40	535,10	122,95	0,20
2021 m. lapkritis	908,18	553,57	126,34	0,26
2021 m. gruodis	1960,18	590,51	134,23	0,56
2021 m. vidutinis mėnesinis	821,75	579,05	127,30	0,31
2021 m. metinis	9860,98	6948,62	1527,59	

5.6 Renovuotas namas su vietine dujine katilinė (DUJOS)

Analizuodami šią alternatyvą įvertinsime šilumos ir elektros energijų poreikius daugiabučiame gyvenamajame name, kuriame atlikta pilna pastato renovacija, tačiau objektas yra atsijungęs nuo CŠT sistemos ir visus šilumos poreikius užtikrina savarankiškai vietinės dujinės katilinės pagalba.

6 alternatyvos šiluminius poreikius sudaro: šildymas, karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacija. Visas šias sąlygas užtikrina dujinis katilas.

Elektros energijos poreikius sudaro: bendras pastato apšvietimas, liftas, cirkuliacinių siurblių sunaudojama elektros energija, šilumos siurbliai, elektriniai tenai.

Pastato elektros energijos poreikiai užtikrinami centralizuotai tiekiant elektrą per miesto skirstymo tinklus iki pastato elektros pastotės įvado.

Dujinės katilinės katilo principinė schema pateikta 1 priede.

Pagrindiniai techniniai rodikliai:

Šildymo sistemos projektinė galia - 156 kW.

Karšto vandens sistemos projektinė galia - 249 kW.

Projektinis šilumnešio srautas karštam vandeniui – 6,12 m³/h;

Projektinis šilumnešio srautas šildymui – 3,35 m³/h;

Cirkuliacinis siurblys šildymui – 250 W;[46]

Cirkuliacinis siurblys karštam vandeniui – 110W. [47]

Kadangi pastatas atsijungęs nuo CŠT šiam objektui nėra reikalingas temperatūrinis grafikas. Pastato šilumos ūkio prižiūrėtojas savarankiškai kontroliuoja šiluminius parametrus pagal gyventojų poreikius.

Priimame sąlygą, kad energijos faktiniai suvartojimai šildymui lieka tokie patys kaip ir 2 alternatyvoje 10 lentelėje, kadangi pastato techninė charakteristika lieka tokia pati tik keičiasi pačios šilumos pagaminimo metodika. Kadangi į pastatą nebėra tiekiamas termofikatas, pagal šilumos kiekį šildymui $Q_{\text{š}}$ ir šilumos kiekį karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q_{kvc} , apskaičiuojame sunaudotą gamtinių dujų kiekį.

18 lentelė. Energijos faktiniai suvartojimai

Laikotarpis	Šilumos kiekis šildymui $Q_{\text{š}}$, MWh	Šilumos kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q_{kvc} , MWh	Elektros energija kiekis suvartotas bendroms reikmėms Q_{E} , kWh
2021 m. sausis	34,18	15,24	1134,33
2021 m. vasaris	32,53	13,65	1234,26

2021 m. kovas	22,59	14,81	1163,33
2021 m. balandis	14,82	13,84	1213,64
2021 m. gegužė	2,34	13,95	932,33
2021 m. birželis	0	11,09	854,64
2021 m. liepa	0	10,6	818,33
2021 m. rugpjūtis	0	12,47	852,33
2021 m. rugsėjis	1,39	13,24	1056,64
2021 m. spalio	11,51	13,90	1021,33
2021 m. lapkritis	17,28	13,96	1186,64
2021 m. gruodis	31,87	15,26	1201,33
2021 m. vidutinis mėnesinis	14,04	13,51	1055,76
2021 m. metinis	168,51	162,04	12669,12

Apskaičiuojame gamtinių dujų suvartojimą reikalingą šildymui, skaičiavimo rezultatai pateikiami 19 lentelėje:

Gamtinių dujų šiluminumas $Q_{duju} = 9,34 \text{ kWh/m}^3$ [56], katilo naudingumo koeficientas $\eta_k = 0,93$, Q – atitinkamas šilumos kiekis šildymui ar karštam vandeniui pagal mėnesį.

$$G_d = \frac{Q}{Q_{duju} * \eta_k} \quad (4)$$

19 lentelė. Gamtinių dujų suvartojimas

Laikotarpis	Dujų kiekis šildymui G_{ds}, m^3	Dujų kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai G_{dkvc}, m^3
2021 m. sausis	3934,98	1754,51
2021 m. vasaris	3745,02	1571,46
2021 m. kovas	2600,68	1705,00
2021 m. balandis	1706,15	1593,33
2021 m. gegužė	269,39	1606,00
2021 m. birželis	0,00	1276,74
2021 m. liepa	0,00	1220,33
2021 m. rugpjūtis	0,00	1435,61
2021 m. rugsėjis	160,02	1524,26
2021 m. spalio	1325,09	1600,24
2021 m. lapkritis	1989,36	1607,15
2021 m. gruodis	3669,04	1756,81
2021 m. vidutinis mėnesinis	1616,64	1554,29
2021 m. metinis	19399,74	18651,42

Naudodamiesi energijos faktinių suvartojimų duomenimis iš 18 lentelės ir energijos kainomis iš 8 lentelės, taip pat anksčiau minėtomis formulėmis 1, 2, 3 apskaičiuojame išlaidas tenkančias gyventojams už suvartotą energiją pagal mėnesius ir išlaidas tenkančias 1 m^2 .

20 lentelė. DUJOS skaičiavimų rezultatai

Laikotarpis	Išlaidos už dujas šildymui K_{ds}, Eur	Išlaidos už dujas karštam vandeniui ir cirkuliacijai K_{dkvc}, Eur	Išlaidos už elektrą bendroms reikmėms K_E, Eur	1 m^2 kaina už šildymą, Eur/m^2
2021 m. sausis	2164,24	968,97	159,94	0,62
2021 m. vasaris	2059,76	868,29	174,03	0,59
2021 m. kovas	1430,37	941,74	164,03	0,41
2021 m. balandis	938,39	880,32	171,12	0,27
2021 m. gegužė	148,17	887,29	131,46	0,04

2021 m. birželis	0,00	706,20	120,50	
2021 m. liepa	0,00	943,64	115,38	
2021 m. rugpjūtis	0,00	1109,41	120,18	
2021 m. rugsėjis	123,22	1177,67	148,99	0,04
2021 m. spalio	1020,32	1236,17	144,01	0,29
2021 m. lapkritis	1531,81	1241,49	167,32	0,44
2021 m. gruodis	2825,16	1356,73	169,39	0,81
2021 m. vidutinis mėnesinis	1020,12	1026,49	148,86	0,39
2021 m. metinis	12241,43	12317,93	1786,35	

5.7 Renovuotas namas prijungtas prie CŠT sistemos ir saulės elektrine

Analizuodami šią alternatyvą įvertinsime šilumos ir elektros poreikius daugiabučiame gyvenamajame name, kuriama 2017 m. atlikta pilna pastato architektūrinės dalies, taip pat šilumos punkto, šildymo ir karšto vandens sistemų, elektros instaliacijų renovacija.

Šilumos punkto principinė schema pateikta 1 priede.

7 alternatyvos šiluminius poreikius sudaro: šildymas, karštas vanduo, karšto vandens cirkuliacija. Visas šias sąlygas užtikrina centralizuotai tiekiamą šilumą. Elektros poreikiams užtikrinti elektra taip pat tiekama centralizuotai, tačiau ant daugiabučio namo stogo taip pat sumontuotos saulės elektrinės bendroms pastato reikmėms.

Atlikus daugiabučio namo stogo vertinimą saulės elektrinės montavimui, priimame sąlygą, kad iš bendro stogo ploto – 578 m², dėl esamų ventiliacinių kaminų, telekomunikacijų antenų ir šešėliavimo, tinkamo stogo ploto saulės elektrinėms lieka – 230 m². Iš analizuoto projekto [57] priimame sąlygą, kad 1 vienetui saulės elektrinės moduliui (400 W) reikės 4 m² stogo ploto. Atlikus skaičiavimus gauname, kad teorinis maksimalus saulės elektrinės galingumas ant nagrinėjamo daugiabučio stogo yra 23,2 kW.

Suprojektuotos galios elektrinės pagamintos elektros mėnesinis skaičiavimas buvo atliekamas „pvwatts skaičiuokle“ [58], gauti duomenys pateikti 21 lentelėje.



19 pav. Nagrinėjamo pastato stogo įvertinimas saulės elektrinių montavimui.

21 lentelė. 23,2 kW saulės elektrinės pagamintos elektros kiekis

Laikotarpis	Saulės spinduliuotė, kWh/m ² /dieną	Pagaminta energijos (AC), kWh
Sausis	0,68	424
Vasaris	1,37	788
Kovas	2,53	1 596
Balandis	3,91	2 263
Gegužė	5,36	3 099
Birželis	5,65	3 115
Liepa	5,37	3 049
Rugpjūtis	4,89	2 747
Rugsėjis	3,16	1 810
Spalis	1,73	1 048
Lapkritis	0,79	470
Gruodis	0,37	223
Vidurkis	2,98	1 719,3
Metinis		20 632

Iš 23 lentelės žinome, kad metinis bendras elektros suvartojimas yra 12900 kWh. Naudojantis „pvwatts skaičiuokle“ suskaičiuojame, kad nagrinėjamo objekto optimaliausia saulės elektrinės galia yra 15 kW.

22 lentelė. 15 kW saulės elektrinės pagamintos elektros kiekis

Laikotarpis	Saulės spinduliuotė, kWh/m ² /dieną	Pagaminta energijos (AC), kWh
Sausis	0,68	251
Vasaris	1,37	478
Kovas	2,53	983
Balandis	3,91	1414
Gegužė	5,36	1952
Birželis	5,65	1962
Liepa	5,37	1919
Rugpjūtis	4,89	1748
Rugsėjis	3,16	1134
Spalis	1,73	650
Lapkritis	0,79	284
Gruodis	0,37	125
Vidurkis	2,98	1075
Metinis		12900

23 lentelė. SAULĖ energijos faktiniai suvartojimai

Laikotarpis	Šilumos kiekis šildymui Q _s , MWh	Šilumos kiekis karštam vandeniui ir cirkuliacijai Q _{kvc} , MWh	Laiptinės apšvietimo elektra Q _{EA} , kWh	Lifto sunaudota elektra Q _{EL} , kWh	Siurblių sunaudota elektra Q _{ES} , kWh	Bendrai sunaudotas elektros kiekis atskaičius pagamintą saulės energiją ΣQ, kWh
2021 m. sausis	35,38	14,24	524	323	279,30	875,3
2021 m. vasaris	30,53	12,65	600	399	233,56	754,56
2021 m. kovas	18,59	13,81	500	374	259,33	150,33
2021 m. balandis	14,02	10,64	499	452	260,67	-202,33
2021 m. gegužė	1,34	12,95	371	448	133,31	-999,69
2021 m. birželis	0	12,09	299	489	81,14	-1092,86
2021 m. liepa	0	11,6	326	404	82,54	-1106,46
2021 m. rugpjūtis	0	10,47	342	417	81,33	-907,67
2021 m. rugsėjis	2,39	11,34	385	609	82,64	-57,36
2021 m. spalio	14,59	12,90	415	427	179,50	371,5

2021 m. lapkritis	12,28	14,96	505	411	266,64	898,64
2021 m. gruodis	37,47	15,06	459	473	259,33	1066,33
2021 m. vidutinis mėnesinis	13,88	12,73	435,42	435,50	183,27	-20,81
2021 m. metinis	166,59	152,71	5225	5226	2199,29	-249,71

Naudodamiesi energijos faktinių suvartojimų duomenimis iš 23 lentelės ir energijos kainomis iš 8 lentelės taip pat anksčiau minėtomis formulėmis 1, 2, 3 apskaičiuojame išlaidas tenkančias gyventojams už suvartotą energiją pagal mėnesius ir išlaidas tenkančias 1 m². Skaičiavimo rezultatai pateikti 24 lentelėje.

24 lentelė. SAULĖ skaičiavimų rezultatai

Laikotarpis	Išlaidos už šildymą K _s , Eur	Išlaidos už karštą vandenį ir cirkuliaciją K _{kvc} , Eur	Išlaidos už elektrą bendroms reikmėms ΣK _E , Eur	1 m ² kaina už šildymą, Eur/m ²
2021 m. sausis	1312,60	528,30	123,42	0,38
2021 m. vasaris	1135,72	470,58	106,39	0,33
2021 m. kovas	689,69	512,35	21,20	0,20
2021 m. balandis	503,32	381,98	0	0,14
2021 m. gegužė	41,54	401,45	0	0,01
2021 m. birželis	0	400,18	0	
2021 m. liepa	0	320,16	0	
2021 m. rugpjūtis	0	321,43	0	
2021 m. rugsėjis	77,91	369,68	0	0,02
2021 m. spalio	576,31	509,55	52,38	0,17
2021 m. lapkritis	550,14	670,21	126,71	0,16
2021 m. gruodis	1985,91	798,18	150,35	0,57
2021 m. vidutinis mėnesinis	572,76	473,67	48,37	0,22
2021 m. metinis	6873,13	5684,05	580,45	

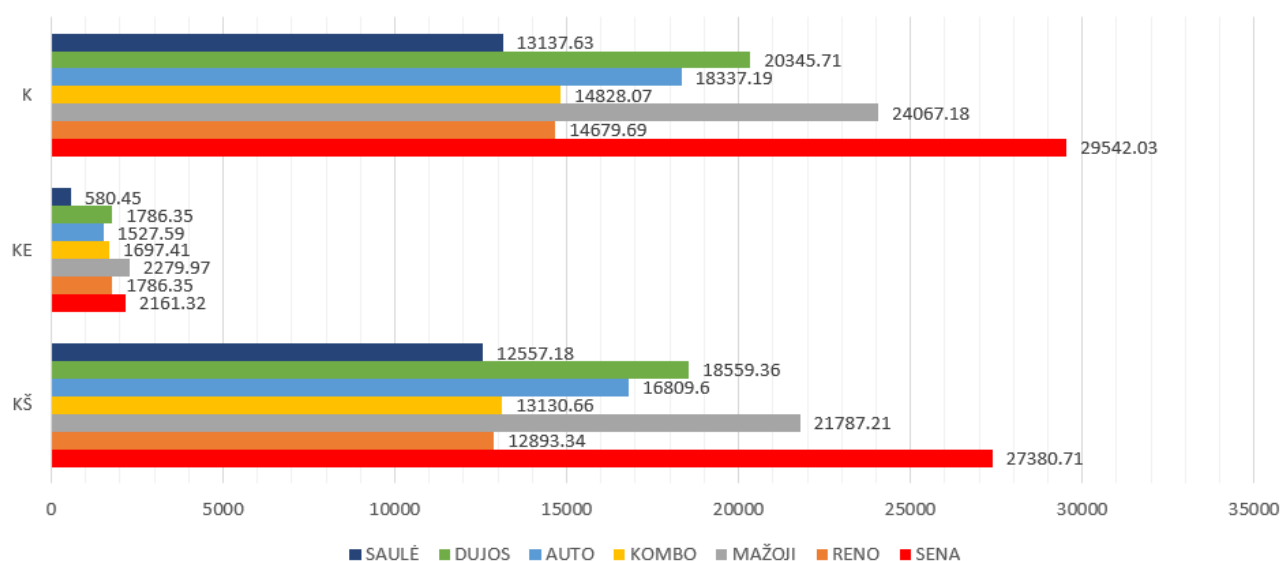
6. Techninė analizė

Analizuojami duomenys surašomi į lenteles ir nubraižomi grafikai.

25 lentelė. 2021 m alternatyvų išlaidos

Alternatyvos	K _š	K _E	K
SENA	27380,71	2161,32	29542,03
RENO	12893,34	1786,35	14679,69
MAŽOJI	21787,21	2279,97	24067,18
KOMBO	13130,66	1697,41	14828,07
AUTO	16809,6	1527,59	18337,19
DUJOS	18559,36	1786,35	20345,71
SAULĖ	12557,18	580,45	13137,63

2021 m. Išlaidos už elektros ir šilumos energiją, Eur.

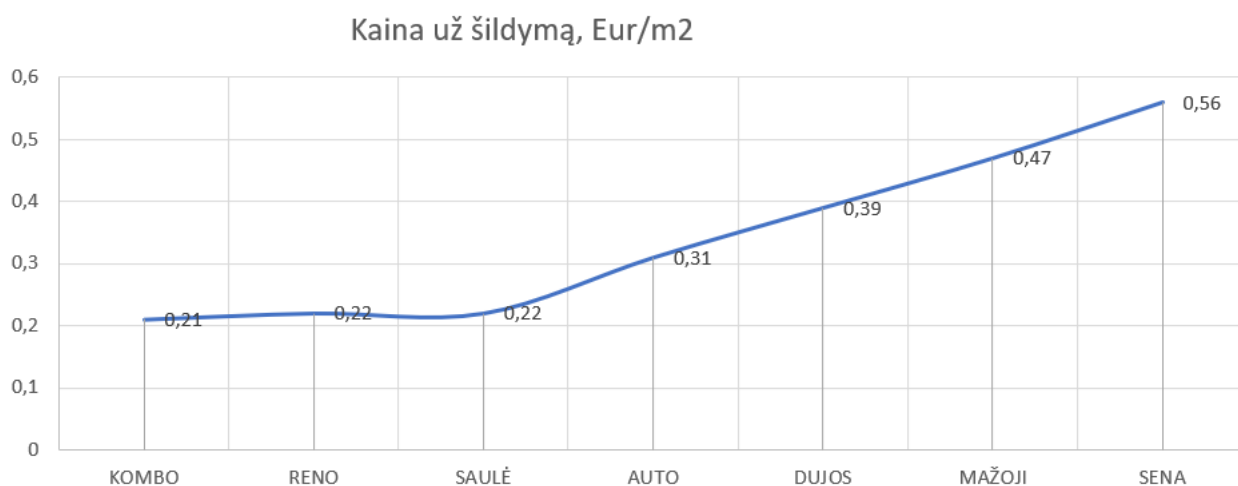


20 pav. 2021 metais patirtos išlaidos

K_š - 2021 m. išlaidos už šildymą, karštą vandenį, cirkuliaciją, Eur.

K_E - 2021 m. išlaidos už elektrą bendroms reikmėms, Eur.

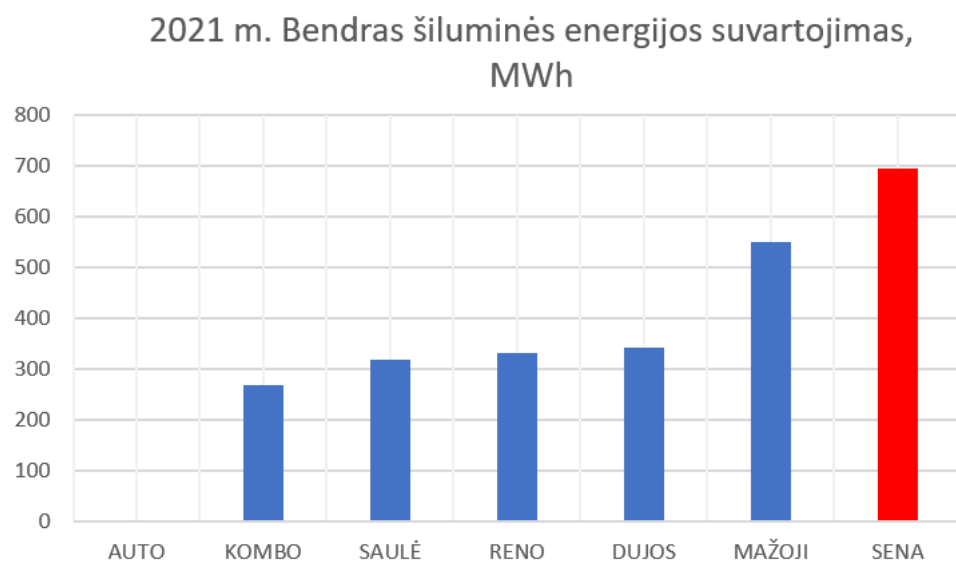
K - 2021 m. bendros išlaidos už energetinius išteklius, Eur.



21 pav. 2021 m kaina už šildymą, eur/ m²

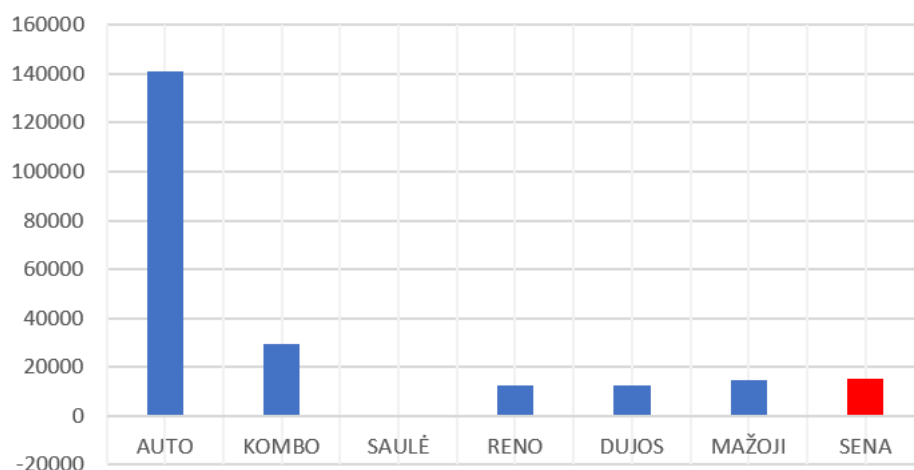
26 lentelė. Energijos faktinių suvartojimų palyginimas su tiriamąją alternatyva (SENA)

Alternatyvos	2021m. Bendras šiluminės energijos suvartojimas, MWh	2021 m. Bendras elektrinės energijos suvartojimas, kWh	Sutaupymas, šilumos %	Sutaupymas, elektros %
AUTO	0	140885	100,00	-819,10
KOMBO	269,4	29641,54	61,24	-93,38
SAULĖ	319,3	-249,71	54,06	101,63
RENO	330,55	12669,12	52,45	17,35
DUJOS	341,52	12669,12	50,87	17,35
MAŽOJI	550,72	14926,12	20,77	2,63
SENA	695,09	15328,5		



22 pav. 2021 m šiluminės energijos suvartojimas

2021 m. Bendras elektrinės energijos suvartojimas, kWh



23 pav. 2021 m elektros suvartojimas

7. Ekonominė analizė

Naudodamiesi diskontuotų pinigų srautų metodu įvertiname kiek pinigų reikalinga investicijoms, kiek pinigų pavyksta sutaupyti, kokia alternatyva atsiperka greičiausiai ir ekonomiškai yra efektyviausia.

Iš 2 Priede pateiktos investicinių kaštų skaičiavimo lentelės pateikiame bendrą investicijų dydį reikalingą pastato modernizavimui pagal pasirinktas alternatyvas. Iš Lietuvos banko [59] pateiktų duomenų priimame, kad vidutinės 2021 metų palūkanų norma buvo 2,16 %. Iš projektų vertinimo metodikos [60] priimame, kad energetinius projektus vertiname 25 metų laikotarpiui. 7.1 lentelėje pateikiame bendrą investicijų poreikį reikalingą norint atlikti namo renovaciją su pasirinkta alternatyva, be ir su šiuo metu galiojančiomis renovacijos skatinimo priemonėmis.

27 lentelė. Investicijų poreikis ir galimas paramos dydis

Alternatyvos	Investicijos VISO, Eur.	Paramos dydis	Investicijos dydis pritaikius paramą, Eur.
MAŽOJI	364402,11	80%	72880,42
RENO	1084546,46	50%	542273,23
SAULĖ	1101151,41	50% + 440,33 Eur/kW	543970,76
DUJOS	1140543,59	0%	1140543,59
KOMBO	1156546,46	50%	578273,23
AUTO	1246543,59	50%	623271,80
SENA	0	0	0.00

7.2 lentelėje pateikta banko paskolos mėnesiniai mokėjimai pritaikius anuitetinį paskolos grąžinimo metodą 25 metams, pritaikius galimas valstybės paramas, pagal alternatyvas. Skaičiavimai atlikti naudojantis Excel programa.

28 lentelė. Mėnesiniai mokėjimai už paskolą

Alternatyvos	Bendras paskolos mėnesinės įmokos dydis, Eur/mėn.	Preliminarus mėnesinės įmokos dydis Eur/m ²
AUTO	2703	0,77
KOMBO	2508	0,72

SAULĖ	2348	0,67
RENO	2341	0,67
DUJOS	3957	1,13
MAŽOJI	316	0,09
SENA	0	0

Apskaičiuojamas paprastas atsipirkimo laikas, kurį būtų galima apibūdinti kaip investicijos ir gaunamos metinės naudos investicijos dėka santykis. Skaičiavimai pateikti 7.3 lentelėje.

$$\text{Paprastas atsipirkimo laikas} = \frac{\text{Investicijos}}{\text{Metiniai sutaupymai}}$$

29 lentelė. Paprastas atsipirkimo laikas

Alternatyvos	Investicijos	Investicijos su parama	Metiniai sutaupymai	Atsipirkimas metais	Atsipirkimas metais pritaikius paramą
MAŽOJI	364402,11	72880,42	11474,85	31,76	6,35
RENO	1084546,46	542273,23	20862,34	51,99	25,99
SAULĖ	1101151,41	543970,76	22404,4	49,15	24,28
KOMBO	1156546,46	578273,23	20713,96	55,83	27,92
AUTO	1246543,59	623271,8	17204,84	72,45	36,23
DUJOS	1140543,59	1140543,59	15196,32	75,05	60,04

Pinigų būsima vertė apskaičiuojama, kai žinoma pradinė suma ir palūkanų norma. Pinigų būsimąją vertę reikalinga apskaičiuoti dėl to, kad laikui bėgant pinigų vertė keičiasi. Piniginis vienetas, turimas rankose dabar, yra vertas daugiau, nei piniginis vienetas gautas po n metų.

Skaičiavimo rezultatai pateikti: 7.4, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9 lentelėse

PV (present value) – dabartinė vertė

FV (future value) – būsimoji vertė

k – diskonto (palūkanų) norma

n – laiko periodų skaičius

$$FV_n = PV(1 + k)^n \quad (5)$$

30 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, MAŽOJI

Metai	Investuota į renovaciją (cash outflow)	Sutaupymas (cash inflow)	Grynasis pinigų srautas (net cash flow)
1	3792	11474.85	7682.85
2	3792	11985.30	8193.30
3	3792	12248.97	8456.97
4	3792	12518.45	8726.45
5	3792	12793.86	9001.86
6	3792	13075.32	9283.32
7	3792	13362.98	9570.98
8	3792	13656.96	9864.96
9	3792	13957.42	10165.42
10	3792	14264.48	10472.48
11	3792	14578.30	10786.30

12	3792	14899.02	11107.02
13	3792	15226.80	11434.80
14	3792	15561.79	11769.79
15	3792	15904.15	12112.15
16	3792	16254.04	12462.04
17	3792	16611.63	12819.63
18	3792	16977.09	13185.09
19	3792	17350.58	13558.58
20	3792	17732.29	13940.29
21	3792	18122.40	14330.40
22	3792	18521.10	14729.10
23	3792	18928.56	15136.56
24	3792	19344.99	15552.99
25	3792	19770.58	15978.58

31 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, RENO

Metai	Investuota į renovaciją (cash outflow)	Sutaupymas (cash inflow)	Grynasis pinigų srautas (net cash flow)
1	28092	20862.34	-7229.66
2	28092	21790.38	-6301.62
3	28092	22269.77	-5822.23
4	28092	22759.70	-5332.30
5	28092	23260.42	-4831.58
6	28092	23772.15	-4319.85
7	28092	24295.13	-3796.87
8	28092	24829.63	-3262.37
9	28092	25375.88	-2716.12
10	28092	25934.15	-2157.85
11	28092	26504.70	-1587.30
12	28092	27087.80	-1004.20
13	28092	27683.73	-408.27
14	28092	28292.78	200.78
15	28092	28915.22	823.22
16	28092	29551.35	1459.35
17	28092	30201.48	2109.48
18	28092	30865.91	2773.91
19	28092	31544.96	3452.96
20	28092	32238.95	4146.95
21	28092	32948.21	4856.21
22	28092	33673.07	5581.07
23	28092	34413.88	6321.88
24	28092	35170.98	7078.98
25	28092	35944.75	7852.75

32 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, SAULĖ

Metai	Investuota į renovaciją (cash outflow)	Sutaupymas (cash inflow)	Grynasis pinigų srautas (net cash flow)
-------	--	--------------------------	---

1	28176	22404.4	-5771.60
2	28176	23401.04	-4774.96
3	28176	23915.86	-4260.14
4	28176	24442.01	-3733.99
5	28176	24979.73	-3196.27
6	28176	25529.29	-2646.71
7	28176	26090.93	-2085.07
8	28176	26664.93	-1511.07
9	28176	27251.56	-924.44
10	28176	27851.10	-324.90
11	28176	28463.82	287.82
12	28176	29090.02	914.02
13	28176	29730.00	1554.00
14	28176	30384.06	2208.06
15	28176	31052.51	2876.51
16	28176	31735.67	3559.67
17	28176	32433.85	4257.85
18	28176	33147.40	4971.40
19	28176	33876.64	5700.64
20	28176	34621.93	6445.93
21	28176	35383.61	7207.61
22	28176	36162.05	7986.05
23	28176	36957.61	8781.61
24	28176	37770.68	9594.68
25	28176	38601.64	10425.64

33 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, DUJOS

Metai	Investuota į renovaciją (cash outflow)	Sutaupymas (cash inflow)	Grynasis pinigų srautas (net cash flow)
1	47484	15196.32	-32287.68
2	47484	15872.31	-31611.69
3	47484	16221.50	-31262.50
4	47484	16578.38	-30905.62
5	47484	16943.10	-30540.90
6	47484	17315.85	-30168.15
7	47484	17696.80	-29787.20
8	47484	18086.13	-29397.87
9	47484	18484.02	-28999.98
10	47484	18890.67	-28593.33
11	47484	19306.27	-28177.73
12	47484	19731.00	-27753.00
13	47484	20165.09	-27318.91
14	47484	20608.72	-26875.28
15	47484	21062.11	-26421.89
16	47484	21525.48	-25958.52
17	47484	21999.04	-25484.96
18	47484	22483.02	-25000.98
19	47484	22977.64	-24506.36

20	47484	23483.15	-24000.85
21	47484	23999.78	-23484.22
22	47484	24527.77	-22956.23
23	47484	25067.39	-22416.61
24	47484	25618.87	-21865.13
25	47484	26182.48	-21301.52

34 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, KOMBO

Metai	Investuota į renovaciją (cash outflow)	Sutaupymas (cash inflow)	Grynasis pinigų srautas (net cash flow)
1	30096	20713.96	-9382.04
2	30096	21635.40	-8460.60
3	30096	22111.38	-7984.62
4	30096	22597.83	-7498.17
5	30096	23094.98	-7001.02
6	30096	23603.07	-6492.93
7	30096	24122.34	-5973.66
8	30096	24653.03	-5442.97
9	30096	25195.40	-4900.60
10	30096	25749.70	-4346.30
11	30096	26316.19	-3779.81
12	30096	26895.14	-3200.86
13	30096	27486.84	-2609.16
14	30096	28091.55	-2004.45
15	30096	28709.56	-1386.44
16	30096	29341.17	-754.83
17	30096	29986.68	-109.32
18	30096	30646.39	550.39
19	30096	31320.61	1224.61
20	30096	32009.66	1913.66
21	30096	32713.87	2617.87
22	30096	33433.58	3337.58
23	30096	34169.12	4073.12
24	30096	34920.84	4824.84
25	30096	35689.09	5593.09

35 lentelė. Diskontuoti pinigų srautai, AUTO

Metai	Investuota į renovaciją (cash outflow)	Sutaupymas (cash inflow)	Grynasis pinigų srautas (net cash flow)
1	32436	17204.84	-15231.16
2	32436	17970.18	-14465.82
3	32436	18365.52	-14070.48
4	32436	18769.57	-13666.43
5	32436	19182.50	-13253.50
6	32436	19604.51	-12831.49
7	32436	20035.81	-12400.19
8	32436	20476.60	-11959.40
9	32436	20927.08	-11508.92

10	32436	21387.48	-11048.52
11	32436	21858.00	-10578.00
12	32436	22338.88	-10097.12
13	32436	22830.33	-9605.67
14	32436	23332.60	-9103.40
15	32436	23845.92	-8590.08
16	32436	24370.53	-8065.47
17	32436	24906.68	-7529.32
18	32436	25454.63	-6981.37
19	32436	26014.63	-6421.37
20	32436	26586.95	-5849.05
21	32436	27171.87	-5264.13
22	32436	27769.65	-4666.35
23	32436	28380.58	-4055.42
24	32436	29004.95	-3431.05
25	32436	29643.06	-2792.94

Kiekvienai alternatyvai apskaičiuojama grynoji dabartinė vertė (GDV), kuri gaunama iš tam tikro laikotarpio dabartinės vertės atėmus investicijas. Grynoji dabartinė vertė rodo kiek projektas kompanijai uždirbs pinigų dabartine jų verte, todėl yra labai patogus rodiklis finansuotojams. Jei grynoji dabartinė vertė yra neigiama, reiškia į projektą neapsimoka investuoti pinigų. Jeigu grynoji dabartinė vertė yra teigiama, reiškia apsimoka investuoti į projektą. Per skaičiuojamąjį laikotarpį projektas duos daugiau naudos, nei projektas reikalauja investicijų, net ir įvertinus tai, kad ateityje gaunama nauda nėra tokia aktuali, kaip pinigai šiandien.

Vidinė grąžos norma (VGN) tai yra tokia kapitalo kaina (diskonto norma), prie kurios projekto grynoji dabartinė vertė yra lygi nuliui. Kai kada investuojančiai kompanijai yra sunku įvertinti kapitalo kainą duotai investicijai. Taigi, tokiais atvejais yra neįmanoma suskaičiuoti vienos GDV ir dažna kompanija vietoje jos naudoja VGN rodiklį. Vidinė grąžos norma rodo projekto rentabilumą. Projektas su aukštesne VGN verte yra rentabilus.

$$\frac{B}{C} = \frac{PVB}{PVC} \quad (6)$$

$B/C > 1$ (projektas priimtinas), $B/C = 0$ (Ribinis variantas (projektas nepelningas ir nenuostolingas)).

Skaičiavimai atlikti Excel programine įranga.

$$GDV_{\text{Mažoji}} = 214300,50$$

$$GDV_{\text{Reno}} = -14681,30$$

$$GDV_{\text{Saulė}} = 22234,89$$

$$GDV_{\text{Dujos}} = -526067,92$$

$$GDV_{\text{Kombo}} = -56609,33$$

$$GDV_{\text{Auto}} = -188891,94$$

$$VGN_{\text{Mažoji}} = 4,06 \%$$

$$\text{VGN}_{\text{Reno}} = 0,98 \%$$

$$\text{VGN}_{\text{Saulė}} = 1,07 \%$$

$$\text{VGN}_{\text{Dujos}} = 0,43 \%$$

$$\text{VGN}_{\text{Kombo}} = 0,92 \%$$

$$\text{VGN}_{\text{Auto}} = 0,71 \%$$

8. Rizikos analizė

Kiekvienas alternatyvus daugiabučio namo renovacijos projektas kažkiek yra rizikingas, kadangi priimant įvairias prielaidas, niekada negalime būti šimtu procentu tikri, kad šios prielaidos yra teisingos. Todėl šia analize norima nustatyti pagrindines rizikas ir numatyti rizikų valdymo priemones.

„Rizikos vertinimas yra kruopštus ištyrimas, kas numatomoje veikloje galėtų sukelti žalą žmonėms ar aplinkai, žalos padarymo galimybės ir poveikio sunkumo apsvarstymas, leidžiantis vertinti kylančią riziką“.[61]

Naudosime kokybinį rizikos vertinimą: „tai tikimybės ir pasekmės vertinimas naudojant vertinimo skalę nuo „maža“ iki „labai didelė“.[61]

„Rizikos vertinimas yra prognozavimo metodas, kurį taikant paprastai naudojami praeities duomenys, modeliavimas, prielaidos, todėl rizikos vertinimuose visada yra tam tikras netikslumo laipsnis. Kai turimose žiniose yra didelių spragų, tuomet rizikos vertinimas ir valdymo sprendimai yra pakankamai atsargūs, suteikiantys didesnę apsaugos lygį, kadangi padidėja rizikos reikšmė ir netikrumo lygis“.[61]

Toliau identifikuojamos nagrinėjamų alternatyvų projektų etapų pagrindinės rizikos, taip pat sudaroma rizikų matrica kurioje nustatoma kuri rizika turi didžiausią tikimybę ir didžiausią poveikį:

- Reikalingas gyventojų sutikimas „A“;
- Padidėjusi projekto sąmata nuo projekto sudarymo iki įgyvendinimo pradžios „B“;
- Kuro (kaip žaliavos energijos gamybai) kainos nestabilumas „C“;
- Rangovų bankrotas „D“;
- Taršos mokestis „E“;
- Eksploatavimo sudėtingumas „F“;
- Projekto įgyvendinimas (trukmės atžvilgiu) „G“.

8.2 pav. rizikos identifiкуotos raidėmis nuo „A“ iki „G“, o skliaustuose esančios raidės (R,M,A,D,K,S) žymi alternatyvas:

- R – RENO (2 alternatyva);
- M – MAŽOJI (3 alternatyva);
- K – KOMBO (4 alternatyva);
- A – AUTO (5 alternatyva);
- D – DUJOS (6 alternatyva);
- S – SAULĖ (7 alternatyva).

Rizika	
	Labai didelė
	Didelė
	Vidutinė
	Maža

Tikimybė	Poveikis
1 - mažai tikėtina	1 - nereikšmingas
2 - nelabai tikėtina	2 - nežymus
3 - tikėtina	3 - vidutinis
4 - gana tikėtina	4 - reikšmingas
5 - labai tikėtina	5 - kritinis

24 pav. Rizikų pavaizdavimo kriterijai

P o v e i k i s	5					A (R,M,A,D,K,S)
	4	G (M)	B (M) D (R,M,A,D,K,S)	G (K,S,R)	B (R,A,D,K,S) C (A,D) E (D) G (A,D)	
	3	E (A) F (R,M,S)	E (R,M,K,S)	F (A,K)	C (R,M,K,S) F (D)	
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
		Tikimybė				

25 pav. Alternatyvų rizikų matrica

Valstybės ar miesto požiūriu neigiamos pasekmės būtų naudojant šildymą gamtinėmis dujomis, nes tai iškastinis ir importuojamas kuras, kurio siekiama pilnai atsisakyti. Šilumos siurbliai naudoja rinkos elektrą, kurios apie 40 % vis dar gaminama iškastiniu kuru.

Pagal Lietuvos strategiją visa šiluma nuo 2050 metų turi būti gaminama tik iš atsinaujinančių išteklių. Šiuo požiūriu šilumos vartojimo ir atitinkamai galios poreikio mažinimas atitinka valstybės ir miesto interesus, siekiant pilnos energetikos dekarbonizacijos.

Išvados

1. Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad nuo energetinio skurdo labiausiai nukenčia postkomunistinio valdymo, rytų Europos sąjungos šalys, tokios kaip Albanija, Bulgarija, Lietuva dėl žemo pajamų lygio ir santykinai didelio energijos suvartojimo. Tai paaiškinti galima ir tuo, kad šiose šalyse vis dar taikomas vienanaris šilumos mokėjimo metodas, kuris ir sąlygoja kainų pikus šalčiausiais metų mėnesiais.
2. Išanalizavus kiekvienos alternatyvos patirtas bendras išlaidas už suvartotus energetinius resursus 2021 m. nustatyta, kad 7 alternatyvos (SAULĖ) išlaidos buvo 63,04 % mažesnės nei tiriamojo objekto (SENA).
3. Atlikus šilumos ir elektros suvartojimo analizę nustatyta, kad efektyviausia alternatyva – 7 SAULĖ. Šilumos suvartojimas sumažėjo 54,06 %, elektros - 100 %.
4. Atlikus alternatyvų ekonominę analizę nustatyta, kad naudingiausia alternatyva: paprastojo atsipirkimo laiko - 3 alternatyva MAŽOJI – 6,35 m.; grynosios dabartinės vertės – MAŽOJI, $GDVMažoji = 214300,50$; vidinės grąžos normos – MAŽOJI, $VGNMažoji = 4,06 \%$.
5. Atlikus alternatyvų rizikų analizę matyti, kad didžiausia rizika su kuria susiduria skirtingų alternatyvų įgyvendinimas yra namo gyventojų sutikimas, kuris yra reikalingas norint įgyvendinti pasirinktą renovacijos projektą.
6. Energetinio efektyvumo požiūriu vertingiausia SAULĖ alternatyva, bet dėl ilgo investicijų atsipirkimo reikalauja didesnio intensyvumo valstybinės paramos.

Literatūros sąrašas

1. Mikel González-Eguino. Energy poverty: An overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 47, 377-385 [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115001586>
2. Eurostat. Gyvenamųjų būstų statistika. 2019 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210521-1>
3. Lietuvos respublikos vyriausybė. Nutarimas dėl daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos patvirtinimo. Suvesti redakcija nuo 2021-11-01 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.AE67B6739526/asr>
4. Būsto energijos taupymo agentūra. Lietuvos renovacijos žemėlapis. 2022 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://map.betalt.lt/>
5. Dalia Streimikiene, Tomas Balezentis. Willingness to Pay for Renovation of Multi-Flat Buildings and to Share the Costs of Renovation. Energy Efficiency and Shadow Pricing. 13 (11), 1-16 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/11/2721/htm>
6. Department for Business, Energy and Industrial Strategy. Annual Fuel Poverty Statistics in England, 2022 (2020 data) [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1056777/annual-fuel-poverty-statistics-lilee-report-2022-2020-data.pdf
7. Eurostat. Negalėjimo pakankamai šildyti namų statistika [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211105-1>
8. Eurostat. Namų ūkių neišgalinčių sumokėti komunalinių sąskaitų statistika [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200120-1>
9. Slavica Robić, Branko Ančić. Exploring health impacts of living in energy poverty: Case study Sisak-Moslavina County, Croatia. Energy and Buildings. 169, 379-387 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778817338550>
10. Office for National Statistics. Excess winter mortality in England and Wales: 2020 to 2021 [interaktyvus]. 2020-2021 m. [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/birthsdeathsandmarriages/deaths/bulletins/excesswintermortalityinenglandandwales/previousReleases>
11. Simcock, N., Walker, G., Day, R. Fuel poverty in the UK: Beyond heating? People Place Policy. 10 (1), 25-41 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/301611981_Fuel_poverty_in_the_UK_Beyond_heating
12. Europos Parlamentas. Žiedinė ekonomika kas tai ir kodėl ji svarbi? [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2022-04-08] Prieiga per internetą: <https://www.europarl.europa.eu/news/lt/headlines/priorities/ziedine-ekonomika/20151201STO05603/ziedine-ekonomika-kas-tai-ir-kodel-ji-svarbi>
13. National Energy Action (NEA). Fuel poverty statistics [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://www.nea.org.uk/>
14. Ahmed I. Ahmed, Robert S. McLeod, Matej Gustinc. Forecasting underheating in dwellings to detect excess winter mortality risks using time series models. Applied Energy. 286, 1-14

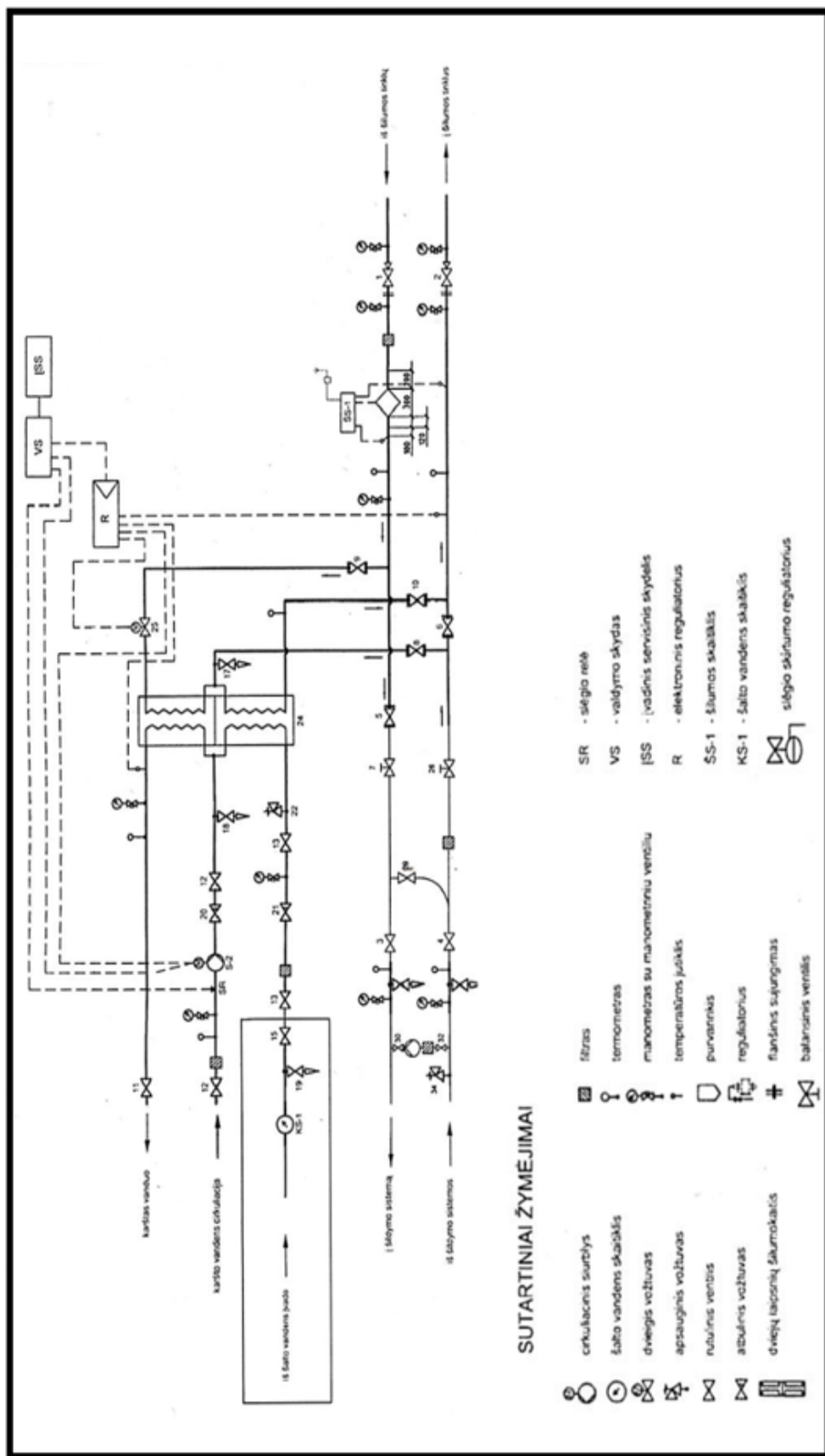
- [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261921000738>
15. George E. Halkos, Eleni-Christina Gkampoura. Evaluating the effect of economic crisis on energy poverty in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 144, 1-11 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121002732#tbl1>
 16. Lilia Karpinska, Sławomir Śmiechb. Breaking the cycle of energy poverty. Will Poland make it? *Energy Economics*. 94, 1-15 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988320304035>
 17. Theresa Weinsziehr, Katrin Grossmann, Maria Gröger, Thomas Bruckner. Building retrofit in shrinking and ageing cities: a case-based investigation. *Building Research & Information*, 45 (3), 278-292 [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2016.1152833?journalCode=rbr20>
 18. Matschoss, K., Heiskanen, E., Atanasiu, B., Kranzl, L. Energy renovation of EU multifamily buildings: Do current policies target the real problems? Cutting the energy use of buildings: policy and programmes. ECEEE 2013 summer study, 1485–1496 [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/268746105_Energy_renovations_of_EU_multifamily_buildings_do_current_policies_target_the_real_problems#fullTextFileContent
 19. Jörg Rieskamp, Ulrich Hoffrageb. Inferences under time pressure: How opportunity costs affect strategy selection. *Acta Psychol*. 127, 258–276 [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2022-05-02] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001691807000492?via%3Dihub>
 20. Romanas Savickas. 2012/27/ES Direktyvos dėl energijos vartojimo efektyvumo nuostatų įgyvendinimas mažiausiomis sąnaudomis centralizuoto šilumos tiekimo sektoriuje [interaktyvus]. 2014. [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://www.lsta.lt/files/events/2016-04-13%20LRS%20Energetikos%20kom/4%20R%20Savicko%20studija%20del%20direktyv%20nuostatu.pdf>
 21. J. Gudzinskas, V. Lukoševičius, V. Martinaitis, E. Tuomas. Šilumos vartotojo vadovas. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, 2011. [žiūrėta 2022-05-01]
 22. Energetikosabc. Šilumos pasiskirstymas daugiabučiuose namuose. [interaktyvus]. 2021. [žiūrėta 2022-06-22] Prieiga per internetą: <http://energetikosabc.lt.virtualu.hostingas.lt/lt/siluma/silumos-paskirstymas-daugiabuciuose-namuose-kas-tai/karsto-vandens-cirkuliacija-kas-tai/113>
 23. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. Sektoriaus veikla. [interaktyvus]. 2021. [žiūrėta 2022-06-22] Prieiga per internetą: <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/silumos-ukis/sektoriaus-veikla-1>
 24. Aukščiausioji audito institucija. Centralizuoto šilumos tiekimo vertinimas. 2022 m. vasario 24 d. Nr. VRE-1. [interaktyvus]. 2022. [žiūrėta 2022-06-22] Prieiga per internetą: <https://www.valstybeskontrole.lt/LT/Product/Download/4217>
 25. Smart Grid from A to Z. [interaktyvus]. 2021. [žiūrėta 2022-06-22] Prieiga per internetą: <https://www.smagrinet.eu/>
 26. Christopher R. Galantino, Steve Beyers, Lindsay Anderson, Jefferson W. Tester. Optimizing Cornell's future geothermal district heating performance through systems engineering and

- simulation. Energy & Buildings 230 (2021), [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778820310069>
27. Abhishek Gautama, Sunil Chamolib, Alok Kumara, Satyendra Singhc. A review on technical improvements, economic feasibility and world scenario of solar water heating system. Renewable and Sustainable Energy Reviews 68 (2017) 541–562, [interaktyvus]. [žiūrėta 2022-05-01] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116305913#!>
 28. Mindaugas Jakubčionis. Šiluminės technikos pagrindai. Mokomoji knyga. Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla. 2011, Kaunas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2022-07-01] Prieiga per internetą: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/263/silumines-technikos-pagrindai/>
 29. Baran Yildiz JoseI. Bilbao, Mike Roberts, Simon Heslop, Jonathon Dore, Anna Bruce, Iain MacGill, Renate J.Egan, Alistair B.Sproul. Analysis of electricity consumption and thermal storage of domestic electric water heating systems to utilize excess PV generation. Energy Volume 235, 15 November 2021, [interaktyvus]. [žiūrėta 2022-07-01] Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221015735>
 30. Gytis Petrauskas, Vytautas Adomavičius. Saulės energijos naudojimas elektrai gaminti. Mokomoji knyga. KTU leidykla „Technologija“. 2012, [interaktyvus]. [žiūrėta 2022-07-01] Prieiga per internetą: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/999/saules-energijos-naudojimas-elektrai-gaminti/>
 31. Industrial boilers. Presentation. HOVAL. Vaduz, March 2013, [interaktyvus], [žiūrėta 2022-07-01] Prieiga per internetą: https://www.hoval.com.cn/zoolluwebsite/media/document/5319/Industrial_Boiler_Presentation.PDF
 32. Eurostat. Gyvenamųjų būstų statistika. 2019 [žiūrėta 2022-05-02]. Prieiga per internetą: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210521-1>
 33. Lietuvos respublikos vyriausybė. Nutarimas dėl daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos patvirtinimo. Suvesti redakcija nuo 2021-11-01 [žiūrėta 2022-05-02]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.AE67B6739526/asr>
 34. Būsto energijos taupymo agentūra. Lietuvos renovacijos žemėlapis. 2022 [žiūrėta 2022-05-02]. Prieiga per internetą: <https://map.betalt.lt/>
 35. Lietuvos respublikos vyriausybė. Nutarimas dėl daugiabučių namų atnaujinimo (modernizavimo) programos patvirtinimo. Suvesti redakcija nuo 2021-11-01 [žiūrėta 2022-05-02]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.AE67B6739526/asr>
 36. Daugiabučio gyvenamojo namo Rasytės g. 22 Kaunas, atnaujinimo (modernizavimo) techninis darbo projektas. PLP-15-023-TDP. 2015, [žiūrėta 2022-08-02].
 37. Daugiabučio gyvenamojo namo Šarkuvos g. 11 Kaunas, šilumos punkto principinė schema. [žiūrėta 2022-08-02].
 38. http://www.vaidasmo.lt/lt/dest/kita/2012-04-17_vdu_lyginamieji-tyrimai.pdf
 39. Kokybinė lyginamoji analizė. Zenonas Norkus, Vaidas Morkevičius. Kaunas, 2011.
 40. Juraitė K., Lyginamieji tyrimo metodai: nuo intensyvaus ir ekstensyvaus prie visapusiško tyrimo. – Vilnius: ISM Vadybos ir ekonomikos universitetas, 2005
 41. Diskontuoto pinigų srautai [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022-11-09]. Knyga projektų ekonominis ir socialinis vertinimas
 42. Prof. G. Žigienės paskaita. [interaktyvus]. 2022 [žiūrėta 2022-11-09]. Finansų valdymo sprendimai. Investavimo sprendimai. Investicinių projektų vertinimas.

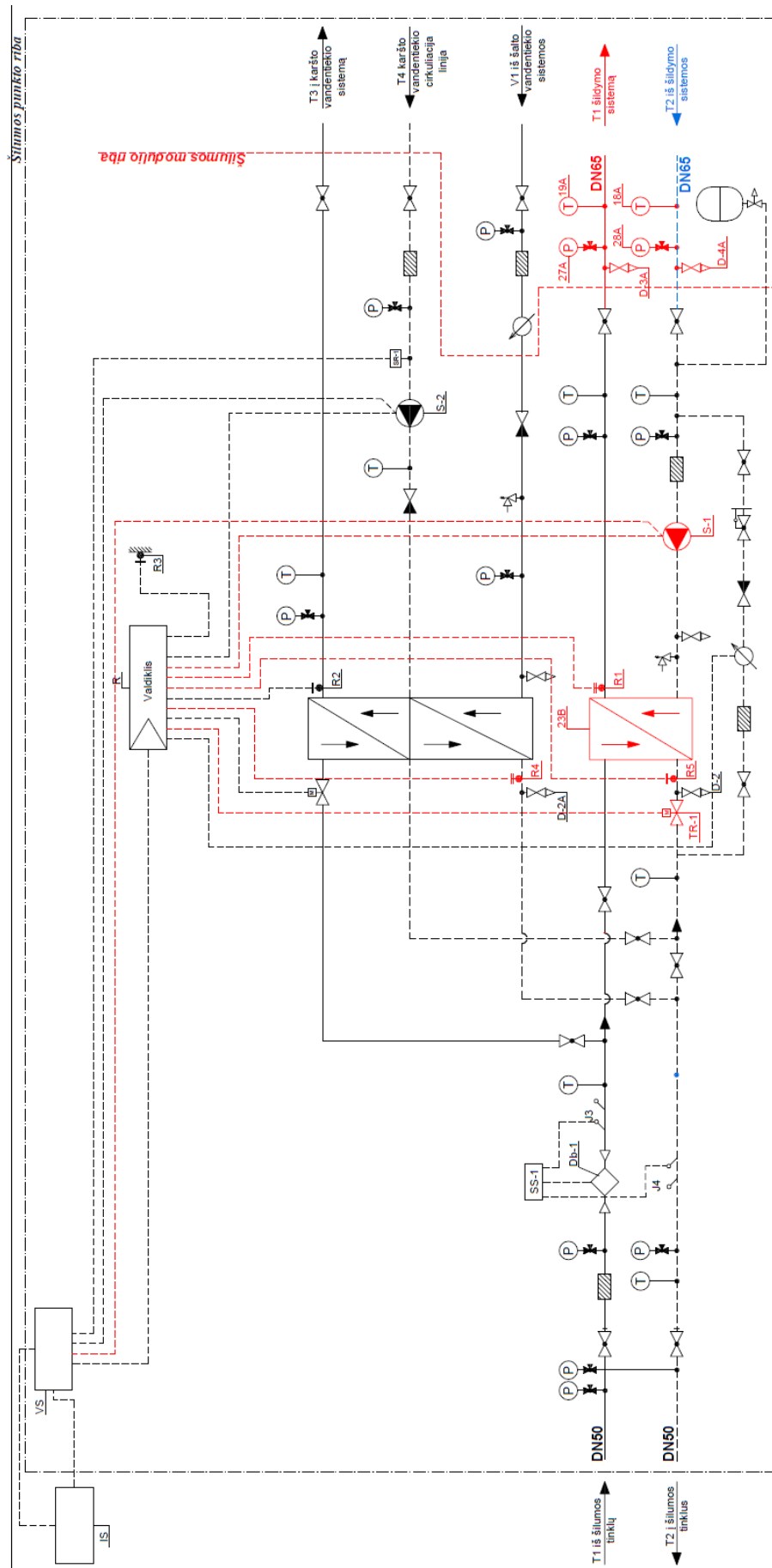
43. Doc. Dr. Ingos Konstantavičiūtės paskaita. [interaktyvus]. 2023 [žiūrėta 2023-01-17]. Energijos projektų planavimo ir vertinimo metodai.
44. Doc. Dr. Ingos Konstantavičiūtės paskaita. [interaktyvus]. 2023 [žiūrėta 2023-01-17]. Rizikų klasifikavimas. Jautrumo analizė. Rizikos vertinimas.
45. Daugiabučio gyvenamojo namo Šarkuvos g. 11 Kaunas, techninis projektas. [žiūrėta 2022-12-02].
46. Siurblio parametrai <https://product-selection.grundfos.com/lt/products/up-ups-series-100/up-ups-n/ups-25-80-n-180-95906439?tab=variant-specifications>
47. Siurblio parametrai <https://product-selection.grundfos.com/lt/products/magna/magna3/magna3-32-120-f-97924259?tab=variant-specifications>
48. Šilumos kaina - https://www.kaunoenergija.lt/silumos-kainos?group=1&year=2022&month=1&price_type=price_with_vat
49. Elektros kaina – <https://www.regula.lt/elektra/Puslapiai/2021-m-elektros-energijos-tarifai-buitiniams-vartotojams-I-pusm.aspx>
50. Dujų kaina - <https://ignitis.lt/lt/duju-kainos>
51. Daugiabučio gyvenamojo namo Rasytės g. 22, Kaunas, atnaujinimo (modernizavimo) techninis darbo projektas. Šilumos gamybos dalis. PLP-15-023-TDP-ŠP. 2015 m.
52. Daugiabučio gyvenamojo namo Šarkuvos g. 15, Kaunas, atnaujinimo (modernizavimo) techninis darbo projektas. Šilumos gamybos dalis. PLP-19-014-TDP-ŠP. 2018 m.
53. Mažoji renovacija <https://www.kaunoenergija.lt/kas-yra-mazoji-renovacija-gyventojams>.
54. Daugiabučio gyvenamojo namo Savanorių pr. 405, Kaune, atnaujinimo (modernizavimo) techninis darbo projektas. Šilumos gamybos dalis. A3-20150112-01-TP-ŠT. 2015 m.
55. Daugiabučio namo Kosmonautų g. 2, Marijampolėje, atnaujinimo (modernizavimo) techninis projektas. Šilumos gamybos dalis. UF-17023-TDP. 2018 m.
56. Dujų šiluminingumas - <https://www.regula.lt/Puslapiai/bendra/metodine-pagalba/silumos-sektorius/gamtiniu-duju-kiekio-perskaiciavimas.aspx>
57. 220 kW saulės elektrinės prijungimas prie AB „ESO“ skirstomųjų elektros tinklų, Sidabros g.1, Satkūnų k., Satkūnų sen., Joniškio r sav., techninis darbo projektas. 21.356.1158-TDP-E-BŽ. 2021m.
58. Saulės elektrinės galios skaičiuoklė [interaktyvus]. 2023 [žiūrėta 2023-03-17]. <https://pvwatts.nrel.gov/>
59. Palūkanų normos skaičiuoklė [interaktyvus]. 2023 [žiūrėta 2023-02-10]. <https://www.lb.lt/lt/paskolu-palukanu-normos>
60. Investicinių projektų rengimo metodika [interaktyvus]. 2023 [žiūrėta 2023-03-07]. <https://www.ppplietuva.lt/lt/metodikos-ir-leidiniai>
61. R. Norvaišienė, R. Krušinskas. Projektų ekonominis ir socialinis vertinimas. Mokomoji knyga. KTU, 2007. [žiūrėta 2023-04-23]

Priedai

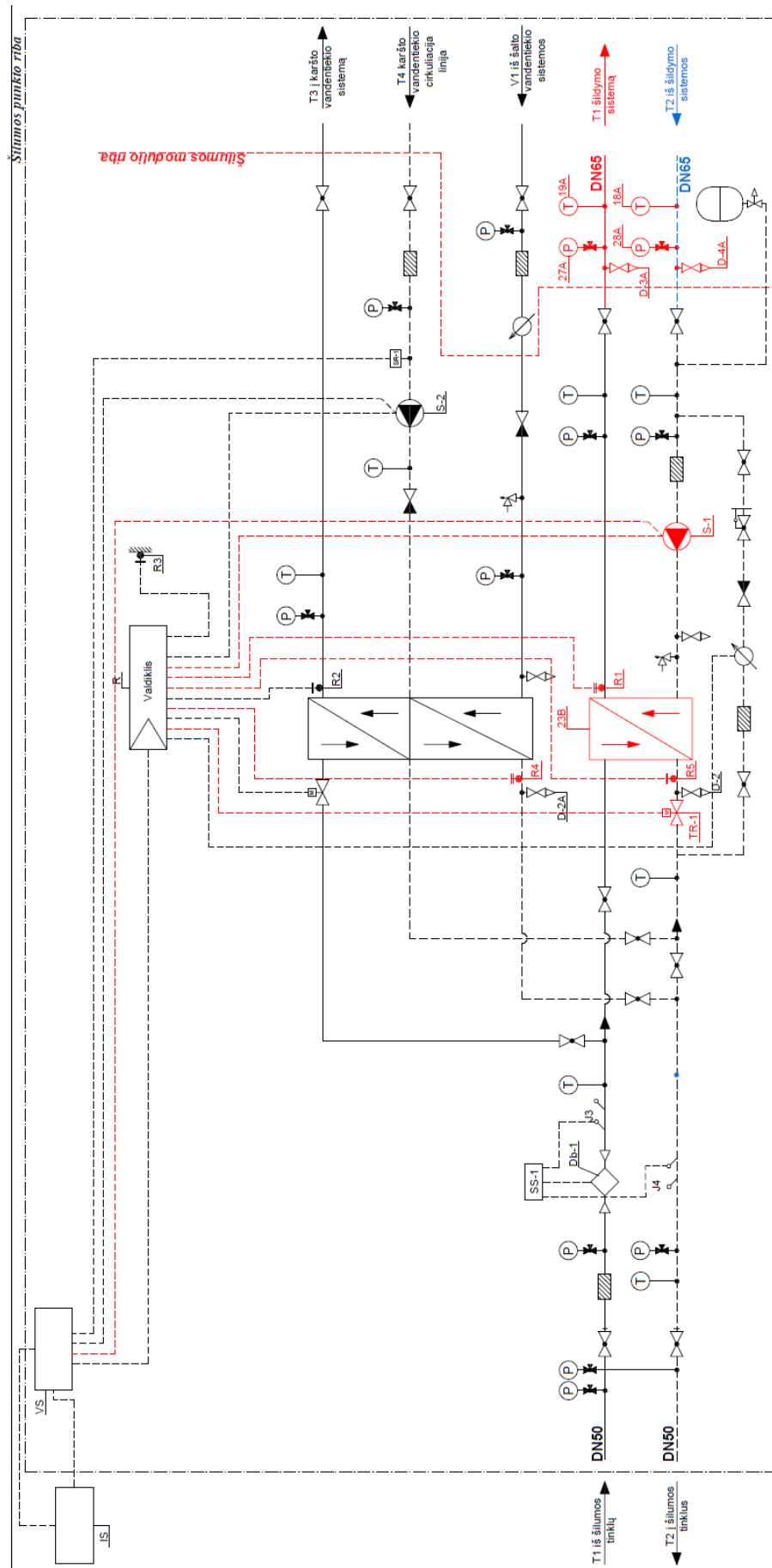
1 priedas. Alternatyvų principinės schemos.



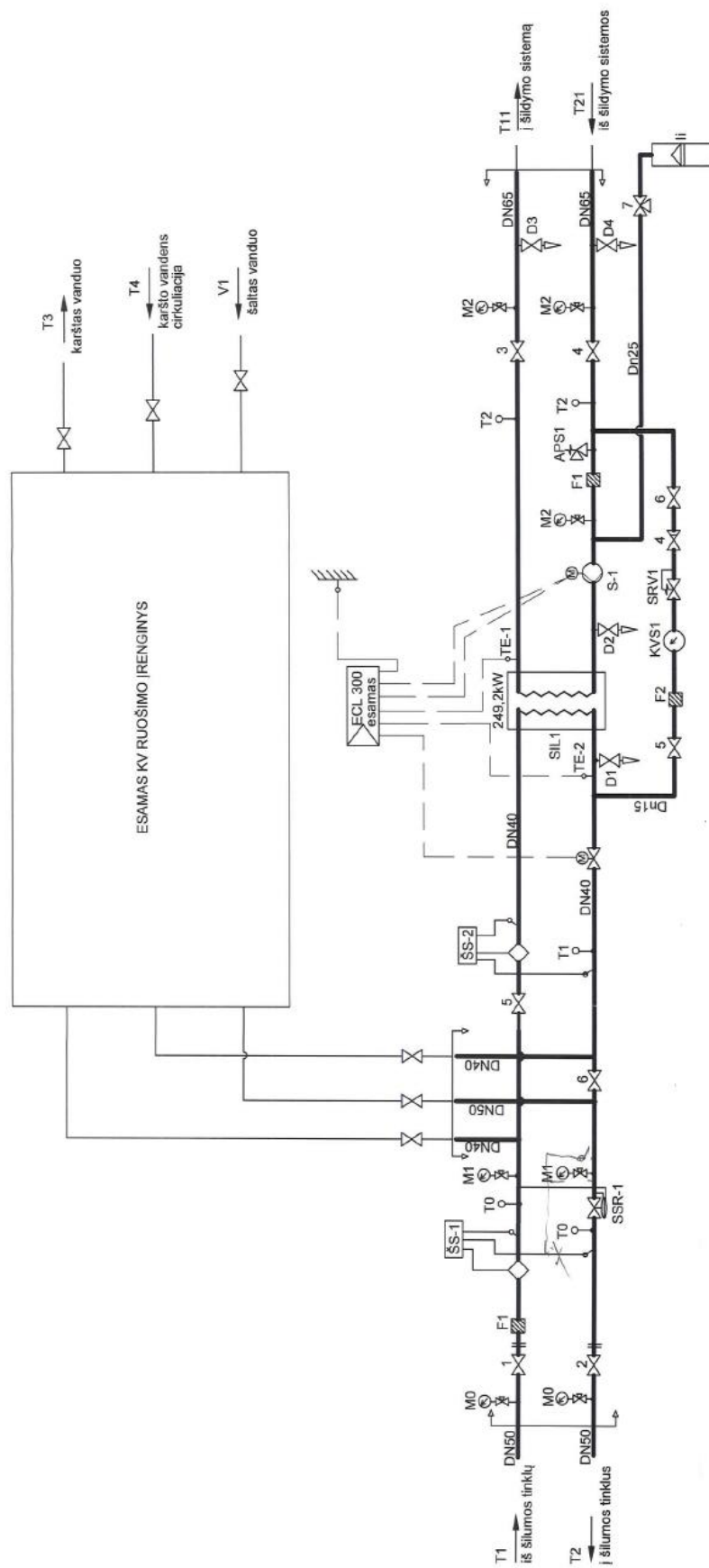
1 pav. Nerenovuoto namo šilumos punkto schema.



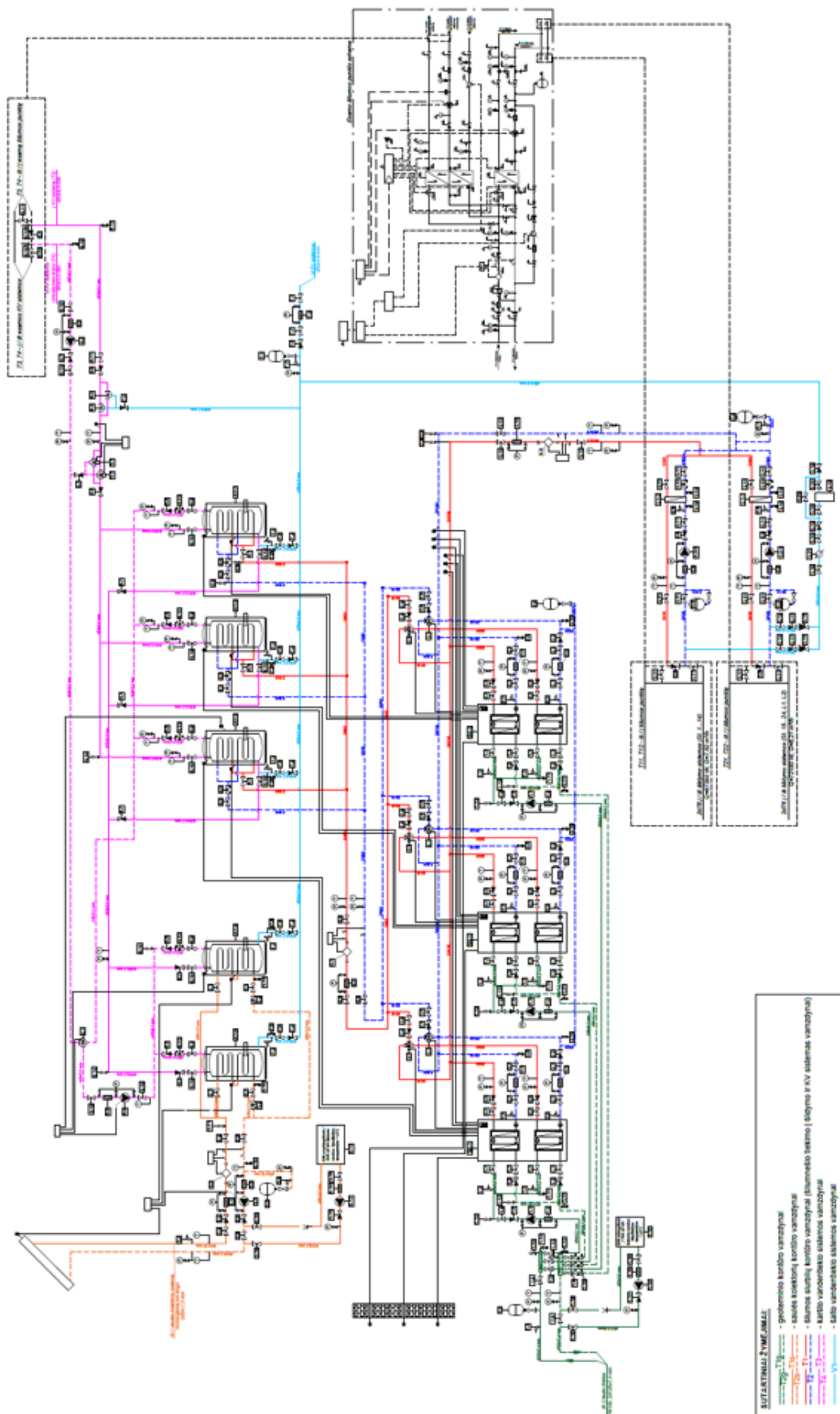
2 pav. Renovuoto namo šilumos punkto schema.



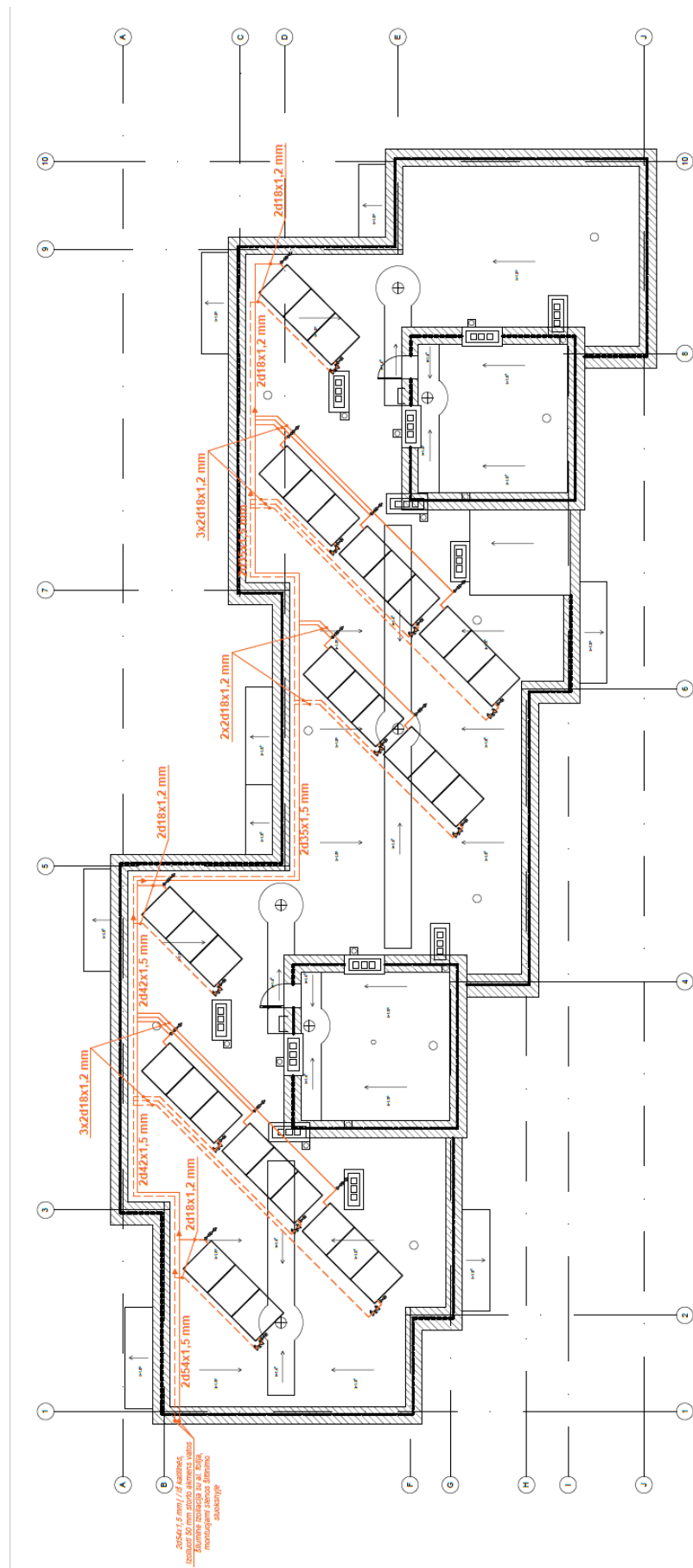
3 pav. Šilumos punkto schema po mažosios renovacijos.



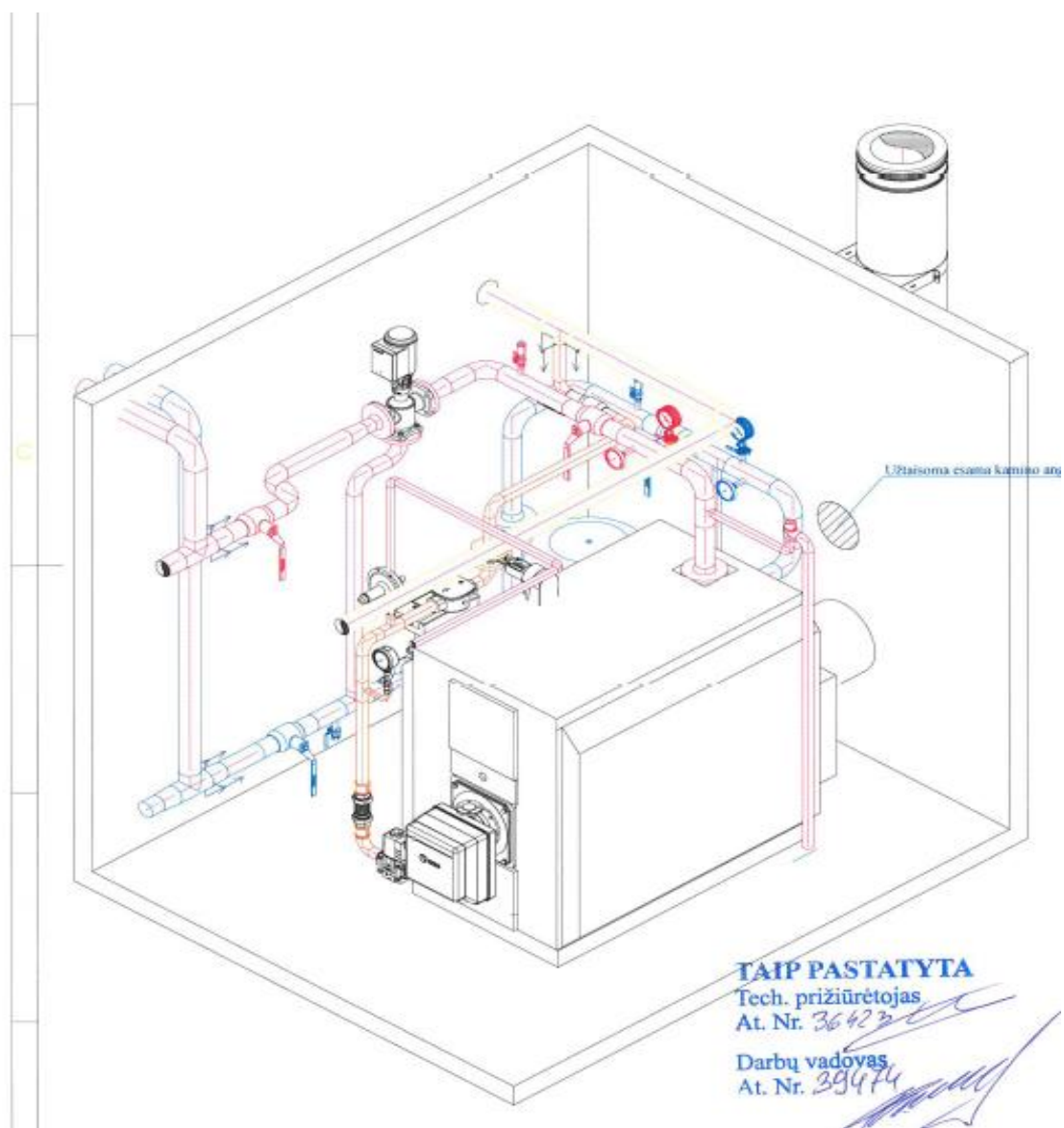
4 pav. Pastato su kombinuota šilumos aprūpinimo sistema šilumos punktas. KOMBO alternatyva.



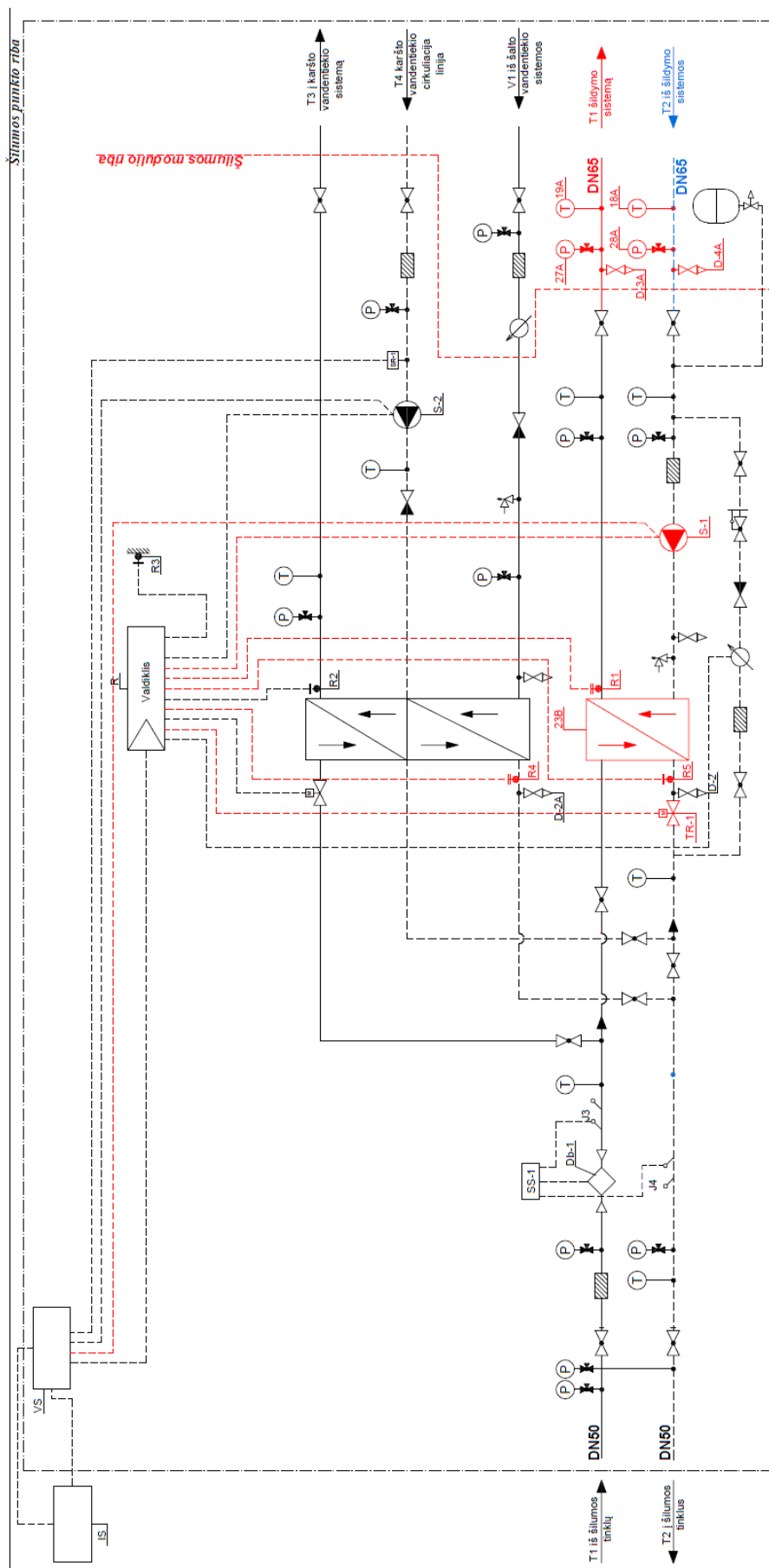
6 pav. Autonominio namo šilumos punkto schema. AUTO alternatyva.



7 pav. Stogo planas su saulės kolektorių sistema. AUTO alternatyva.



8 pav. Dujinės katilinės katilo pajungimo principinė schema. DUJOS alternatyva.



9 pav. Šilumos punkto principinė schema. SAULĖ alternatyva.

2 priedas. Alternatyvų sąmatos

1 lentelė. Investiciniai kaštai. RENO

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Preliminari kaina, iš viso. EUR
1.	Architektūrinė dalis:	
1.1.	Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą.	451060,93
1.2.	Stogo šiltinimas, taip pat ir naujos dangos įrengimas.	61779,2
1.3.	Senų butų langų ir balkonų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus ir duris.	15886,8
1.4.	Rūsio langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus.	1971,2
1.5.	Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas, įskaitant susijusius apdailos darbus, įėjimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.	2567,6
1.6.	Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą.	61238,8
1.7.	Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemos pertvarkymas.	35356,48
1.8.	Liftų atnaujinimas.	60907,76
1.9.	Buitinių nuotekų sistemos keitimas.	13437,16
1.10.	Geriamojo vandens sistemos ir įrenginių pertvarkymas.	13121,06
1.11.	Lietaus nuotekų sistemos keitimas.	2817,36
2.	Energetinių poreikių dalis:	
2.1.	Šilumos punkto ir karšto vandens sistemos įrenginių keitimas.	14895
2.2.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (šildymo sistema).	14986,40
2.3.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (karšto vandens sistema).	6916,80
2.4.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (šildymo sistema).	45732,95
2.5.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (karšto vandens sistema).	42283,38
2.6.	Šildymo prietaisų keitimas.	81508,02
2.7.	Termostatinė ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose.	40094,56
2.8.	Individualios šilumos apskaitos įrengimas butuose ir kitose patalpos.	65945
2.9.	Elektros instaliacijos keitimas.	52040
2.10.	IŠ VISO	1084546,46

2 lentelė. Investiciniai kaštai. KOMBO

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Preliminari kaina, iš viso. EUR
1.	Architektūrinė dalis:	
1.1.	Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą.	451060,93
1.2.	Stogo šiltinimas, taip pat ir naujos dangos įrengimas.	61779,2
1.3.	Senų butų langų ir balkonų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus ir duris.	15886,8
1.4.	Rūsio langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus.	1971,2
1.5.	Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas, įskaitant susijusius apdailos darbus, įėjimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.	2567,6
1.6.	Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą.	61238,8
1.7.	Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemos pertvarkymas.	35356,48
1.8.	Liftų atnaujinimas.	60907,76
1.9.	Buitinių nuotekų sistemos keitimas.	13437,16
1.10.	Geriamojo vandens sistemos ir įrenginių pertvarkymas.	13121,06
1.11.	Lietaus nuotekų sistemos keitimas.	2817,36
2.	Energetinių poreikių dalis:	
2.1.	Šilumos punkto pertvarkymas.	14082,5

2.2.	Šildymo sistemos magistralinių vamzdynų keitimas ir izoliavimas, balansinių ventilių ant stovų įrengimas.	17582,7
2.3.	Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemų pertvarkymas, keitimas ar įrengimas.	101574,6
2.4.	Šildymo sistemos pertvarkymas (dvivamzdės sistemos įrengimas).	65519,1
2.5.	Šildymo prietaisų keitimas.	40119
2.6.	Termostatinų ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose.	22497,6
2.7.	Individualios šilumos apskaitos prietaisų įrengimas butuose ir kitose patalpose.	26436,4
2.8.	Karšto vandentiekio sistemos remontas.	66551,1
2.9.	Saulės kolektorių sistemos įrengimas.	58050
2.10.	Elektros instaliacijos keitimas.	23989,11
2.11.	IŠ VISO	1156546,46

3 lentelė. Investiciniai kaštai. AUTO

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Preliminari kaina, iš viso. EUR
1.	<i>Architektūrinė dalis:</i>	
1.1.	Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą.	451060,93
1.2.	Stogo šiltinimas, taip pat ir naujos dangos įrengimas.	61779,2
1.3.	Senų butų langų ir balkonų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus ir duris.	15886,8
1.4.	Rūsio langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus.	1971,2
1.5.	Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas, įskaitant susijusius apdailos darbus, jėgimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.	2567,6
1.6.	Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą.	61238,8
1.7.	Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemos pertvarkymas.	35356,48
1.8.	Liftų atnaujinimas.	60907,76
1.9.	Buitinių nuotekų sistemos keitimas.	13437,16
1.10.	Geriamojo vandens sistemos ir įrenginių pertvarkymas.	13121,06
1.11.	Lietaus nuotekų sistemos keitimas.	2817,36
2.	<i>Energetinių poreikių dalis:</i>	
2.1.	Termostatinų vožtuvų montavimas	18938,01
2.2.	Karšto vandens sistemos cirkuliacinių stovų įrengimas virtuvėje	4074,53
2.3.	Saulės kolektorių įrengimas	138673,08
2.4.	Geoterminio šildymo įrengimas	344418,03
2.5.	Elektros instaliacijos keitimas.	20295,6
2.6.	IŠ VISO	1246543,59

4 lentelė. Investiciniai kaštai. MAŽOJI

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Preliminari kaina, iš viso. EUR
1.	<i>Architektūrinė dalis:</i>	
1.1.	Paliekama esama situacija	0
2.	<i>Energetinių poreikių dalis:</i>	
2.1.	Šilumos punkto ir karšto vandens sistemos įrenginių keitimas.	14895
2.2.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (šildymo sistema).	14986,40
2.3.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (karšto vandens sistema).	6916,80
2.4.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (šildymo sistema).	45732,95
2.5.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (karšto vandens sistema).	42283,38
2.6.	Šildymo prietaisų keitimas.	81508,02
2.7.	Termostatinų ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose.	40094,56
2.8.	Individualios šilumos apskaitos įrengimas butuose ir kitose patalpos.	65945
2.9.	Elektros instaliacijos keitimas.	52040
2.10.	IŠ VISO	364402,11

5 lentelė. Investiciniai kaštai. DUJOS

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Preliminari kaina, iš viso. EUR
1.	Architektūrinė dalis:	
1.1.	Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą.	451060,93
1.2.	Stogo šiltinimas, taip pat ir naujos dangos įrengimas.	61779,2
1.3.	Senų butų langų ir balkonų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus ir duris.	15886,8
1.4.	Rūsio langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus.	1971,2
1.5.	Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas, įskaitant susijusius apdailos darbus, įėjimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.	2567,6
1.6.	Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą.	61238,8
1.7.	Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemos pertvarkymas.	35356,48
1.8.	Liftų atnaujinimas.	60907,76
1.9.	Buitinių nuotekų sistemos keitimas.	13437,16
1.10.	Geriamojo vandens sistemos ir įrenginių pertvarkymas.	13121,06
1.11.	Lietaus nuotekų sistemos keitimas.	2817,36
2.	Energetinių poreikių dalis:	
2.1.	Dujinių katilų įrengimas	245191,60
2.2.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (šildymo sistema).	7043,61
2.3.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (karšto vandens sistema).	3250,90
2.4.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (šildymo sistema).	68494,49
2.5.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (karšto vandens sistema).	19873,19
2.6.	Šildymo prietaisų keitimas.	38308,77
2.7.	Termostatinių ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose.	18844,44
2.8.	Elektros instaliacijos keitimas.	19392,25
2.9.	IŠ VISO	1140543,59

6 lentelė. Investiciniai kaštai. SAULĖ

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Preliminari kaina, iš viso. EUR
1.	Architektūrinė dalis:	
1.1.	Fasado sienų (taip pat ir cokolio) šiltinimas, įskaitant sienų (cokolio) konstrukcijos defektų pašalinimą ir nuogrindos sutvarkymą.	451060,93
1.2.	Stogo šiltinimas, taip pat ir naujos dangos įrengimas.	61779,2
1.3.	Senų butų langų ir balkonų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus ir duris.	15886,8
1.4.	Rūsio langų keitimas į mažesnio šilumos pralaidumo langus.	1971,2
1.5.	Laiptinių lauko durų ir tambūro durų keitimas, įskaitant susijusius apdailos darbus, įėjimo laiptų remontą ir pritaikymą neįgaliųjų poreikiams.	2567,6
1.6.	Balkonų ar lodžijų įstiklinimas, įskaitant esamos balkonų ar lodžijų konstrukcijos sustiprinimą ir (ar) naujos įstiklinimo konstrukcijos įrengimą pagal vieną projektą.	61238,8
1.7.	Ventiliacijos ir rekuperacijos sistemos pertvarkymas.	35356,48
1.8.	Liftų atnaujinimas.	60907,76
1.9.	Buitinių nuotekų sistemos keitimas.	13437,16
1.10.	Geriamojo vandens sistemos ir įrenginių pertvarkymas.	13121,06
1.11.	Lietaus nuotekų sistemos keitimas.	2817,36
2.	Energetinių poreikių dalis:	
2.1.	Šilumos punkto ir karšto vandens sistemos įrenginių keitimas.	14895
2.2.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (šildymo sistema).	14986,40
2.3.	Balansinių ventilių ant stovo įrengimas (karšto vandens sistema).	6916,80
2.4.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (šildymo sistema).	45732,95
2.5.	Šiluminės izoliacijos gerinimas ir vamzdynų keitimas (karšto vandens sistema).	42283,38
2.6.	Šildymo prietaisų keitimas.	81508,02
2.7.	Termostatinių ventilių įrengimas butuose ir kitose patalpose.	40094,56

2.8.	Individualios šilumos apskaitos įrengimas butuose ir kitose patalpos.	65945
2.9.	Elektros instaliacijos keitimas.	52040
2.10.	15 kW Saulės elektrinės įrengimas.	16605
2.11.	IŠ VISO	1101151,41