

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS

Sonata Šleivienė

**ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PRITAIKYMO
GYVENAMUOSIUOSE PASTATUOSE EMPIRINIS TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Doc. dr. Saulius Sušinskas

PANEVĖŽYS, 2016

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS
TECHNOLOGIJŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
(parašas) Doc. dr. Arūnas Tautkus
(data)

ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PRITAIKYMO
GYVENAMUOSIUOSE PASTATUOSE EMPIRINIS TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

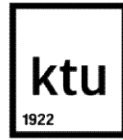
Statyba (kodas 621J80001)

Vadovas
(parašas) Doc. dr. Saulius Sušinskas
(data)

Recenzentas
(parašas) Dr. Loreta Kelpšienė
(data)

Projektą atliko
(parašas) Sonata Šleivienė
(data)

PANEVĖŽYS, 2016



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETAS

(Fakultetas)

SONATA ŠLEIVIENĖ

(Studento vardas, pavardė)

Statyba (kodas 621J80001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymo gyvenamuosiuose pastatuose
empirinis tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 ____ m. _____ d.
Panevėžys

Patvirtinu, kad mano **Sonatos Šleivienės** baigiamasis projektas tema „**Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymo gyvenamuosiuose pastatuose empirinis tyrimas**“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

TVIRTINU:
KTU Panevėžio technologijų ir verslo fakulteto
Technologijų katedros vedėjas
Arūnas Tautkus
201..... ..

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui: *Sonatai Šleivienei* Grupė *PMS-4*

1. Darbo tema:

Lietuvių kalba: *Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymo gyvenamuosiuose pastatuose empirinis tyrimas*

Anglų kalba: *An empirical study into applications of renewable energy resources in residential buildings*

Patvirtinta 2015 m. spalio mėn. 21 d. dekanu potvarkiu Nr. *ST17-F-13-41*

2. Darbo tikslas:

Išanalizuoti ir palyginti energijos poreikį ir kainą atliekant empirinį tyrimą daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, Panevėžio mieste, prieš pastato modernizavimą ir po jo.

3. Reikalavimai

ir sąlygos:

Darbas turi būti atliktas laikantis metodinių reikalavimų. Turi būti atskleistas temos aktualumas, rasti keliami darbo tikslai.

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

Tiriamajame dalyje pateikiama informacija, kokią įtaką padarė atsinaujinantys energijos ištekliai, kurie buvo pritaikyti daugiabučiame gyvenamajame name. Apžvalginė dalis susideda iš skyrių:

Atsinaujinantys energijos išteklių taikymo būdai:

- *Saulės šiluminė energija;*
- *Geoterminės šildymo sistemos;*
- *Biomosės energija;*
- *Vėjo energija.*

Daugiabutis gyvenamasis namas, kuriame įdiegtos atsinaujinančios energijos išteklių priemonės :

- *Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, Panevėžyje, apžvalga;*
 - *Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas daugiabučiame gyvenamajame name;*
- Tiriamajame dalyje analizuojama, kokią įtaką padarė atsinaujinantys energijos ištekliai, kurie buvo pritaikyti daugiabučiame gyvenamajame name. Tyrimo rezultatai pateikiami skyriuose:*

- *Daugiabučio gyvenamojo namo mokesčių už energiją rezultatai po renovacijos;*
- *Daugiabučio gyvenamojo namo mokesčių už energiją rezultatai prieš renovaciją;*
- *Daugiabučio gyvenamojo namo gautų duomenų analizė.*

Išvados.

Darbo apimtis: 42 psl., 9 lentelės su duomenimis ir rezultatais, 16 paveikslėliai. Literatūros sąrašą sudaro 13 šaltinių.

5. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis.

6. Projekto pateikimo gynimui kvalifikacinėje komisijoje terminas

(data)

Užduotį gavau:

(studento vardas, pavardė, parašas)

(data)

Vadovas:

(pareigos, vardas, pavardė, parašas)

(data)

TURINYS

| | |
|---|----|
| ĮVADAS | 9 |
| 1. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ TAIKYMO BŪDAI..... | 10 |
| 1.1 Atsinaujinantys energijos ištekliai | 10 |
| 1.1.1 Saulės šiluminė energija | 10 |
| 1.1.2 Geoterminės šildymo sistemos | 11 |
| 1.1.3 Biomasės energija | 12 |
| 1.1.4 Vėjo enegija | 13 |
| 1.2 Efektyviausių atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas modernizuojant daugiabučius gyvenamuosius namus..... | 14 |
| 2.DAUGIABUTIS GYVENAMASIS NAMAS, KURIAME ĮDIEGTOS ATSINAUJINANČIOS ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PRIEMONĖS | 16 |
| 2.1 Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, Panevėžyje, apžvalga | 16 |
| 2.2 Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas daugiabučiame gyvenamajame name | 17 |
| 3. TYRIAMOJI DALIS | 25 |
| 3.1 Daugiabučio gyvenamojo namo mokesčių už energijos suvartojimą rezultatai po renovacijos | 26 |
| 3.2 Daugiabučio gyvenamojo namo mokesčių už energijos suvartojimą rezultatai prieš renovaciją | 27 |
| 3.3 Daugiabučio gyvenamojo namo gautų duomenų analizė..... | 29 |
| 4.IŠVADOS | 38 |
| LITERATŪRA | 39 |

PAVEIKSLĖLIŲ SARAŠAS

| | |
|--|----|
| 1.1 pav. Tipinė terminių saulės kolektorių jungimo schemų karšto vandens ruošimui..... | 11 |
| 1.2 pav. Principinė geoterminio šildymo veikimo schema..... | 12 |
| 1.3 pav. Vėjo jėgainių parkas | 14 |
| 1.4 pav. Energijos taupymo tikslas pagal Direktyvą 2006/32/EB..... | 14 |
| 2.1 pav. Daugiabutis gyvenamas namas prieš renovaciją..... | 16 |
| 2.2 pav. Daugiabutis gyvenamas namas po renovaciją..... | 17 |
| 2.3 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo sienos šiltinimo detalė..... | 19 |
| 2.4 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo denginio šiltinimo detalė | 20 |
| 2.5 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo cokolio šiltinimo detalė | 21 |
| 2.6 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo ant stogo pritvirtinti saulės kolektoriai | 23 |
| 2.7 pav. Akumuliacinės talpos..... | 23 |
| 2.8 pav. Nominalus daugiabučio gyvenamojo namo poreikis šildymui prieš renovaciją | 29 |
| 2.9 pav. Sumokamų mokesčių suvestinė kas mėnesį prieš ir po pastato renovacijos (60 m ² butui).. | 29 |
| 3.0 pav. Per metus sunaudotų dujų ir saulės kolektorių pagamintos energijos vienam 60 m ² butui.. | 30 |
| 3.1 pav. Saulės kolektorių pagamintos energijos priklausomybė nuo temperatūros..... | 31 |
| 3.2 pav. Saulės kolektorių pagamintos šilumos energijos poreikis | 32 |
| 3.3 pav. Kiekvieno buto per metus sumokėtų mokesčių suvestinė | 33 |
| 3.4 pav. Per metus sunaudotų dujų ir saulės kolektorių pagamintos energijos poreikis namui | 34 |
| 3.5 pav. Per metus už šilumos energiją butų savininkai sumokėjo mokesčių po renovacijos..... | 36 |
| 3.6 pav. Per metus suminę šilumos energiją butų savininkai sumokėjo prieš renovaciją | 36 |

LENTELIŲ SARAŠAS

| | |
|--|----|
| 1. lentelė. Biomasės technologijos naudojimas..... | 13 |
| 2. lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, išorės sienų šilumos laidumas..... | 18 |
| 3 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, denginio šilumos laidumas..... | 20 |
| 4 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, cokolio šilumos laidumo | 23 |
| 5 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, butų mokesčiai už šildymą po renovacijos (cirkuliacija, bendrųjų patalpų šildymas, karšto vandens ruošimas)..... | 27 |
| 6 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, butų mokesčiai už šildymą prieš renovacijos (cirkuliacija, bendrųjų patalpų šildymas, karšto vandens ruošimas)..... | 27 |
| 7 lentelė. Dujų ir energijos suvartojimas prieš ir po renovacijos | 32 |
| 8 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, mokesčiai už suminę šilumos energiją suvartotą per metus: nuo 2012 m. iki 2013 m. šildymo sezono pradžios..... | 33 |
| 9 lentelė. Pagaminta ir suvartota energija per metus nuo 2012 m. iki 2013 m. pabaigos..... | 35 |

Šleivienė, S. **Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymo gyvenamuosiuose pastatuose empirinis tyrimas**. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Saulius Sušinskas; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas, Technologijų katedra.

Kaunas, 2016. 42 p.

SANTRAUKA

Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas yra viena svarbiausių Lietuvos energetikos politikos strateginių nuostatų. Renovuojant daugiabučius gyvenamuosius namus atsinaujinantys energijos ištekliai turi užimti reikšmingesnę vietą ir galutiniai vartotojai turi gauti techninę ir finansinę paramą. Daugiabutis gyvenamasis namas Marijonų g. 31, Panevėžyje – pirmasis daugiabutis Lietuvoje, kuriame įgyvendintas atsinaujinančios energijos išteklių ir šildymo sistemos kompleksinis panaudojimas. Siekiant išaiškinti, kokią įtaką daugiabučiui gyvenamajam namui padarė atnaujinimas – modernizavimas, bei atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas jame, buvo atliktas empirinis tyrimas.

Darbo objektas

Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas daugiabučiame gyvenamajame name Marijonų g. 31, Panevėžyje.

Darbo tikslas

Išanalizuoti ir palyginti energijos poreikį ir kainą atliekant empirinį tyrimą daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, Panevėžio mieste, prieš pastato modernizavimą ir po jo.

Darbo uždaviniai

Pateikti gyvenamojo namo Marijonų g. 31, informaciją apie tai, kokie atsinaujinantys energijos ištekliai buvo panaudoti.

Palyginti sumokėtus mokesčius už šildymą prieš ir po pastato renovacijos, išanalizuoti, kiek suvartojama dujų ir kiek energijos pagamina saulės kolektoriai.

Parengti empirinio tyrimo rezultatus ir pateikti išvadas bei pasiūlymus, kaip panaudoti atsinaujinančius energijos išteklius.

Išvados

Renovacijos metu daugiabučiame name įdiegtos dvi šildymo sistemos leidžia sutaupyti apie 74 % sunaudotos energijos. Patalpų šildymui sunaudotų dujų prieš ir po renovacijos skirtumas yra 6300 m³, o suminis sunaudotos energijos skirtumas yra 273 kWh. Po pastato renovacijos šilumos poreikis sumažėjo iki 26 %, tai yra 90 kWh. Dėl saulės pagamintos energijos per metus sutaupyta lėšos 1268,00 Eur. Šio daugiabučio gyvenamojo namo renovacija gali būti vertingu pavyzdžiu kitiems Lietuvos daugiabučiams gyvenamiesiems namams, įgyvendinant renovacijos projektus bei pritaikant įvairius atsinaujinančius energijos išteklius.

Šleivienė, S. **An empirical study into applications of renewable energy resources in residential buildings.** Master's thesis / Supervisor doc. dr. Saulius Sušinskas; Kaunas university of technology, Panevėžys faculty of technologies and business, technology department.

Kaunas, 2016. 42 pages.

ABSTRACT

Use of renewable energy resources is one of the most important strategic provisions of Lithuanian energy policy. When renovating residential apartment buildings, renewable energy resources ought to be considered more meaningfully and the end users should get technical and financial support. The apartment building in Marijonų st. 31, Panevėžys – the first one in Lithuania where complex use of renewable energy resources in the heating system was implemented. With the intention of investigating what kind of effect on the residential apartment building the modernisation had, including the use of renewable energy resources, an empirical study was conducted.

Object of the study

Application of renewable energy resources in the residential apartment building situated in Marijonų st. 31, Panevėžys.

Aim of the study

Analyse and compare the demand and price of energy by conducting an empirical study on the residential apartment building in Marijonų st. 31, Panevėžys, before and after the modernisation.

Objectives of the study

Present the information on what kind of sources of renewable energy were in use in the residential apartment building situated in Marijonų st. 31.

Compare the heating costs before and after the renovation of the building, analyse the quantity of natural gas used and the amount of energy produced by solar collectors.

Prepare the results and conclusions of the empirical study as well as proposals how to better utilise renewable energy resources.

Findings

Two heating system installed during the renovation allow to save around 74% of energy used. The difference in natural gas consumption before and after the renovation is 6300 m³, while the total difference in energy consumed is 273 kWh. After the renovation of the building, the demand of heat energy is reduced by up to 26 %, which is 90 kWh. The annual cost savings due to solar energy production are 1268,00 Eur. The renovation of this apartment building can be a valuable example to other residential apartment buildings in Lithuania, when implementing renovation projects including the use of renewable energy resources.

IVADAS

Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas yra viena svarbiausių Lietuvos energetikos politikos strateginių nuostatų. Iki šiol pagrindiniais atsinaujinančiais energijos ištekliais buvo laikomi tradiciškai energetinėms reikmėms naudojami ištekliai – malkos, miško apdirbimo atliekos (žievė, šakos, pjuvenos, pjuvenų briketai ir kt.) ir vandens energija. Per pastaruosius penkerius metus padidėjo vėjo jėgainių pagamintos elektros energijos, saulės, biokuro energijos poreikis.

Minėtos aplinkybės verčia atkreipti dėmesį į atsinaujinančius energijos išteklius ir jų potencialą. Elektros suvartojimą gyvenamuosiuose pastatuose galima sumažinti įvairiomis priemonėmis, tačiau reikia pasirinkti tinkamiausią metodą ir būdą. Pirminė atsinaujinanti energija atsiranda veikiant saulei, procesams žemėje bei gravitacinei jėgai: saulės spindulinė energija panaudojama tiesiogiai gaminant elektrą bei šilumą. Saulės kolektoriai 1 m^2 per metus pagamina 645 kWh, o 1 m^3 vandens pašildyti nuo 10 iki 55 °C temperatūros reikalingas apie 51 kWh šilumos kiekis. Taigi vidutiniškai 1 m^2 kolektoriaus efektyvaus paviršiaus ploto pagamins apie 10 m^3 karšto vandens per metus. Biomasės, kuri priklauso nuo medienos rūšies, drėgnumo ir tankio, šilumingumas gali siekti $18,73 \text{ MJ kg}^{-1}$. Vėjo jėgainių pagaminta energija prieš 10 metų sudarė tik 1 %, tačiau dabar pasaulyje pagaminamos vėjo energijos kiekis išaugo keturis kartus. Apskaičiuota, kad 1 – 3 % – žemę pasiekiančios saulės energijos virsta vėjo energija. Tai 50 – 100 kartų daugiau už energijos kiekį, dėl fotosintezės pereinantį į biomasės energiją. Modernios technologijos suteikia naujas galimybes iki šiol naudojamų kitų atsinaujinančių energijos išteklių plėtrai.

Taigi, pagal galimybes renovuojant daugiabučius gyvenamuosius namus atsinaujinantys energijos ištekliai turi užimti reikšmingesnę vietą ir galutiniai vartotojai turi gauti techninę ir finansinę paramą, svarbu kvalifikuotas įgyvendinimas, priežiūra ir skaidri bei lengvai prieinama informacija apie rezultatus.

Darbo tikslas

Išanalizuoti ir palyginti energijos poreikį ir kainą atliekant empirinį tyrimą daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, Panevėžio mieste, prieš pastato modernizavimą ir po jo.

Darbo uždaviniai

Apžvelgti gyvenamojo namo Marijonų g. 31, Panevėžyje dabartinę būklę prieš renovaciją ir pateikti informaciją apie tai, kokie atsinaujinantys energijos ištekliai buvo panaudoti. Palyginti sumokėtus mokesčius už šildymą prieš ir po pastato renovacijos, išanalizuoti, kiek suvartojama dujų ir kiek energijos pagamina saulės kolektoriai. Parengti empirinio tyrimo rezultatus ir pateikti išvadas, kaip panaudoti atsinaujinančius energijos išteklius.

1. ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ TAIKYMO BŪDAI

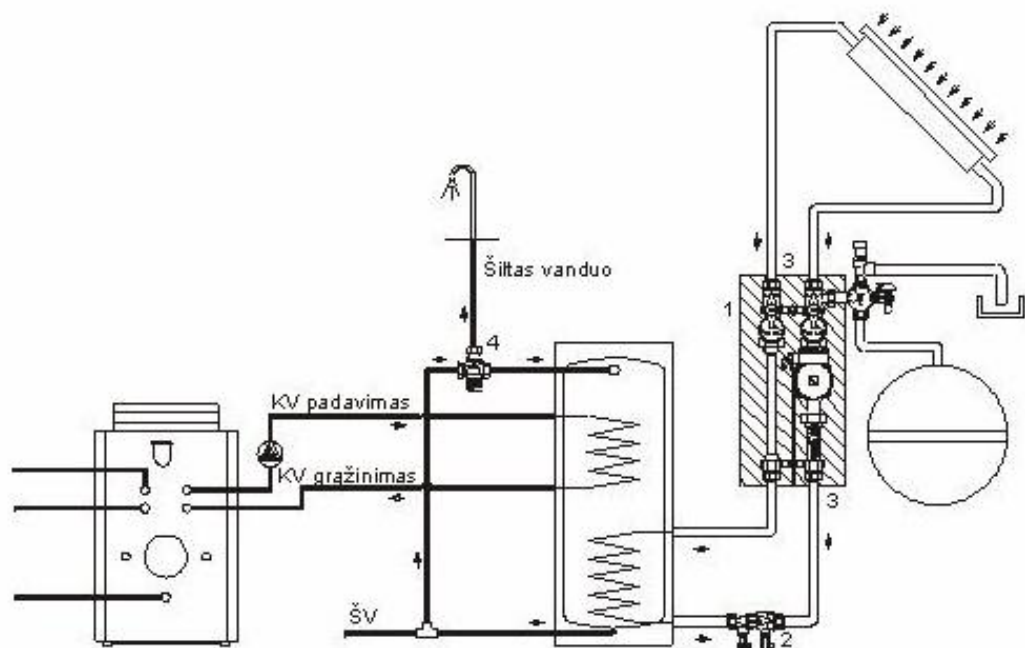
1.1 Atsinaujinantys energijos ištekliai

Atsinaujinantis energijos šaltinis apibrėžiamas kaip energijos šaltinis, kuris yra natūralių žemės ciklų dalis. Bet kurio atsinaujinančiojo energijos šaltinio potencialu galima vadinti tokį energijos kiekį, kurį iš to šaltinio būtų galima gauti per vienerius metus. Verta atkreipti dėmesį į tai, kad potencialai yra trys: teorinis, techniškai įmanomas ir tam tikram laikotarpiui finansiškai pagrįstas. Atsinaujinantys energijos šaltiniai, jų išgavimas ir racionalus bei efektyvus jų panaudojimas yra svarbiausia ir aktualiausia tema visame pasaulyje. Ieškoma vis naujų būdų, kaip išgauti kuo daugiau elektros energijos iš atsinaujinančių energijos šaltinių, nes pastaraisiais metais jų poreikis ypač padidėjo. Vienas ypač svarbių vertinimo kriterijų – ekologiškumas, kai gali būti padaryta negrįžtama žala gamtai ir žmonėms.

1.1.1 Saulės šiluminė energija

Saulė išskiria labai didelį kiekį energijos. Apie 30 % saulės spindulių atspindima prieš jiems pasiekiant žemę. Saulės spinduliavimą modifikuoja atmosfera, kuri išsklaido šviesą ir tuo pačiu sumažina tam tikrų bangų ilgį. Šis sumažinimas priklauso nuo daugelių dalykų: nuo metų laikų, buvimo vietos ir vietinių aplinkybių. Taigi tai yra vienas iš racionaliausių būdų saulės energiją panaudoti vandens šildymui [1]. Vienas iš greičiausių ir racionaliausių būdų sumažinti kasdieninius vartotojo kaštus Lietuvos klimato sąlygomis yra saulės energijos panaudojimas gyvenamuosiuose pastatuose. Šiam tikslui įgyvendinti pasitelkiami saulės kolektoriai. Jų veikimo principas paremtas sistemoje esančio skysčio (šilumnešio), kuris yra sušildomas saulės energijos. Taip šiluma pernešama į vandens šildytuvus – gyvatukus arba šilumokaičius. Saulės kolektoriai gali būti įrengiami ant pastato stogo, sienos ar kitoje vietoje. Svarbi yra jų orientacija pasaulio šalių atžvilgiu (geriausia į pietus), kolektoriaus plokštumos pasvirimo kampas ir kolektoriaus plotas (priklauso nuo gyventojų skaičiaus). Tyrimais nustatyta, kad per metus žemės paviršių Lietuvoje pasiekia apie 1000 kWh/m² saulės energijos [2]. Daugiau kaip 80 % šios energijos išspinduliuojama per 6 mėnesius (nuo balandžio mėn. pradžios iki rugsėjo mėn. pabaigos). Pagrindiniai saulės energijos sistemų komponentai:

- Saulės kolektoriai;
- Vamzdžiai nuo stogo į katilinę;
- Tūrinis karšto plėtimosi indas;
- Hidraulinis mazgas;
- Saulės energijos reguliatorius;
- Plėtimosi indas;
- Trieigis karšto vandens pamaišymo vožtuvas.



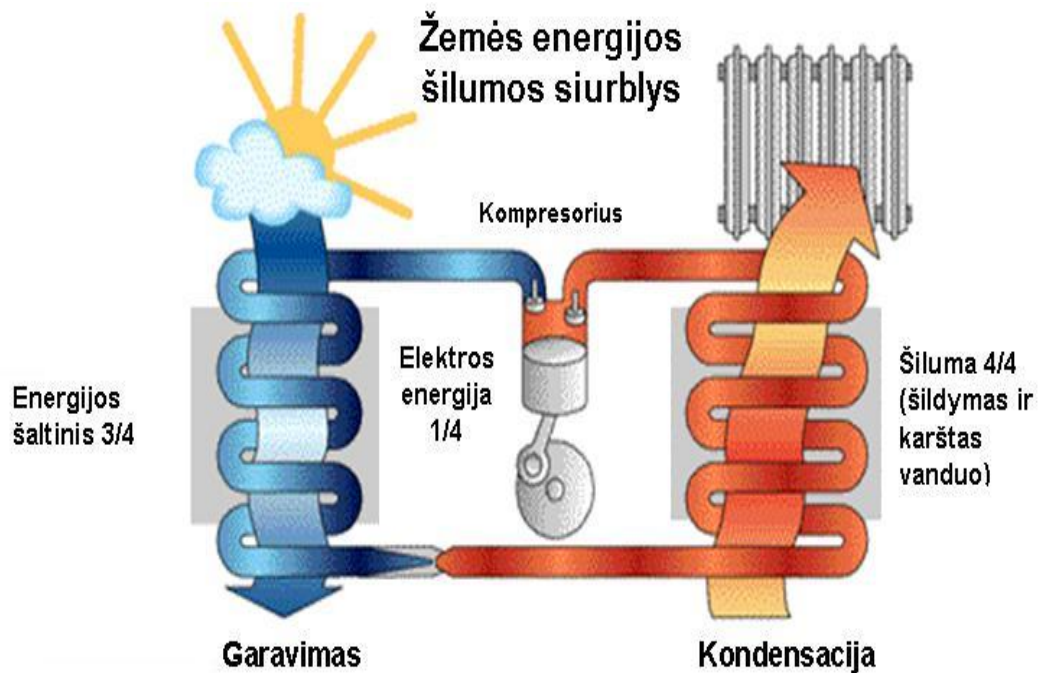
1.1 pav. Tipinė terminių saulės kolektorių jungimų schemų karšto vandens ruošimui [3].

1.1.2 Geoterminės šildymo sistemos

Geoterminė energija yra svarbi ir naudinga žemės gelmių savybė, kuri gali būti naudojama tiek elektrai, tiek ir šilumos energijai gaminti. Tai galima vadinti giliųjų žemės sluoksnių energija. Geoterminė energija gali būti naudojama dvejais būdais:

- tiesiogiai, kaip šiluminė energija;
- elektros energijai generuoti.

Geoterminės energijos privalumai palyginti su kitais atsinaujinančios energijos šaltiniais yra tai, kad ištekliai yra nuolatiniai, nepriklausomi nuo meteorologinių sąlygų, bei sezono ir jų išgavimo bei panaudojimo metu nėra kenkiama aplinkai. Taip pat eksploatacijai reikalingas gerokai mažesnis žemės plotas. Kad energija galėtų būti perduodama iš vienos aplinkos į kitą, reikia temperatūrų skirtumo. Šilumos siurblyje garuojant freonui, sugeriamas labai didelis kiekis šilumos energijos. Freonas kompresoriumi stipriai ir staiga suspaudžiamas. Tokiu būdu greitai pakeliama temperatūra. Esant aukštai temperatūrai iš žemės sugertą didelį energijos kiekį kondensuoja ir atiduoda į patalpų šildymo ir karšto vandens ruošimo sistemą. Tai vienas iš ekonomiškiausių ir efektyviausių šiluminės energijos šaltinių. Dažniausiai naudojami šilumos siurbliai patalpoms šildyti ir vėsinti. Tai patikima, taupi ir ekologiška šildymo sistema. Naudojant tokią sistemą, galima pasiekti labai aukštą efektyvumo koeficientą. Šalčiausiu žiemos periodu, siurbliai sunaudoja apie 1 kW elektros energijos, o energijos šildymui pagaminama 4 – 5 kW [4].



1.2 pav. Principinė geoterminio šildymo veikimo schemas [5].

Geoterminio šildymo sistemos:

- Gruntas – vanduo, kai sklypo teritorijoje klojami horizontalūs ar vertikalūs kolektoriai, kuriais cirkuliuoja gliukolio arba freono mišinys [5];
- Oras – vanduo, aušinamas oras, o šiluma gaunama kai perduodama per šilumokaitį skysčiui, kuris panaudojamas pastatui šildyti [5];
- Vanduo – vanduo, tai iš gręžinio imamas (siurbiamas) vanduo, iš kurio atimama energija. Vanduo išleidžiamas į vandens telkinį [5].

1.1.3 Biomasės energija

Biomasė – tai organinė medžiaga, kurioje fotosinteze sukauptas tam tikras energijos kiekis. Biomasė yra įvairių atsinaujinančių medžiagų visuma: miško medžiai, atliekos ir liekanos, augalai, gyvūnų mėšlas. Biomasės energijai gauti naudojamos atliekos, kurios per ilgą laiką suirtų. Taip sprendžiama atliekų šalinimo problema ir leidžia sumažinti atliekų naikinimo sąvartynuose kiekį. Tokiu principu gerinama aplinka, ir taip pat išgaunama energija [6].

1 lentelė. Biomasės technologijos naudojimas

| Biomasė | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|------------|----------------------|-------|
| Organinės atliekos | | | Energinis apdirbimas | |
| Miško | Technologinė produktų transformacija | Žemės ūkio | Vandens | Žemės |
| Daržovės | Maistas | Gyvūnai | | |

Atliekas perdirbant anaerobiniu būdu, pagerėja ir oro kokybė. Taip išgaunamos biodujos, kurios laikomos labai vertingu energijos šaltiniu. Lietuvoje per metus sukaupiama apie 1,3 mln. tonų ir deginant šias atliekas būtų galima pagaminti apie 30 % visos tiekiamos šilumos energijos. Taip būtų galima sumažinti iki 5 kartų visų šalies sąvartynų sukauptų atliekų. Europoje veikia nemažai atliekų perdirbimo bei deginimo gamyklų, kurios yra pritaikytos ekologiškai šilumai išgauti. Kai perdirbamas gyvulių mėšlas, žūsta ligų sukėlėjai, o likusias atliekas galima panaudoti žemės ūkyje. Taip pat žolynų ir krūmų auginimas yra labai alternatyvios priemonės energetikos panaudojimui. Kai kuriose šalyse šių žaliavų auginimas yra jau seniai išvystytas [6].

Pagal biomasės potencialą, tenkantį vienam gyventojui, Lietuva užima antrąją vietą Europoje. Šiuo metu veikia 11 biojėgainių. Taigi, palyginti su kitų atsinaujinančių energijos išteklių potencialu, biomasės ištekliai, dėl esamo masto bei stabilių savybių, yra vieni svarbiausių Lietuvoje. Taigi turime puikias sąlygas plėtoti biokuro elektrines [6].

1.1.4 Vėjo energija

Jau senovėje vėjas buvo naudojamas kaip priemonė atlikti įvairius ūkio darbus. Vėjo energija buvo naudojama grūdams malti, bei vandeniui pumpuoti. Šiuo metu vėjo energija naudojama elektros energijos gamybai. Vėjo jėgainės įrenginys verčia kinetinę vėjo energiją į elektros energiją. Kuo aukštesnė vėjo jėgainė, tuo vėjo greitis yra didesnis ir tuo pagaminama daugiau elektros energijos. Vėjo jėgainės dažniausiai jungiamos į vėjo jėgainių parkus, nes tuomet pagaminama didesnis elektros kiekis. Dažniausiai vėjo jėgainės statomos atvirose jūrose arba šalia jūros, kur pučia stiprūs vėjai. [7]. Vėjo jėgainių yra įvairių:

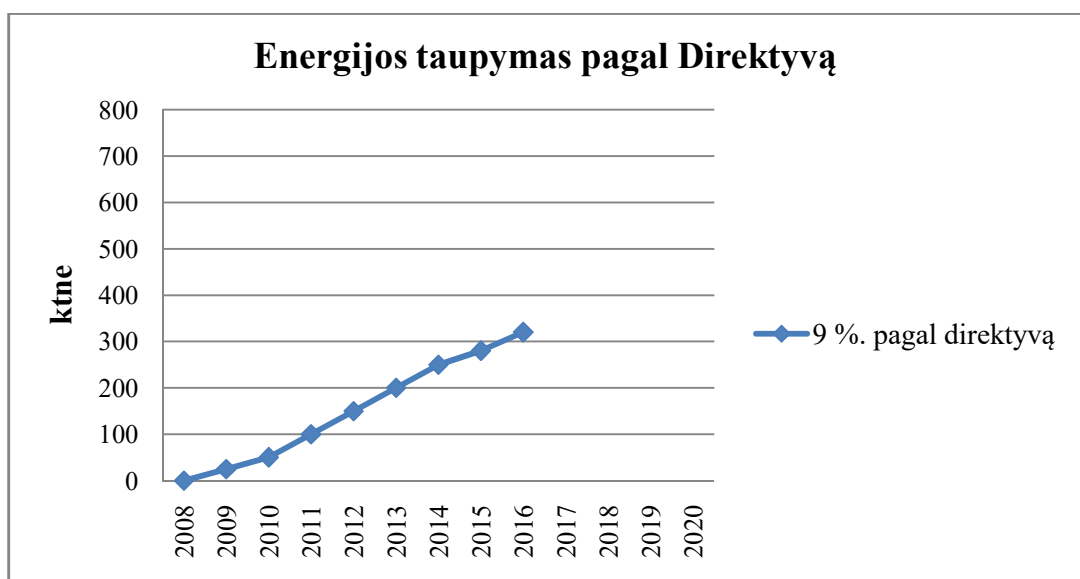
- pramoninės jėgainės. Jų galingumas viršija 250 kW [7];
- asmeninio naudojimo jėgainės. Jų galia siekia nuo 0,1kW iki 50 kW [7];
- vidutinės vėjo jėgainės, kurių galia gali siekti nuo 50kW iki 250kW [7].



1.3 pav. Vėjo jėginių parkas [8].

1.1 Efektyviausių atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas modernizuojant daugiabučius gyvenamuosius namus

Kiekvienais metais, tai yra nuo 2014 m. sausio 1d. iki 2020 m. gruodžio 31 d., turi būti pasiekama vis didesnio energijos sutaupymo. Šis sutaupymas turi siekti apie 1,5 % vidutinių metinių energijos pardavimų kiekio [9].



1.4 pav. Energijos taupymo tikslas pagal Direktyvą 2006/32/EB [10].

Taigi, modernizuojant daugiabučius gyvenamuosius namus, atsakingos institucijos turi skatinti, kad gyventojai naudotų atsinaujinančias energijos išteklių priemones ir jas plačiai pritaikyti modernizuojamuose daugiabučiuose. Labiausiai paplitusios ir didelį efektyvumą duodančios priemonės yra saulės energija ir geoterminis šildymas. Šias dvi atsinaujinančias energijos išteklių priemones, pagal Lietuvos statistikos departamento duomenis, labiausiai panaudoja modernizuojant daugiabučius gyvenamuosius namus ir naujai statomus individualius namus. Naudojant alternatyvią energiją, tokią, kaip geoterminis šildymas, galima šildyti ir vėsinti įvairaus dydžio pastatus. Šie pastatai turi turėti ir žemės sklypą šilumos šaltiniui įrengti. Jei daugiabutis gyvenamasis namas neturi pakankamo dydžio sklypo aplink pastatą, tada galima įrengti ir kitas priemones, tokias kaip oro ir vandens šilumos siurblius, kurie naudoja lauko oro energiją. Tokią sistemą pasirenkantys gyventojai bus nepriklausomi nuo šilumos ir gamtinių dujų tiekėjų, ir tokiu būdu galima žymiai sumažinti šildymo išlaidas. Šią sistemą naudojant yra ruošiamas karštas vanduo kartu su centriniu šildymu. Šildymo kaštai gali sumažėti iki 50 %.

Netradicinių technologijų taikymas renovuojant daugiabučius gyvenamuosius namus yra labai naudingas keliais aspektais. Vienas ir svarbiausias aspektas – tai šilumos kaina, taip pat komfortas ir, žinoma, pati namo išvaizda. Šios priemonės turi būti derinamos su kitomis namo apšiltinimo priemonėmis tokiomis kaip:

- pastato sienų šiltinimas (akmens vata arba putų polistirenu);
- pastato stogo arba denginio šiltinimas (akmens vata arba putų polistirenu);
- pastato pamatų ir cokolinės dalies šiltinimas (akmens vata arba putų polistirenu);
- pastato langų ir balkonų keitimas naujais;
- pastato lauko durų keitimas naujais;
- buto ir bendrų patalpų radiatorių keitimas;
- pastato išorės apdailos medžiagų parinkimas ir jų pritaikymas.

Specialistai pastebi, kad alternatyvios energijos panaudojimas dažnai pasiteisina tik įgyvendinus visas kompleksinio atsinaujinimo priemones. Energijos taupymas visame pastate didžia dalimi priklauso nuo sprendinių priėmimo projektuojant naują pastatą arba atnaujinat (modernizuojant) seną. Visos pritaikytos daugiabučio gyvenamojo namo modernizavimo priemonės turi būti kruopščiai išanalizuotos ir parinktos pagal pastato konstrukcijų būklę, pastato visuminius rodiklius, struktūrą ir kitus ypač svarbius dalykus. Tai atlikti ir paskaičiuoti turi specialistai, kurie vadovaudamiesi įstatymais, kitais teisės aktais, bei statybos techniniais reglamentais, parenka efektyviausias atsinaujinančių energijos išteklių priemones. Tik tokiomis priemonėmis galima pasiekti geriausio rezultato, atnaujinant (modernizuojant) daugiabučius gyvenamuosius pastatus.

2.DAUGIABUTIS GYVENAMASIS NAMAS, KURIAME ĮDIEGTOS ATSINAUJINANČIOS ENERGIJOS IŠTEKLIŲ PRIEMONĖS

2.1 Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g 31, Panevėžyje, apžvalga

Šis namas statytas 1958 metais, buvo avarinės būklės. Tai vienas pirmųjų daugiabučių Panevėžyje, statytas dar tuomet, kai mieste nebuvo įrengta centralizuotų šildymo trasų. Dalis namo pastatyta iš naujų medžiagų, o kita dalis iš statybinių likučių. Šiame pastate įrengta daug kaminų ir ventiliacinių kanalų, kurie nenaudoti pagal paskirtį. Visos šios angos buvo užsikišusios ir nebeatliko savo paskirties, tai yra pastato patalpų vėdinimo. Dabartinė namo šildymo sistema ir magistraliniai vamzdynai buvo pastato palėpėje, vamzdynų apšiltinimo medžiaga buvo susidėvėjusi ir netinkama. Esant tokios būklės pastatui, šilumos energija išeidavo per netinkamą vamzdynų izoliaciją. Taip pat pastato pastogė buvo šalta, o denginys apšiltintas keramzito sluoksniu, kuris visiškai neatitinka šiuolaikinių reikalavimų. Butuose šalčiausiu paros metu temperatūra siekdavo vos 13 – 15°. Kampiniuose butuose kaupdavosi drėgmė, kuri ypač padidėdavo rudens mėnesiais, kai centrinis šildymas dar nebūdavo įjungtas. Pastato išorė, stogas, langai ir durys buvos prastos būklė. Visa tai reikėjo įvertinti ir nuspręsti, kaip pagerinti viso pastato būklę (2.1 pav.). Namu išlaidos šildymui buvo labai didelės. Šio namo gyventojai už 1 m² buto šildymą mokėjo daugiau nei 2,35 Eur. 1 m² suminės energijos sąnaudos siekė iki 363kWh.



2.1 pav. Daugiabutis gyvenamas namas prieš renovaciją

Renovuoti esamą šildymo sistemą neapsimokėjo, dėl labai didelių statybos išlaidų, todėl buvo nuspręsta ieškoti naujų sprendimų ir idėjų, kaip pasiekti patį geriausią rezultatą renovuojant šį daugiabutį gyvenamąjį namą.

2.2 Atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas gyvenamajame name

Tai pirmasis daugiabutis gyvenamas namas Lietuvoje, kuriame įgyvendintas atsinaujinančios energijos išteklių ir šildymo sistemos kompleksinis panaudojimas. Po modernizavimo daugiabutis gyvenamas namas išoriškai labai pasikeitė ir tapo vienas gražiausių Panevėžio mieste. Atliekant modernizavimo darbus, namo fasado fragmentai buvo atkartojami, tokie koks namas buvo anksčiau. Esamo fasado sienos buvo apšiltintos termoizoliacija 150 milimetrų ir aptinkuotos struktūriniu tinku (2.2 lentelė). Taip pat pastato cokolinės dalis buvo apšiltinta termoizoliacija 120 milimetrų, o apdailai buvo naudojamos akmens masės plytelės. Pastato pastogė buvo remontuojama, o denginys buvo apšiltintas mineralinės vatos sluoksniu 200 milimetrų. Tokie gyvenamojo namo apšiltinimo sprendiniai lėmė didelę reikšmę įgyvendinant kompleksinį pastato projektą.

Daugiabučio gyvenamojo namo gyventojai laukė naujų sprendimų ir galimybės kontroliuoti buto išlaidas. Pagal parengtą projektą numatyta:

- atsijungti nuo centralizuoto šilumos tiekimo tinklų;
- įrengti dujinę katilinę su kondensaciniais vandens ruošimo katilais;
- įrengti plokščiuosius terminius saulės kolektorius ant pastato stogo;
- pakeisti šildymo sistemos vamzdynus naujais;
- pakeisti vandentiekio ir nuotekų vamzdynus naujais;
- apšiltinti viso namo sienas.

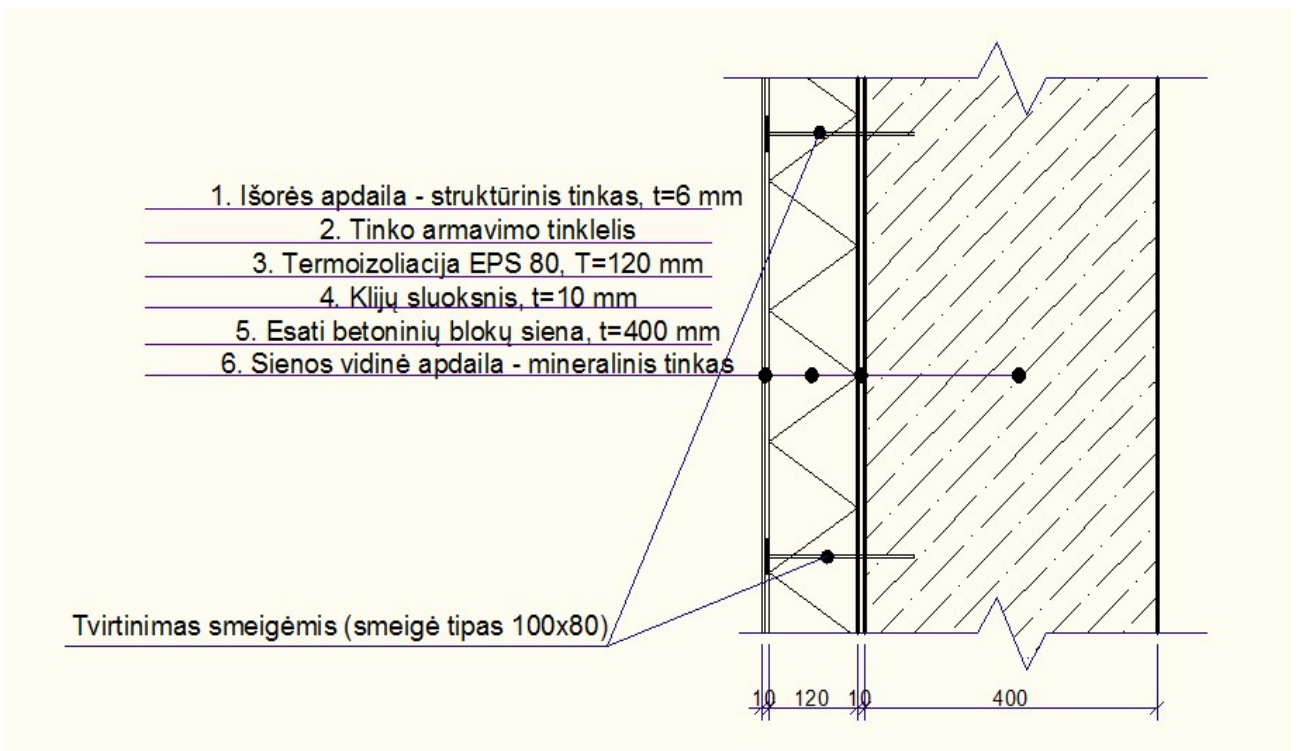


2.2 pav. Daugiabutis gyvenamas namas po renovaciją

Projektavimo metu, buvo atlikti išorinių sienų, denginio, pamatų ir cokolinės dalies šilumos laidumo koeficientų skaičiavimai. Lentelėje pateikiami skaičiavimo duomenys (2 lentelė).

2 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, išorės sienų šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

| Fasadinių sienų šilumos laidumo koeficientas | | | | |
|---|----------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Konstrukcijos sluoksniai | Sluoksnio storis, mm | λ_{dec} , W/(m·K) | λ_{ds} , W/(m·K) | R, m ² ·K/W |
| R _{si} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža | | | | 0,13 |
| Esamos sienos konstrukcijos šiluminė varža | | | | 0,787 |
| R _{se} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža | | | | 0,04 |
| Fasadinis tinkas | 3 | - | 1,000 | 0,003 |
| Šilumos perdavimo koeficiento U reikalavimai pagal STR 2.05.01:2013, 3 lentelė. | | | 0,2 | κ |
| Temperatūrinė pataisa κ. | | | | 1,000 |
| Šilumos perdavimo koeficiento U ribinė reikšmė, W/(m ² ·K) | | | | 0,200 |
| Minimali termoizoliacijos šiluminė varža R _{min} , reikalinga užtikrinti ribinius šilumos perdavimo koeficiento reikalavimus | | | | 4,040 |
| Sienas šiltinant polistireninio putplasčio plokštėmis, įrengiant tinkuojamą fasadą | | | | |
| Termoizoliacija - polistireninis putplastis (EPS 80), σ _m ≥ 70 kPa | 150 | 0,032 | 0,034 | 4,412 |
| Projektinis šilumos perdavimo koeficientas, U _{ds} , W/(m ² ·K) | | | | 0,186 |



2.2 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo sienos šiltinimo detalė

Atliekant skaičiavimus, buvo įvertintos esamų konstrukcijų šiluminės varžos, taip pat vidinio paviršiaus šiluminė varža, bei sienos išorinio paviršiaus šiluminė varža. Šilumos perdavimo koeficiento reikšmės parinktos ir paskaičiuotos pagal Statybos techninio reglamento reikalavimus. Išorinės sienos suminė šiluminė varža apskaičiuojama pagal formulę [11]. :

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n + (R_g + R_q) \quad (1)$$

čia: R_g – nevedinamo oro tarpo šiluminė varža ($m^2 \cdot K/W$). Jei nevedinamo oro tarpo storis nežinomas, skaičiavimuose turi būti naudojama 10 mm oro tarpo šiluminė varža;

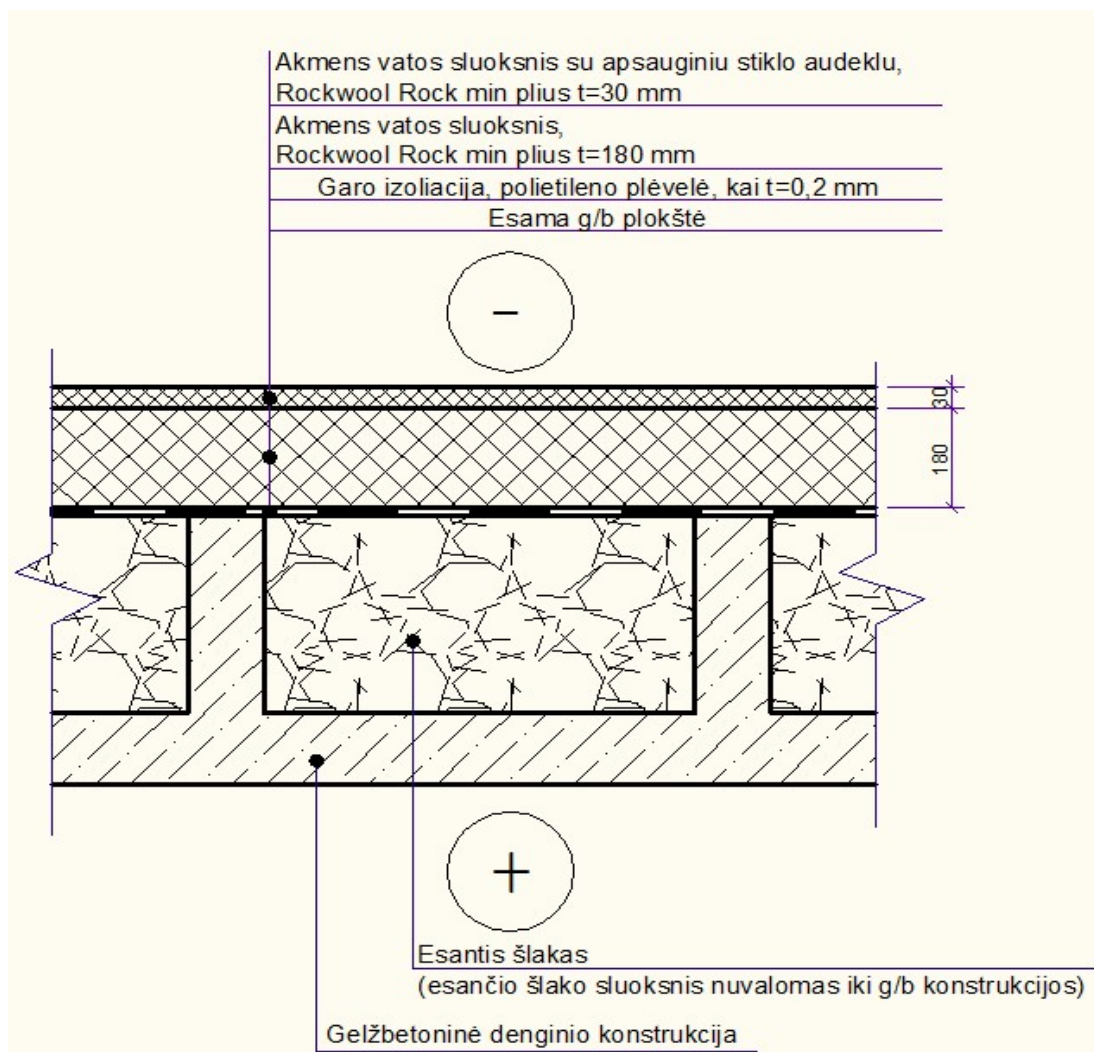
R_q – plono sluoksnio (plėvelės) šiluminė varža ($m^2 \cdot K/W$). [11].

$R_{1,2}, \dots, R_n$ – atskirų sluoksnių šiluminės varžos $m^2 \cdot K/W$ apskaičiuojamos pagal formulę:

$$R = \frac{d}{\lambda_{ds}} \quad (2)$$

čia: d - sluoksnio storis (m);

čia λ_{ds} – sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas, $W/(m \cdot K)$. Paženklintiems atitikties „CE“ ženklu statybos produktams projektinė šilumos laidumo koeficiento vertė gali būti apskaičiuota pagal reikalavimus [11].



2.4 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo denginio šiltinimo detalė

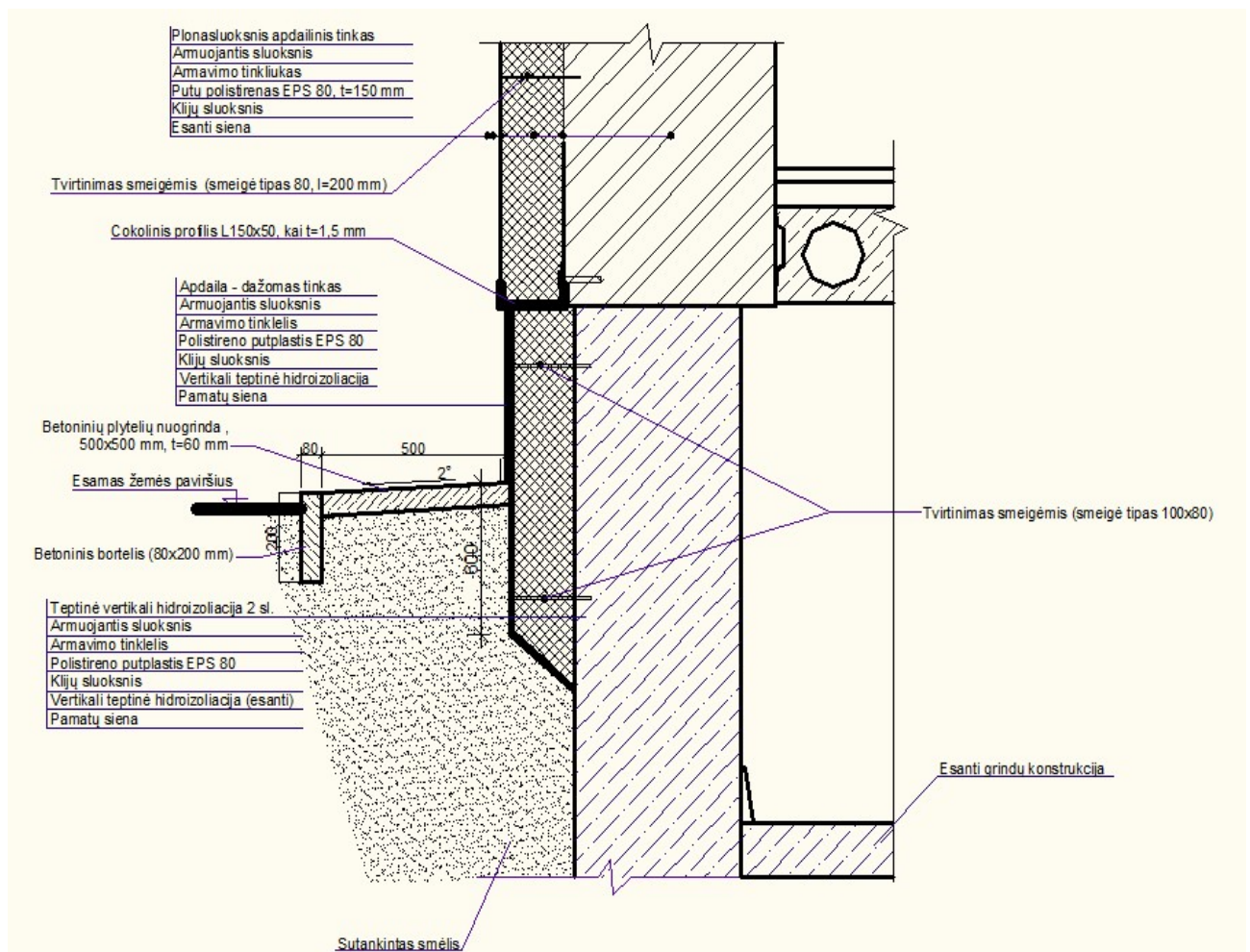
3 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, denginio šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

| Denginio šilumos laidumo koeficientas | | | | |
|---|----------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Konstrukcijos sluoksniai | Sluoksnio storis, mm | λ_{dec} , W/(m·K) | λ_{ds} , W/(m·K) | R , m ² ·K/W |
| R_{si} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža | | | | 0,100 |
| Esamos stogo konstrukcijos šiluminė varža | | | | 1,176 |
| R_{se} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža | | | | 0,040 |
| 2sl. prilydomos ruloninės dangos | 7 | - | 0,290 | 0,024 |
| Šilumos perdavimo koeficiento U reikšmė | | | 0,16 ·κ | |
| Temperatūrinė pataisa κ. (κ =1,00) | | | | 1,000 |
| Šilumos perdavimo koeficiento U ribinė reikšmė, W/(m ² ·K) | | | | 0,160 |

3 lentelės tęsinys

| | | | | |
|--|-----|-------|-------|-------|
| Minimali termoizoliacijos šiluminė varža R_{min} , reikalinga užtikrinti ribinius šilumos perdavimo koeficiento reikalavimus | | | | 4,909 |
| Deginio šiltinant 2 sluoksnių šilumos izoliacija su mineraline vata | | | | |
| Viršutinis termoizoliacinis sluoksnis - mineralinė vata $\sigma_m \geq 60 \text{kPa}$ | 180 | 0,038 | 0,041 | 4,390 |
| Viršutinis termoizoliacinis sluoksnis - mineralinė vata (Paroc ROB 60), $\sigma_m \geq 60 \text{kPa}$ | 30 | 0,038 | 0,041 | 0,732 |
| Projektinis šilumos perdavimo koeficientas, U_{ds} , $W/(m^2 \cdot K)$ | | | | 0,155 |

Daugiabučio gyvenamojo namo deginys buvo apšiltintas mineraline vata, kuri gerai laiko šilumą, ilgaamžė, bei patikima šiltinimo medžiaga. Deginys buvo šiltinamas dviem mineralinės vatos sluoksniais. Šių šiltinimo medžiagų šilumos laidumo koeficientas yra $0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.



2.3 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo cokolio šiltinimo detalė

4 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, cokolio šilumos perdavimo koeficiento skaičiavimas

| Cokolio šilumos laidumo koeficientas | | | | |
|---|----------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| Konstrukcijos sluoksniai | Sluoksnio storis, mm | λ_{dec} , W/(m·K) | λ_{ds} , W/(m·K) | R, m ² ·K/W |
| R _{si} - atitvaros vidinio paviršiaus šiluminė varža | | | | 0,13 |
| Esamos stogo konstrukcijos šiluminė varža | | | | 0,787 |
| R _{se} - atitvaros išorinio paviršiaus šiluminė varža | | | | 0,040 |
| Fasadinis tinkas | 10 | - | 1,00 | 0,01 |
| Šilumos perdavimo koeficiento U reikšmė | | | 0,25 | ·κ |
| Temperatūrinė pataisa κ. (κ =1,00) | | | | 1,000 |
| Šilumos perdavimo koeficiento U ribinė reikšmė, W/(m ² ·K) | | | | 0,25 |
| Minimali termoizoliacijos šiluminė varža R _{min} , reikalinga užtikrinti ribinius šilumos perdavimo koeficiento reikalavimus | | | | 3,033 |
| Cokolį šiltinant polistireninio putplasčio plokštėmis | | | | |
| Termoizoliacinis sluoksnis – polistireninis putplastis (EPS 80) $\sigma_m \geq 100 \text{kPa}$ | 120 | 0,035 | 0,037 | 3,243 |
| Projektinis šilumos perdavimo koeficientas, U _{ds} , W/(m ² ·K) | | | | 0,237 |

Šilumos perdavimo koeficiento reikšmės apskaičiuotos įvertinus visas namo konstrukcijas, bei remiantis statybos techniniai reglamentais. Apšiltinus pastato išorines sienas, denginį, cokolinę dalį ir pastato pamatų konstrukcijas, gyvenamojo namo šilumos rodikliai pasikeitė. Nežiūrint į tai, kad pagerėjo viso namo rodikliai, daugiabučio gyvenamojo namo gyventojai nusprendė, kad reikalinga papildomas šilumos generavimo šaltinis. Nuspręsta, kad reikalinga įrengti ant pastato stogo saulės kolektorius (2.6 pav.). Pietinė pastato stogo dalis buvo nuklota saulės kolektorių įrenginiais, kurių paskirtis buvo kolektorių kontūrais šilumą perduoti į akumuliacines talpas. Šiose talpose sušildytas vanduo ilgai išlieka šiltas, nes talpos izoliuotos šiltinimo medžiaga. Jose šiltas vanduo išlieka iki 2 – 3 parų, ir gyventojai gali naudotis šiltu vandeniu, nenaudojant papildomo šilumos šaltinio jam sušildyti.



2.6 pav. Daugiabučio gyvenamojo namo ant stogo pritvirtinti saulės kolektoriai [12]

Karšto vandens ruošimui saulės kolektorių kontūras, užpildytas glikolio – vandens mišiniu ir per stotelėje įrengtą šilumokaitį šildo techninį vandenį, kuris kaupiamas akumuliacinėse talpose (2.7 pav.).



2.7 pav. Akumuliacinės talpos [12].

Specialistai įvertino, kad saulės energiją galima panaudoti ypač efektyviai, nes namo stogas yra šlaitinis ir jo viena pusė nukreipta į pietus. Šie modernūs plokštieji saulės kolektoriai sumontuoti ir įdiegti su pažangiausia gamybos technologija. Patikimas hidraulinis ir konstrukcinis sprendimas leido pasiekti labai didelį kolektoriaus efektyvumą. Paskaičiuota, kad saulės kolektoriai pagamins apie 70 % energijos, kuri reikalinga karštam vandeniui ruošti. Vanduo šildomas plokšteline šilumokaityje, kuriame prateka šviežias vanduo. Taip buvo užtikrintas šildymo

efektyvumas ir pasiektos aukštos higienos normos. Tokiu būdu išspręsta karšto vandens ruošimo problema ir taip išvengta didelių gyvatuko mokesčių. Kiekvieno namo gyventojų bute įrengti šildymo mazgai, kuriuos kiekvienas gyventojas gali reguliuoti pagal norimą kambario temperatūrą. Taip pat įvestas naujas dujotiekio įvadas, renovuota šalto vandentiekio sistema, šilumos punktas su nuotoliniu duomenų nuskaitymu. Butuose šiluma tiekama naujos konstrukcijos plieniniais radiatoriais, kur šiluma perduodama daug efektyviau ir taupiau. Juose šilumos srautas paskirstomas nuosekliai, o šiluma labiau prasikirsto po kambario erdvę.

3.TIRIAMOJI DALIS

Siekiant išaiškinti, kokią įtaką daugiabučiui gyvenamajam namui padarė atnaujinimas – modernizavimas, bei atsinaujinančių energijos išteklių pritaikymas jame, buvo atliktas empirinis tyrimas. Iš gautos informacijos, kuria pateikė namo pirmininkė, bei AB „Panevėžio butų ūkis“, sudarytos lentelės bei diagramos, kuriose matyti viso namo mokesčių sistema prieš ir po modernizavimo, pritaikant atsinaujinančias energijos priemones. Pateikiamas palyginimas prieš ir po pastato modernizavimo, kokią įtaką pastatui padarė sumontuoti saulės kolektoriai. Išanalizavus rezultatus, sudarytos diagramos, kuriose pateikiami gyventojų mokesčiai už šildymą ir sunaudotos energijos kiekis po renovacijos. Palyginus diagramas ir lenteles matomi energijos suvartojimo ir mokesčių sumokamų už energiją pokyčiai.

3.1 Daugiabučio gyvenamojo namo mokesčių už energijos suvartojimą rezultatai po renovacijos

5 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, butų mokesčiai už šildymą po renovacijos (cirkuliacija, bendrųjų patalpų šildymas, karšto vandens ruošimas)

| Buto Nr. | Buto plotas m ² | Spalis | Lapkritis | Gruodis | Sausis | Vasaris | Kovas | Balandis | Gegužė | Birželis | Liepa | Rugpjūtis | Rugsėjis | Spalis | IŠ VISO; Eur. |
|----------|----------------------------|--------|-----------|---------|--------|---------|-------|----------|--------|----------|-------|-----------|----------|--------|---------------|
| 1 | 58,45 | 12,66 | 38,91 | 65,31 | 55,59 | 51,22 | 43,94 | 23,73 | 3,44 | 2,62 | 2,62 | 1,64 | 4,17 | 1,80 | 312,36 |
| 2 | 43,40 | 5,87 | 26,75 | 43,03 | 43,35 | 37,87 | 30,49 | 17,29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,66 | 205,35 |
| 3 | 56,88 | 12,63 | 45,79 | 55,57 | 56,86 | 52,21 | 43,78 | 21,05 | 13,56 | 7,29 | 3,24 | 2,03 | 6,50 | 4,76 | 339,76 |
| 4 | 53,07 | 9,99 | 46,40 | 66,93 | 64,58 | 59,85 | 50,96 | 28,41 | 6,44 | 4,12 | 4,26 | 2,83 | 7,90 | 5,04 | 364,51 |
| 5 | 43,16 | 6,90 | 24,97 | 37,97 | 38,17 | 36,00 | 28,83 | 14,96 | 3,19 | 2,23 | 2,30 | 1,48 | 4,37 | 1,92 | 206,60 |
| 6 | 56,55 | 7,71 | 37,83 | 54,61 | 54,70 | 49,75 | 43,22 | 25,11 | 3,32 | 1,97 | 2,38 | 1,47 | 3,98 | 1,81 | 292,33 |
| 7 | 57,23 | 3,37 | 11,98 | 18,17 | 18,30 | 16,78 | 13,73 | 7,61 | 1,99 | 1,19 | 1,08 | 0,72 | 2,45 | 1,17 | 100,34 |
| 8 | 43,37 | 8,50 | 31,89 | 47,23 | 46,22 | 42,64 | 33,02 | 18,79 | 5,65 | 2,21 | 2,23 | 1,89 | 5,01 | 1,65 | 251,08 |
| 9 | 56,54 | 13,62 | 43,61 | 60,92 | 60,76 | 55,13 | 45,74 | 26,48 | 4,08 | 2,50 | 3,38 | 2,166 | 5,89 | 3,73 | 335,10 |
| 10 | 58,61 | 14,98 | 49,87 | 66,20 | 62,31 | 61,92 | 50,39 | 36,52 | 6,66 | 3,18 | 3,48 | 2,69 | 11,19 | 5,70 | 379,44 |
| 11 | 62,62 | 12,95 | 39,92 | 60,80 | 60,97 | 55,75 | 45,76 | 25,19 | 4,21 | 2,02 | 2,41 | 1,45 | 4,03 | 1,63 | 321,94 |
| 12 | 42,96 | 9,20 | 23,82 | 39,57 | 39,62 | 39,98 | 34,41 | 17,67 | 2,499 | 1,50 | 1,67 | 1,06 | 2,72 | 1,13 | 218,36 |

5 lentelės tęsinys

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|--------|
| 13 | 57,61 | 10,23 | 36,45 | 57,29 | 57,58 | 50,42 | 44,34 | 22,32 | 7,20 | 4,19 | 3,53 | 1,88 | 6,92 | 3,34 | 317,76 |
| 14 | 54,95 | 7,44 | 33,71 | 56,54 | 52,22 | 51,27 | 43,20 | 22,91 | 5,22 | 2,52 | 2,96 | 2,39 | 10,40 | 3,77 | 294,91 |
| 15 | 43,36 | 8,94 | 32,03 | 45,17 | 43,79 | 36,98 | 28,23 | 16,34 | 2,91 | 1,95 | 2,38 | 1,51 | 5,84 | 1,42 | 230,83 |
| 16 | 55,18 | 10,40 | 40,17 | 60,47 | 59,45 | 53,00 | 46,77 | 27,51 | 3,78 | 2,87 | 3,88 | 1,98 | 5,19 | 2,89 | 322,83 |
| 17 | 42,59 | 6,80 | 27,85 | 40,60 | 37,36 | 35,70 | 28,96 | 16,96 | 5,15 | 2,78 | 3,04 | 2,18 | 6,31 | 2,07 | 220,40 |
| 18 | 58,41 | 11,41 | 38,61 | 59,63 | 58,60 | 54,44 | 44,60 | 22,88 | 2,92 | 1,77 | 5,15 | 1,32 | 3,48 | 1,52 | 307,28 |
| Viso: 5021,18 Eur. | | | | | | | | | | | | | | | |

3.2 Daugiabučio gyvenamojo namo mokesčių rezultatai prieš renovaciją

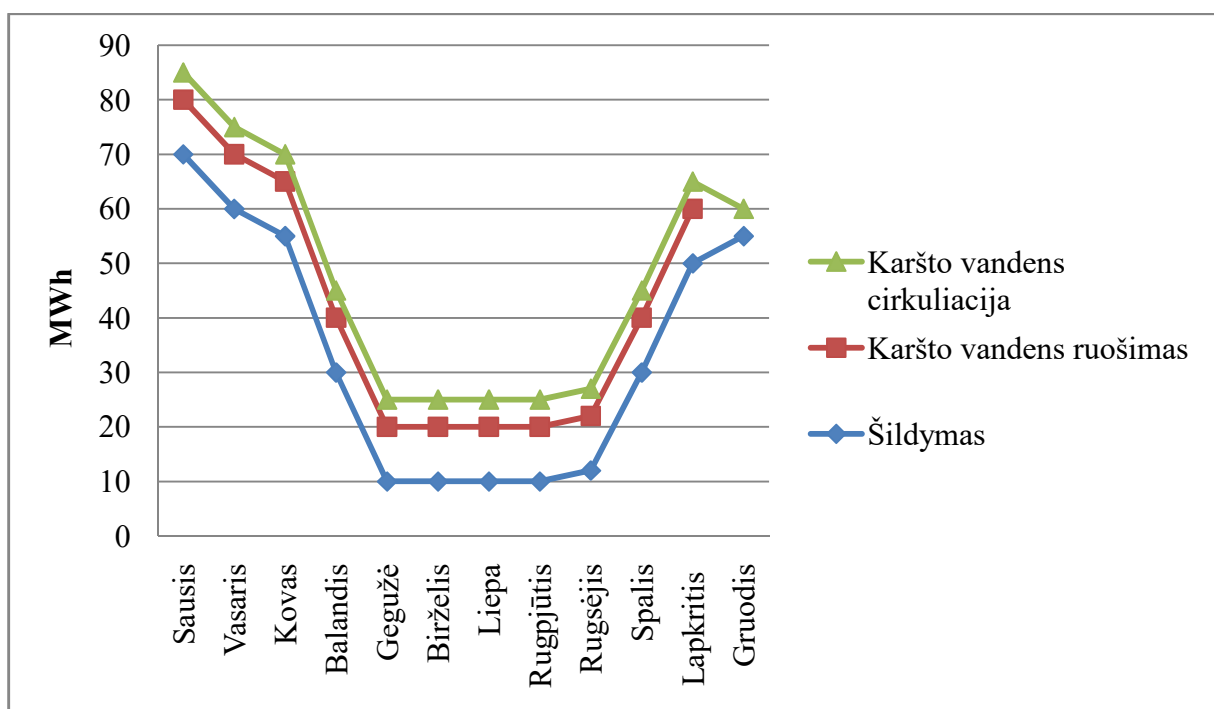
6 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, butų mokesčiai už šildymą prieš renovaciją (cirkuliacija, bendrųjų patalpų šildymas, karšto vandens ruošimas)

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| 1 | 58,45 | 20,66 | 68,90 | 110,33 | 90,30 | 89,25 | 88,15 | 42,60 | 8,64 | 7,62 | 7,62 | 3,64 | 8,17 | 10,80 | 565,18 |
| 2 | 43,40 | 18,90 | 55,25 | 86,06 | 78,35 | 82,30 | 60,50 | 37,12 | 6,64 | 6,62 | 6,62 | 2,64 | 7,17 | 8,80 | 464,47 |
| 3 | 56,88 | 20,20 | 68,10 | 109,25 | 85,32 | 80,20 | 81,12 | 40,10 | 7,54 | 7,30 | 7,30 | 3,30 | 7,40 | 9,50 | 533,93 |
| 4 | 53,07 | 19,10 | 65,47 | 99,50 | 83,25 | 78,45 | 79,99 | 39,20 | 6,10 | 6,12 | 6,26 | 3,66 | 7,05 | 8,04 | 508,75 |
| 5 | 43,16 | 16,90 | 54,97 | 87,97 | 48,17 | 75,32 | 68,83 | 35,95 | 5,19 | 4,23 | 4,30 | 2,88 | 6,39 | 6,0 | 419,10 |
| 6 | 56,55 | 20,10 | 68,00 | 109,25 | 85,22 | 80,20 | 81,02 | 40,00 | 7,54 | 7,30 | 7,30 | 3,30 | 7,40 | 9,50 | 533,33 |

6 lentelės tęsinys

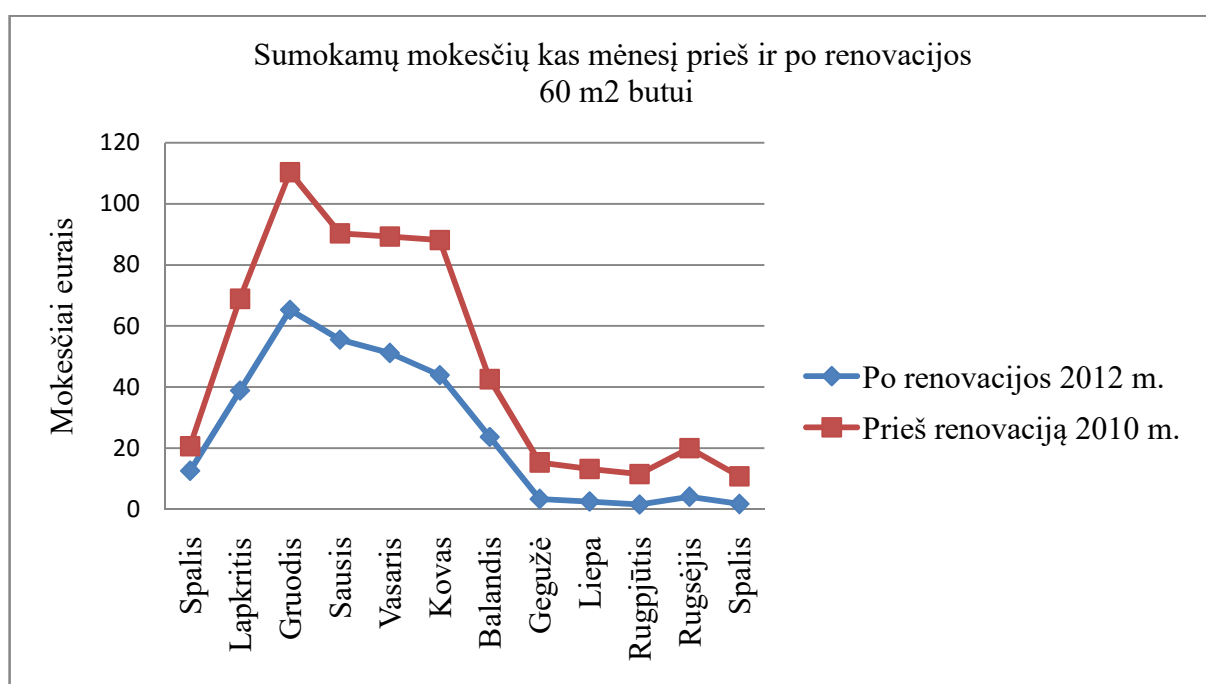
| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| 7 | 57,23 | 20,40 | 69,00 | 109,40 | 86,26 | 87,20 | 83,02 | 43,00 | 7,64 | 7,80 | 7,36 | 3,32 | 7,55 | 9,75 | 549,40 |
| 8 | 43,37 | 16,90 | 54,97 | 87,97 | 48,17 | 75,32 | 68,83 | 35,95 | 5,19 | 4,23 | 4,30 | 2,88 | 6,39 | 6,0 | 419,10 |
| 9 | 56,54 | 20,10 | 68,00 | 109,25 | 85,22 | 80,20 | 81,02 | 40,00 | 7,54 | 7,30 | 7,30 | 3,30 | 7,40 | 9,50 | 533,33 |
| 10 | 58,61 | 20,60 | 68,90 | 110,30 | 90,30 | 89,25 | 88,00 | 42,60 | 8,64 | 7,62 | 7,60 | 3,54 | 8,17 | 10,85 | 565,63 |
| 11 | 62,62 | 21,60 | 70,90 | 111,30 | 93,35 | 91,00 | 89,60 | 45,62 | 9,12 | 8,95 | 8,63 | 4,56 | 9,74 | 12,56 | 586,48 |
| 12 | 42,96 | 16,98 | 54,99 | 90,32 | 48,33 | 76,33 | 69,87 | 36,97 | 5,88 | 4,63 | 4,77 | 2,97 | 6,76 | 6,83 | 432,50 |
| 13 | 57,61 | 20,76 | 71,15 | 110,67 | 88,30 | 89,21 | 84,56 | 45,23 | 8,23 | 8,44 | 8,77 | 4,55 | 8,12 | 10,02 | 655,86 |
| 14 | 54,95 | 19,50 | 68,35 | 100,55 | 84,85 | 86,33 | 82,34 | 45,33 | 7,33 | 7,41 | 7,33 | 3,97 | 7,96 | 8,96 | 538,09 |
| 15 | 43,36 | 16,90 | 54,97 | 87,97 | 48,17 | 75,32 | 68,83 | 35,95 | 5,19 | 4,23 | 4,30 | 2,88 | 6,39 | 6,0 | 419,10 |
| 16 | 55,18 | 19,10 | 68,25 | 100,00 | 83,65 | 82,36 | 82,54 | 42,32 | 7,57 | 7,86 | 7,77 | 4,12 | 8,00 | 9,11 | 530,56 |
| 17 | 42,59 | 16,96 | 54,91 | 90,22 | 48,30 | 76,20 | 69,64 | 36,54 | 5,12 | 4,11 | 4,25 | 2,43 | 6,11 | 6,27 | 427,29 |
| 18 | 58,41 | 20,51 | 68,81 | 110,00 | 90,12 | 89,01 | 88,00 | 42,23 | 8,24 | 7,12 | 7,05 | 3,07 | 8,03 | 10,05 | 560,38 |
| Viso : 9242,48 Eur. | | | | | | | | | | | | | | | |

3.3 Daugiabučio gyvenamojo namo gautų duomenų analizė



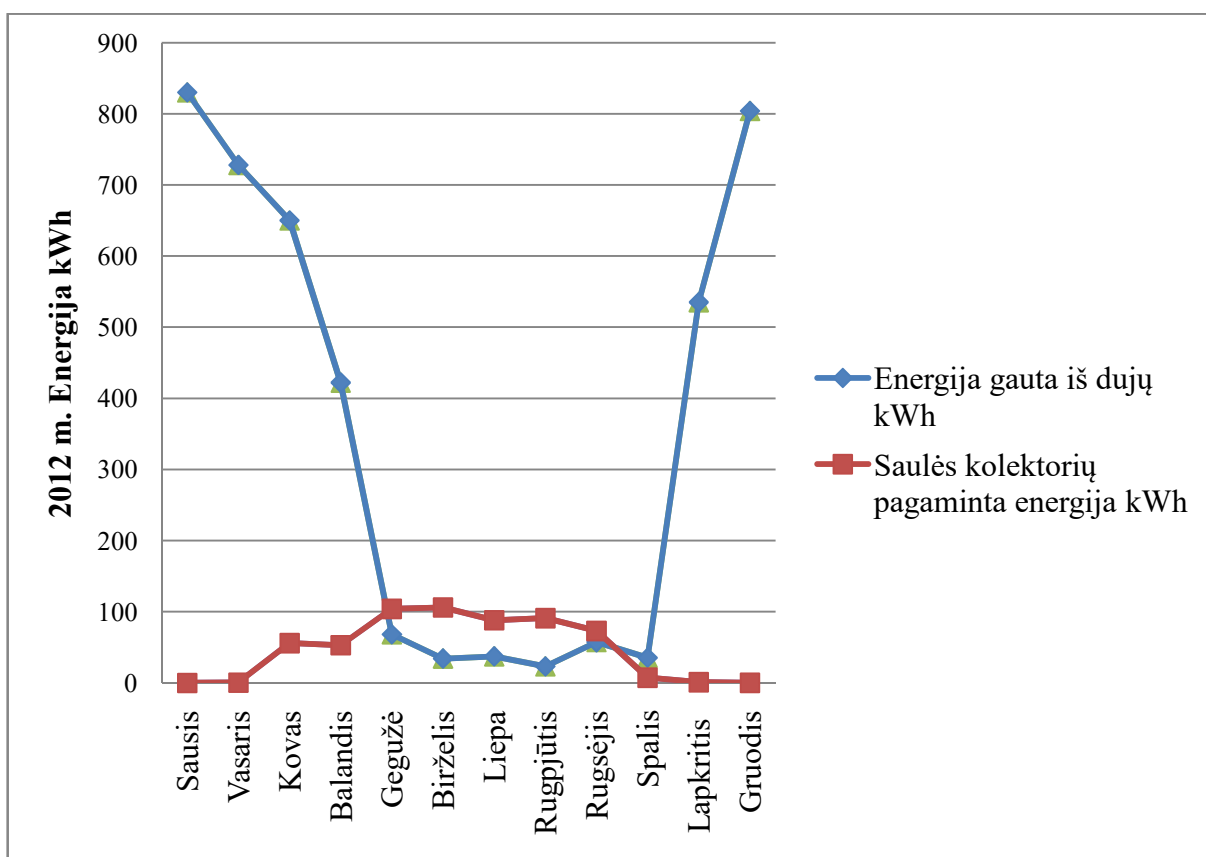
2.8 pav. Nominalus daugiabučio gyvenamojo namo poreikis šildymui prieš renovaciją

Rekonstravus daugiabutį gyvenamąjį namą ir atnaujinus šildymo sistemą, gyventojai iš karto pajuto energijos sąnaudų sumažėjimą. Iš grafiko matyti, kad vasaros mėnesiais energijos suvartojimas šildymui siekia tik 10 MWh.



2.9 pav. Sumokamų mokesčių suvestinė kas mėnesį prieš ir po renovacijos (60 m² butui)

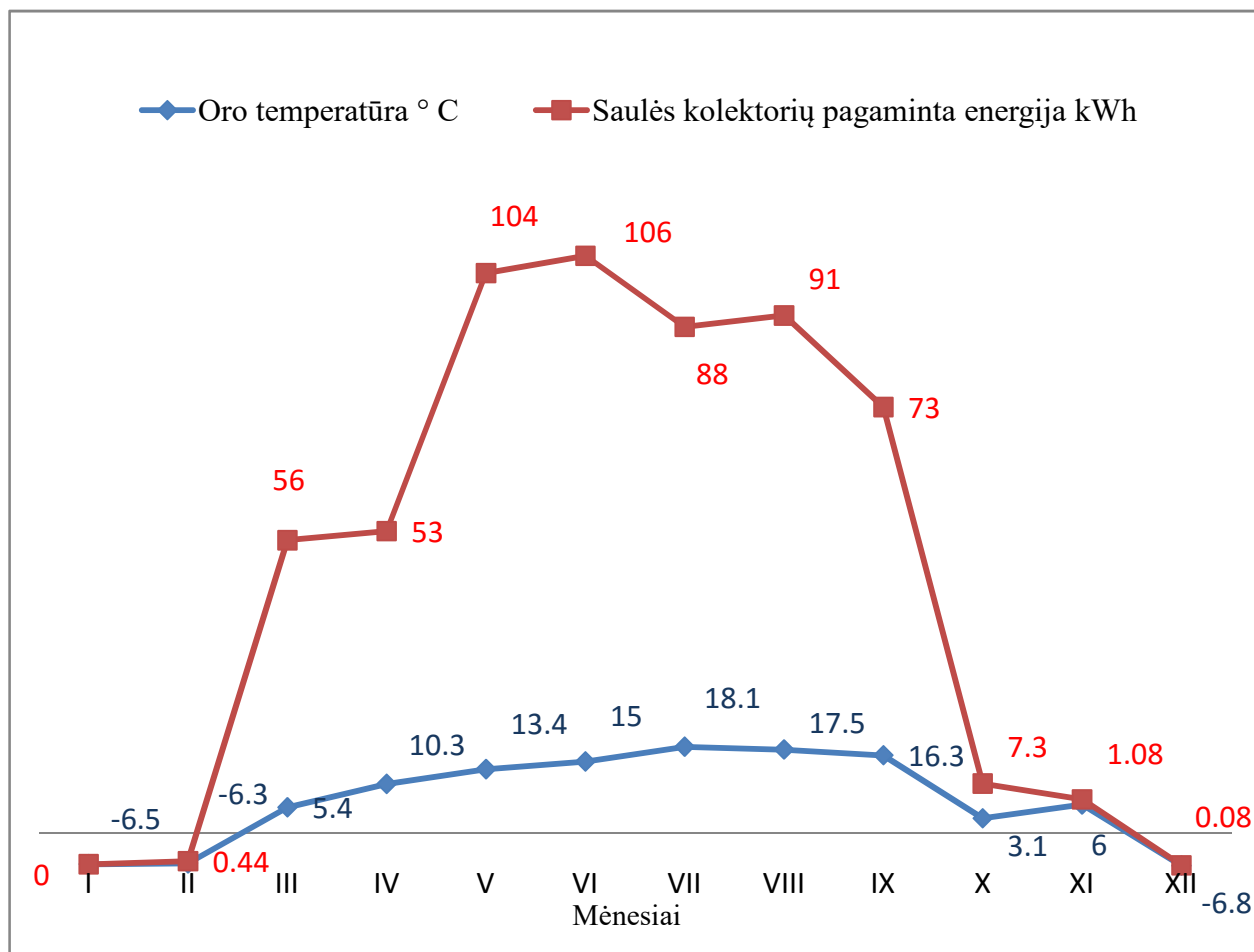
Iš grafiko matyti, kad esant šalčiausiems metų mėnesiams už buto šildymą įskaitant ir karšto vandens ruošimą, mokesčių skirtumas prieš ir po renovacijos yra labai didelis. Ypač skirtumas matyti gruodžio mėnesio suvestinėje. Prieš pastato renovaciją už gruodžio mėnesį vidutiniškai 60 m² butas per metus sumokėjo mokesčių už šildymą ir karšto vandens ruošimą apie 101,0 Eur. Vasaros mėnesiais, liepos, rugpjūčio ir rugsėjo, mokesčių kreivė skiriasi palyginti nedaug. Tokių mokesčių sumažėjimą lėmė saulės baterijų pagaminta energija. Didžiausias naujai sumontuotos šildymo sistemos privalumas yra tas, kad kiekvienas butas turi atskirą šilumos apskaitą ir gyventojai gali matyti sunaudojamos energijos kiekį. Vartotojai šilumą gauna ištisus metus, ir patys gali reguliuoti visų patalpų šildymo temperatūrą, taip pat karšto vandens paduodamą ir grįžtamą temperatūrą.



3.0 pav. Per metus sunaudotų dujų ir saulės kolektorių pagamintos energijos vienam 60 m² butui

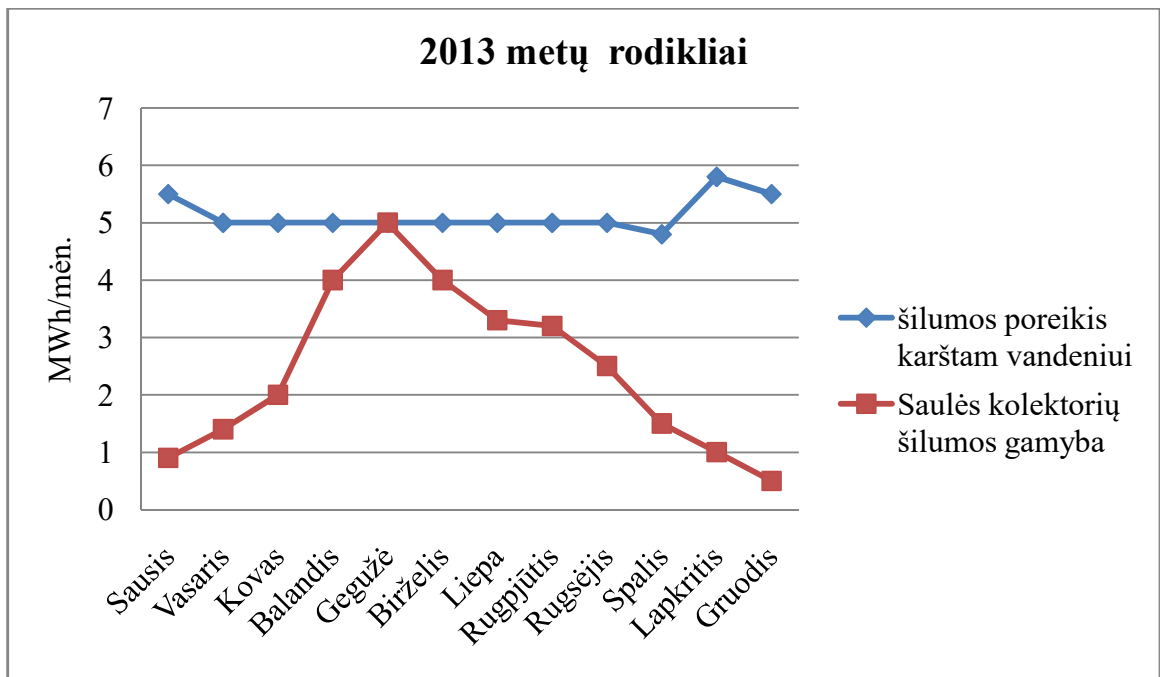
Iš šio grafiko galima daryti prielaidą, kad per metus vieno 60 m² buto šildymui sunaudota dujų daugiau nei energijos, kurią pagamino saulės kolektoriai. Tačiau gegužės, birželio, liepos ir rugpjūčio mėnesiais, dujų sunaudojimas buvo minimalus, o saulės kolektorių pagamintos energijos kiekis išaugo. Taigi akivaizdžiai matome, kad pats geriausias laikotarpis yra vasaros mėnesiai, kai saulė stipriai šildo ir kolektoriai gamina žymiai daugiau energijos. Todėl gyventojų mokesčiai yra visiškai maži. Pagrindinė kolektorių pagamintos energijos priežastis yra saulė. Kuo daugiau saulė

šildo, tuo energijos pagaminama daugiau. Saulės kolektorių pagamintos energijos priklausomybė nuo oro temperatūros pateikiama 3.1 pav.



3.1 pav. Saulės kolektorių pagamintos energijos priklausomybė nuo temperatūros

Saulės kolektoriams didelę įtaką turi oro temperatūra, tiesioginiai saulės spinduliai, debesuotumas ir kiti su oru susiję veiksniai. Iš šio grafiko matome, kad tik pasiekus teigiamą oro temperatūrą, saulės kolektoriai pradeda gaminti energiją. Pagamintas energijos kiekis didėja palaipsniui kylant oro temperatūrai. Didžiausias pagamintos energijos kiekis yra gegužės ir birželio mėnesiais, ir ji siekia vidutiniškai apie 105 kWh. Tai reiškia, kad tuo laikotarpiu daugiabutis gyvenamasis namas yra visiškai aprūpintas energija ir nereikalingas kitas energijos šaltinis karšto vandens šildymui. Karštam vandeniui pagaminti reikalingas energijos poreikis pateikiamas 3.2 lentelėje. Šioje lentelėje matome, kad papildomas šilumos poreikis karštam vandeniui reikalingas tik sausio, vasario, kovo, spalio, lapkričio ir gruodžio mėnesiais. Tais mėnesiais papildomą energiją gamina dujinis katilas.



3.2 pav. Saulės kolektorių pagamintos šilumos energijos poreikis

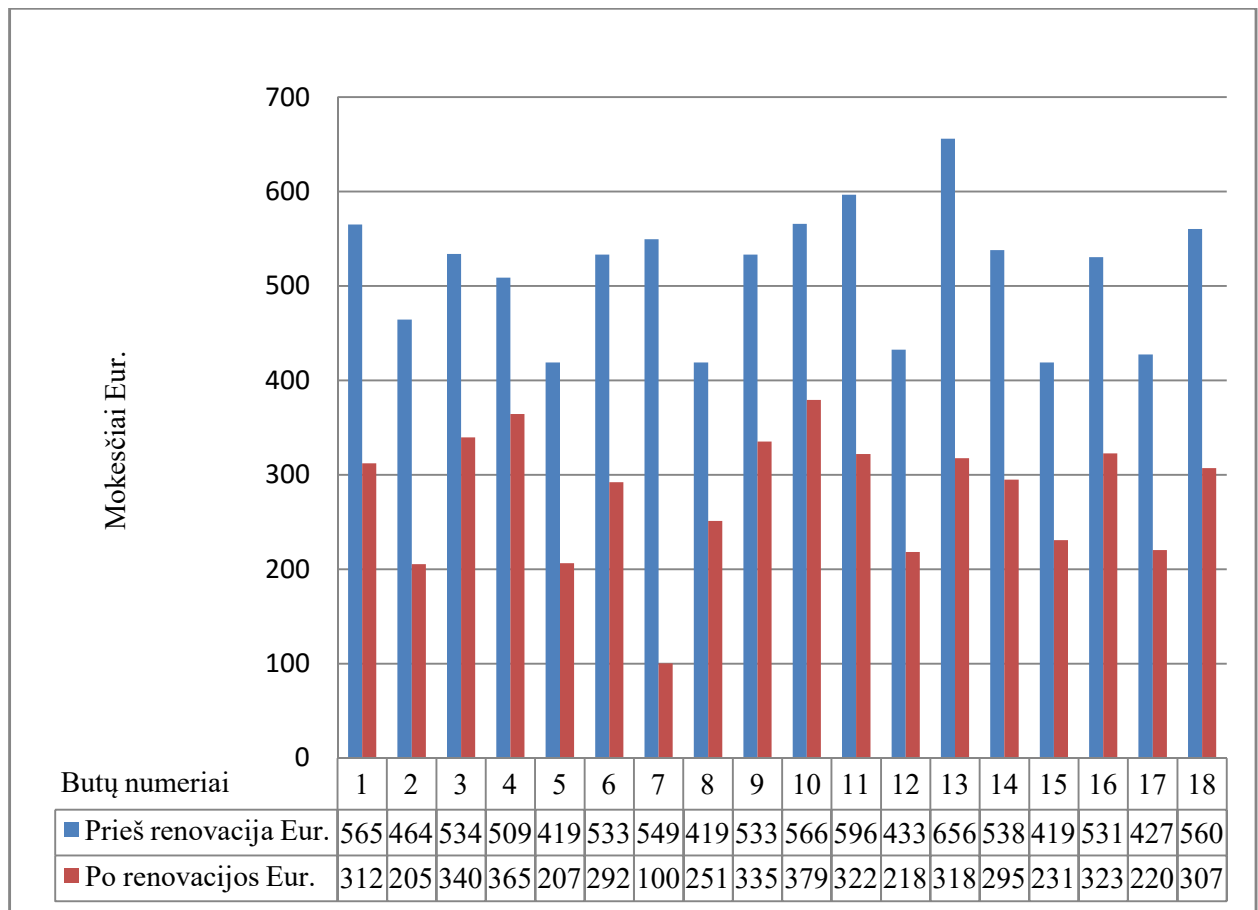
Prieš daugiabučio gyvenamojo namo renovaciją dujų sunaudojimas buvo žymiai didesnis nei po renovacijos. 7 lentelėje pateikiamas sunaudotų dujų prieš ir po pastato renovacijos skirtumas.

7 lentelė. Dujų ir energijos suvartojimas prieš ir po renovacijos

| | Sunaudotų dujų m ³ | Sunaudota energijos kWh. |
|------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Prieš renovaciją | 21000 | 363,00 |
| Po renovacijos | 8400 | 90,00 |

Daugiabučio gyvenamojo namo patalpų šildymui sunaudotų dujų prieš ir po renovacijos skirtumas yra 6300 m³, o suminis sunaudotos energijos skirtumas yra 273 kWh. Akivaizdžiai matome, kad atlikus daugiabučio gyvenamojo namo renovaciją, stipriai sumažėjo viso gyvenamojo namo sunaudotų dujų ir energijos poreikis. Energijos sutaupymas siekia iki 74 %. Atlikus skaičiavimus, paaiškėjo kainos už namo renovaciją:

1. Skaičiuojamoji statybos kaina vienam gyventojui – 8580,53Eur.
2. Skaičiuojamoji statybos kaina – 308899,00Eur.
3. Atsinaujinančių energijos išteklių kaina – 12000,00 Eur.



3.3 pav. Kiekvieno buto per metus sumokėtų mokesčių suvestinė

Per metus kiekvieno buto sumokėtų mokesčių suvestinėje (3.3 pav.) matyti, kad suma priklauso nuo buto dydžio, o taip pat ir nuo tai, kurioje pastato pusėje yra butas. Daugiausia mokesčių sumoka butai, kurie yra viršutiniame aukšte ir kampiniai butai. Šiame grafike aiškiai matome, kad daugiabučio gyvenamojo namo gyventojai po namo renovacijos mokesčių moka žymiai mažiau. Kiekviename bute ant radiatorių sumontuotos minimalios termostatų ribos, kad nebūtų piktnaudžiaujama šalia gyvenančių kaimynų šiluma. Tai leidžia suvienodinti visuose butuose šilumos temperatūrą, užtikrinama šildymo sistemos tvarka ir taip išvengiama didelių nesutarimų ir pykčių.

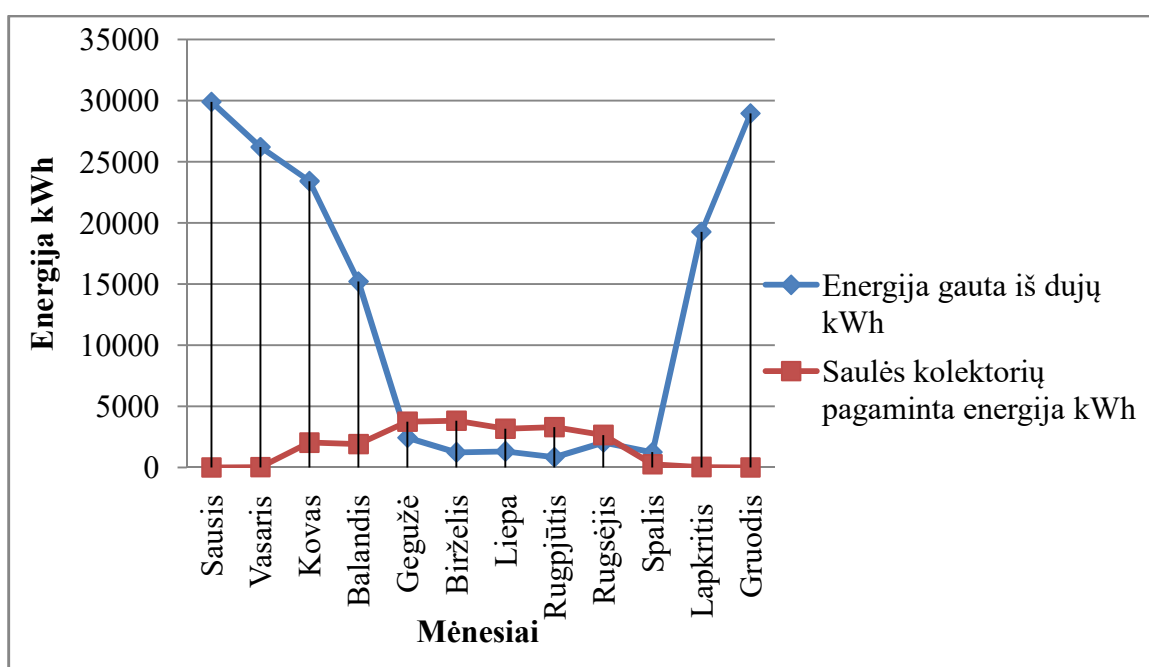
8 lentelė. Daugiabučio gyvenamojo namo Marijonų g. 31, mokesčiai už suminę šilumos energiją suvartotą visus per metus: nuo 2012 m. iki 2013 m. šildymo sezono pradžios.

| Vieno kambario butai (29 m ²); Eur. | Dviejų kambarių butai (45 m ²); Eur. | Trijų kambarių butai (60 m ²); Eur. | Keturių kambarių butai (74 m ²); Eur. |
|--|---|--|--|
| 133,30 | 205,05 | 262,90 | 357,60 |
| | 210,25 | 278,00 | |
| | 218,37 | 290,22 | |

8 lentelės tęsinys

| | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 220,40 | 294,80 | |
| | 230,24 | 295,40 | |
| | | 332,19 | |
| | | 335,10 | |
| | | 339,72 | |
| | | 346,40 | |
| | | 364,60 | |
| | | 379,40 | |
| VIDURKIS: 133,30 Eur. | VIDURKIS: 216,86 Eur. | VIDURKIS: 319,88 Eur. | VIDURKIS: 357,60 Eur. |

Didžiausią naudą daugiabučiam gyvenamajam namui teikia iš esmės pakeista šildymo sistema ir ant namo stogo sumontuoti saulės kolektoriai. Aštuonis metų mėnesius saulės kolektoriai šildo vandenį, kuris kaupiamas akumuliacinėse talpose. Ši talpa tarnauja kaip naktinio tarifo privalumas. Šilumos siurbliai dirba naktį, kai elektros energija kainuoja mažiau. Paruoštas sušildytas karštas vanduo, kaupiamas akumuliacinėse talpose, ilgai išlieka karštas, ir tokiu būdu sutaupomi elektros energijos kaštai. Lentelėje (3.4) pateikiamas suminis energijos, gautos iš dujų ir saulės kolektorių, poreikis.



3.4 pav. Per metus sunaudotų dujų ir saulės kolektorių pagamintos energijos poreikis visam namui

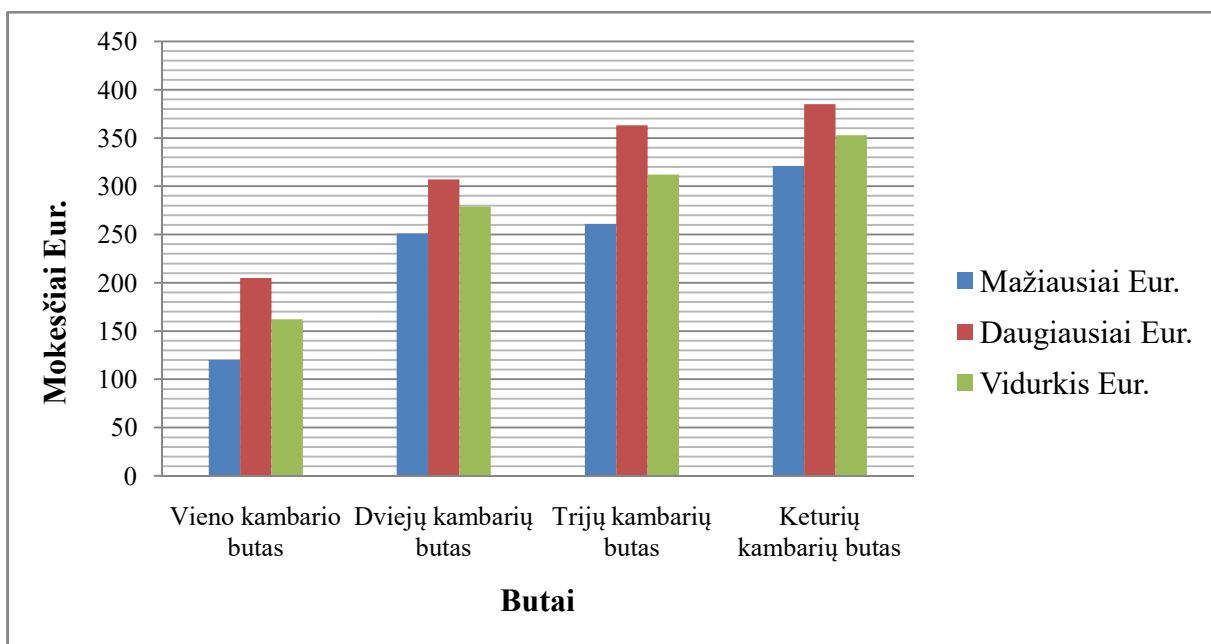
Iš šio grafiko galima daryti prielaidą, kad vasaros mėnesiais dujų suvartojimas visam namui yra visiškai mažas. Per keturis vasaros mėnesius vidutiniškai dujų suvartojama tik 1171 kWh. Tai reiškia, kad visa energija reikalinga namo šildymo ir karšto vandens ruošimui yra gaminama saulės kolektorių pagalba. Apskaičiuotas saulės kolektoriais pagamintas energijos kiekis per metus siekia apie 15-20 MWh. arba apie 40 % metinio karšto vandens poreikio. Visą kitą reikalingą energiją pagamina dujinis katilas, kur per metus suvartojama apie 178,3900 MWh. dujų. Renovacijos metu įdiegtos dvi šildymo sistemos leidžia sutaupyti apie 74 % sunaudotos energijos. Tai reiškia, kad daugiabučiame gyvenamajame name buvo panaudotos ir įgyvendintos efektyvios renovacijos priemonės, kurios ir lėmė gyvenamojo namo atpigusių mokesčių sistemą.

9. lentelė. Pagaminta ir suvartota energija per metus – nuo 2012 m. šildymo sezono pradžios iki 2013 m. šildymo sezono pradžios.

| Mėnuo | Energijos iš viso; kWh | Pagamino saulės kolektoriai; kWh | Energijos, gautos iš saulės kolektorių, dalis; proc. | Galutinė kwh kaina; ct |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|--|------------------------|
| 2012 metai | | | | |
| Spalis (nuo šildymo sezono pradžios) | 2887 | 163 | 5,645 | 3,15 |
| Lapkritis | 9660 | 19 | 0,202 | 3,31 |
| Gruodis | 14480 | 1,5 | 0,01 | 3,31 |
| 2013 metai | | | | |
| Sausis | 13115 | 0 | 0 | 1,55 |
| Vasaris | 13115 | 8 | 0,061 | 3,34 |
| Kovas | 12727 | 1015 | 3,98 | 2,78 |
| Balandis | 8565 | 959 | 5,60 | 2,81 |
| Gegužė | 3100 | 1875 | 60,48 | 2,44 |
| Birželis | 2600 | 1925 | 75,49 | 1,67 |
| Liepa | 2250 | 1585 | 70,44 | 1,99 |
| Rugpjūtis | 2075 | 1647 | 79,4 | 1,38 |
| Rugsėjis | 2355 | 1328 | 56,37 | 3,79 |
| Spalis (iki šildymo sezono pradžios) | 763 | 133 | 17,43 | 5,55 |
| IŠ VISO: | 87692 kWh | 10659 kWh | 11,91 proc | 2,85 ct |

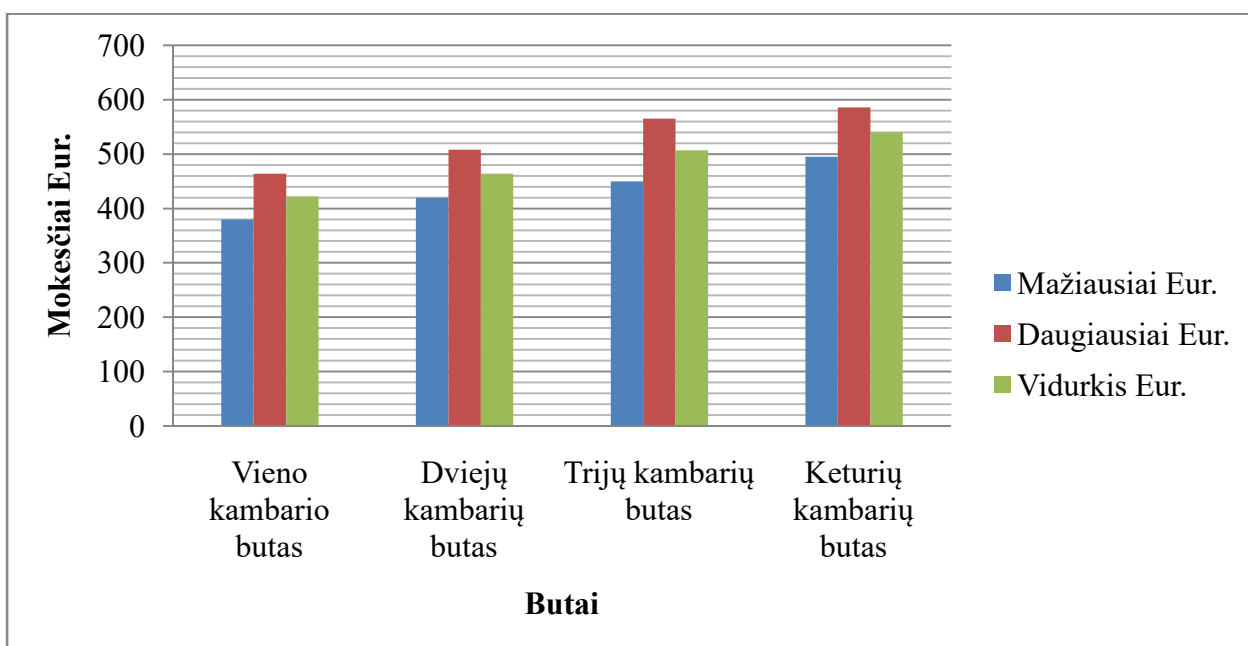
Šioje lentelėje pateikiama informacija, kiek per 2013 metus renovuotam daugiabučiui gyvenamajam namui sunaudota energijos per metus. Iš viso daugiabučiui gyvenamajam namui reikalingos energijos kiekis šildymui pareikalavo 178956,0 kWh. Saulės kolektoriai pagamino 21320,0 kWh, tai yra apie 11,91 %. Jei vertinant duomenis pagal mėnesius, tai daugiausia energijos

pagaminti reikėjo sausio mėnesį. Taip pat panašūs duomenys yra ir gruodžio, vasario bei kovo mėnesiais. Mažiausiai sunaudota energijos vasaros mėnesiais, kai daugiausia energijos pagamina saulės kolektoriai. 9 lentelėje matome, kad saulės kolektoriai per sausio ir gruodžio mėnesius negamino energijos, todėl ir dujų sunaudota daugiausia.



3.5 pav. Per metus už suminę šilumos energiją butų savininkai sumokėjo mokesčių po renovacijos

Per metus už suminę šilumos energiją butų savininkai sumokėjo skirtingai, priklausomai nuo buto dydžio. Skirtumas tarp vieno ir dviejų kambarių butų sumokėtų mokesčių yra nedidelis, tačiau lyginant vieno ir keturių kambarių butus, skirtumas per metus sumokamų mokesčių už sunaudotą energiją yra 295,0 Eur.



3.6 pav. Per metus už suminę šilumos energiją butų savininkai sumokėjo mokesčių prieš renovaciją

3.6 paveikslėlyje pateikiama informacija, kiek mokesčių už šilumos energiją sumokėjo skirtingų kambarių butai. Lyginant vieno ir keturių kambarių butus prieš renovaciją, didžiausias skirtumas per metus sumokamų mokesčių už energiją yra 118 Eur. Taigi tiek vieno, tiek dviejų ar trijų kambarių butai per metus sumoka mokesčių už šildymą sąlyginai vienodai, vidurkis apie 450 Eur. Vadinasi, mokesčių mokama vienodai, neatsižvelgiant į buto plotą. Toks mokesčių už šildymą mokėjimas parodo, kad daugiabutis gyvenamasis namas neatitinka jokių mokesčių standartų. Šio namo inžinerinės sistemos jau seniai buvo pasiekę fizinio nusidėvėjimo lygį (namas statytas daugiau nei prieš 50 metų). Šildymo sistemos vamzdynai prastai izoliuoti arba visai neizoliuoti, išvedžioti nešildomoje palėpėje, o naudojama karšto vandens tiekimo sistema – atviri tipo. Langai ir išorės durys neatitinka norminės varžos ir praleidžia šaltį.

Taigi, atlikus visus tyrimus ir analizes, galima teigti, kad šis daugiabutis gyvenamas namas buvo labai prastos būklės. Bendrija 2010 m. pirmoji įsijungė į naująją daugiabučių gyvenamųjų namų renovavimo (modernizavimo) programą. Pastatas statytas 1958 m. buvo avarinės būklės ir namo šilumos energijos poreikis bei gyventojų išlaidos buvo be galo didelės. Rekonstravus šildymo sistemą ir pritaikant atsinaujinančius energijos šaltinius, daugiabučio namo bendrija iš karto pajuto energijos sąnaudų sumažėjimą. Dabartiniu metu šio namo gyventojai džiaugiasi mažomis sąskaitomis už šildymą, komfortu ir minimaliomis energijos sąnaudomis.

Projektas tapo modernios renovacijos pavyzdžiu Lietuvoje. Jis vertinamas kaip vienas sėkmingiausių projektų Baltijos regione bei Europoje [13]. 2009 m. balandžio 23 d. Europos Parlamentas ir Taryba priėmė direktyvą 2009/28/ dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, iš dalies keičiančią bei vėliau panaikinančią direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB. Direktyvoje kiekvienai Europos Sąjungos valstybei narei nustatyti individualūs privalomi nacionaliniai planiniai rodikliai, kuriais apibrėžiama, kokią bendro galutinio energijos suvartojimo dalį 2020 m. turi sudaryti atsinaujinančių išteklių energija ir nustatyta, kad kiekvienos valstybės narės bent 10 proc. transporto sektoriuje suvartojamos galutinės energijos turi sudaryti atsinaujinančių išteklių energija. Pagal Direktyvą, Lietuva turi užtikrinti, kad 2020 m. atsinaujinančių išteklių energijos dalis bendrajame galutiniame energijos suvartojime sudarytų ne mažiau kaip 23 proc. Tai minimali privaloma dalis, nustatyta atsižvelgiant į atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimą šalyje, jos turimus išteklius bei bendrąją Europos Sąjungos tikslą. [13]

4. IŠVADOS

1. Daugiabučio gyvenamojo namo sėkmę, įdiegus atsinaujinančius energijos išteklius, lėmė teisingas pasirinkimas keleto atsinaujinančių energijos išteklių priemonių, kurios sėkmingai pritaikytos šiame name.
2. Po pastato renovacijos šilumos poreikis sumažėjo iki 26 %, tai yra 90 kWh.
3. Energijos sutaupymas, panaudojus atsinaujinančius energijos išteklius, siekia 74 %.
4. Dėl saulės kolektorių pagamintos energijos per metus sutaupyta lėšos - 1268,00 Eur.
5. Šio daugiabučio gyvenamojo namo renovacija gali būti vertingu pavyzdžiu kitiems Lietuvos daugiabučiams gyvenamiesiems namams, kurie ruošiasi renovuoti pastatus, pritaikant įvairius atsinaujinančius energijos išteklius.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Mokomoji medžiaga. Darni energetika, atsinaujinantys energijos šaltiniai, efektyvus energijos naudojimas, 2010 p.111.
2. <http://gid.lt/fizika/saules-energijos-panaudojimas> – 2.
3. http://www.idejasildymui.lt/Termine_saules_energija.
4. <http://prc.lt/tag/geoterminis-sildymas>.
5. http://www.geotermik.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=56.
6. <http://www.zec.lt/energetikos-rusys/bio-energija>.
7. <http://www.iliustruotasismokslas.lt/>.
8. <https://www.google.com/search?>
9. https://es.euroa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_neeap_lt_lithuania.pdf.
10. https://ec.europa.eu/energy/site/ener/file/documents/2014_neeap/-lt-lithuania.pdf.
11. STR 2.01.09:2012 „Pastatų energetinis naudingumas. Energetinio naudingumo sertifikavimas“, 2012.
12. http://www.idejasildymui.lt/Marijonu_g_31.
13. <http://www.delfi.lt/projektai/archive/sekmes-istorija-baisiausias-daugiabutis-tapo-pavyzdziu-visai-europai.d?id=66508982>.
14. Rastėnienė V., Žemės šiluma - alternatyvus energijos šaltinis. Geologijos akiračiai. 1999, p.70.
15. Šliaupa S. Žemės šilumos naudojimas elektros energijos gamybai. Elektros erdvės. 2008 p.43.
16. <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A6-2006-0160+0+DOC+PDF+V0//LT.2004> p.43
17. Štreimikienė, D. Tvari energetikos plėtra. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, 2002, Nr. 1(19), p. 20-29.
18. Štreimikienė, D. Vietiniai ir globaliniai darnios energetikos plėtros politikos įgyvendinimo Lietuvoje aspektai. Energetika, 2002, Nr. 1, p. 60.