



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose efektyvumo vertinimas

Baigiamasis magistro projektas

Violeta Turauskaitė

Projekto autorė

Prof. dr. Saulius Gudžius

Vadovas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose efektyvumo vertinimas

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Violeta Turauskaitė

Projekto autorė

Prof. dr. Saulius Gudžius

Vadovas

Doc. dr. Inga Konstantinavičiūtė

Recenzentė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Violeta Turauskaitė

Saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose efektyvumo vertinimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Violetos Turauskaitės, baigiamasis projektas tema „Saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose efektyvumo vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Turauskaitė, Violeta. Saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose efektyvumo vertinimas. Magistro krypties studijų (Energijos inžinerija) baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Saulius Gudžius; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: Saulės energija, viešieji pastatai, saulės elektrinės, efektyvumas.

Kaunas, 2019. 56 p.

Santrauka

Baigiamajame darbe analizuojamos saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose galimybės, skaičiuojami atsiperkamumo rodikliai bei formuluojamos išvados.

Apžvalginėje dalyje yra apžvelgiama teisinė aplinka bei saulės energijos panaudojimo galimybės, metodinėje darbo dalyje yra apžvelgiami planuojamų investicijų vertinimo rodikliai. Tyrimų rezultatų dalyje yra atlikta saulės elektrinių diegimo administracinių ir mokslo paskirties pastatuose pagal išsikeltas prielaidas analizė, įvertinamas galimos subsidijos dydis bei įtaka elektrinių įrengimui. Darbo pabaigoje yra pateikiamos išvados.

Turauskaitė, Violeta. Evaluation of Solar Energy Usage Efficiency in Public Buildings. Master's Final Degree Project / supervisor prof. dr. Saulius Gudžius; Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: energy, public buildings, solar power plants, efficiency.

Kaunas, 2019. 56.

Summary

The thesis analyses the possibilities of using solar energy in public buildings, calculates the indicators of payback and formulates conclusions.

The review section provides an overview of the legal environment and the possibilities of using solar energy. Part of the research results is the analysis of the installation of solar power plants in the administrative and scientific buildings according to the assumptions set, the possible subsidy amount and the impact on the installation of the power plants. Conclusions are provided at the end of the work.

Turinys

Lentelių sąrašas	7
Paveikslų sąrašas	8
Įvadas.....	9
1. Literatūros analizė.....	11
1.1. Teisinės aplinkos analizė.....	11
1.2. Finansinio skatinimo priemonių apžvalga.....	13
1.3. Saulės energijos išteklių ir panaudojimo būdai	14
1.4. Saulės elektrinių įrengimas.....	16
2. Metodinė dalis.....	18
3. Tyrimo rezultatų dalis.....	21
3.1. Viešųjų pastatų analizė	21
3.2. Administracinės paskirties pastatai	22
3.2.1. Saulės elektrinės diegimo Administraciniame pastate Nr. 1 vertinimas	23
3.2.2. Saulės elektrinės diegimo Administraciniame pastate Nr. 2 vertinimas	31
3.3. Mokslo paskirties pastatai	37
Išvados	45
Literatūros sąrašas	46
Priedai.....	48

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Administracinių pastatų savybės.....	22
2 lentelė. Administracinio pastato Nr. 1 elektros energijos vartojimas, gamyba ir skirtumas, kWh	25
3 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės investicijos be subsidijos skaičiavimo rezultatai.....	26
4 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei.	28
5 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai	29
6 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija skaičiavimo rezultatai.....	29
7 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei	30
8 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai.....	30
9 lentelė. Administracinio pastato Nr. 2 elektros energijos vartojimas, gamyba ir skirtumas, kWh	32
10 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos be subsidijos skaičiavimo rezultatai.....	33
11 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei.	35
12 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei.	35
13 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija skaičiavimo rezultatai.....	36
14 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei	36
15 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai.....	37
15 lentelė. Mokslo paskirties pastato elektros energijos vartojimas, gamyba ir skirtumas, kWh.....	39
16 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės investicijos be subsidijos skaičiavimo rezultatai.....	40
17 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų kainai	42
18 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai	42
19 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija skaičiavimo rezultatai.....	43
20 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų kainai.....	43
21 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai.....	44

Paveikslų sąrašas

1 pav.	Gaminančių vartotojų skaičiaus didėjimas, lyginant su visais elektros vartotojais.	12
2 pav.	Saulės energijos spinduliuotė Europoje, kWh/kv. m.	14
3 pav.	Saulės energijos spinduliuotė Lietuvoje, kWh/kv. m.....	15
4 pav.	Elektros energiją gaminančių vartotojų naudojimosi elektros tinklais paslaugų kainos.....	17
5 pav.	Metinis elektros energijos suvartojimas administracinės paskirties pastatuose, kWh.....	23
6 pav.	Metinis pagamintos elektros energijos kiekis 10 kW galios saulės elektrinėje, kWh.....	24
7 pav.	Elektros energijos vartojimas ir gamyba 10 kW galios saulės elektrinėje, kWh.....	25
8 pav.	10 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 3 proc. diskonto normą.....	27
9 pav.	10 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 5 proc. diskonto normą.....	27
10 pav.	10 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 7 proc. diskonto normą.....	28
11 pav.	Metinis pagamintos elektros energijos kiekis 6 kW galios saulės elektrinėje, kWh.....	31
12 pav.	Elektros energijos vartojimas ir gamyba 6 kW saulės elektrinėje, kWh.....	32
13 pav.	6 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 3 proc. diskonto normą.....	33
14 pav.	6 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 5 proc. diskonto normą.....	34
15 pav.	6 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 7 proc. diskonto normą.....	34
16 pav.	Metinis pagamintos elektros energijos kiekis 50 kW galios saulės elektrinėje, kWh.....	38
17 pav.	Elektros energijos vartojimas ir gamyba 50 kW saulės elektrinėje, kWh.....	39
18 pav.	50 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 3 proc. diskonto normą.....	40
19 pav.	50 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 5 proc. diskonto normą.....	41
20 pav.	50 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 7 proc. diskonto normą.....	41

Įvadas

Darbo aktualumas. Šiandieninis pasaulis neįsivaizduojamas be elektros energijos, kuri tapo neatsiejama kasdienio gyvenimo dalis. Energijos poreikiai pasaulyje vis didėja, tradiciniai išteklių senka. Europos Sąjungos šalyse yra suvartojama penktadalis pasaulio energijos, tačiau nuosavų tradicinių išteklių jos turi pakankamai mažai, todėl Europos Sąjunga yra didžiausia energijos importuotoja pasaulyje. Siekiant išvengti energijos priklausomybės nuo aplinkinių šalių, Europos Sąjungoje yra skatinamas atsinaujinančių išteklių vartojimas. Europos Parlamentas ir Taryba direktyvoje dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją išklėtikslą visoms šalims narėms iki 2020 metų, kad ne mažiau kaip 20 proc. energijos būtų gaunama iš atsinaujinančių šaltinių.

Šalys narės, siekdamos įgyvendinti direktyvos reikalavimus bei išvengti priklausomybės nuo energijos importo, kuria įvairius skatinimo mechanizmus, atsižvelgdamos į savo šalies ekonomines bei gamtines sąlygas: taiko įvairius papildomo rėmimo būdus varijuojant tarifais, teikia dalines dotacijas arba subsidijas, koreguoja teisės aktus ir įtvirtina „gaminančio vartotojo“ sąvoką bei kuria teisinę aplinką jiems įsitvirtinti.

Lietuvoje, kaip ir kitose ES šalyse, yra sukurtas ne vienas skatinimo mechanizmas atsinaujinančių energijos išteklių naudojimui. Šiuo metu ypač aktyviai subsidijuojamas saulės energijos šaltinio įdiegimas ūkiuose – tiek fizinio asmens, tiek juridinio. Saulės energija tapo labiausiai populiari dėl kelių priežasčių – nereikia specifinių gamtinių sąlygų, neužima daug vietos, nekelia papildomo triukšmo bei per keletą metų ši technologija pakankamai atpigo.

Saulės elektrinių įrengimas tiek namų ūkiuose, tiek viešuosiuose pastatuose jau daug metų yra iš dalies subsidijuojamas iš valstybės biudžeto lėšų pagal Klimato kaitos specialiąją programą. Nuo 2011 metų, kai buvo priimtas palankus saulės elektrinių turėtojams Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, saulės elektrinių skaičius išaugo rekordiniu greičiu. Vėlesniais metais, keičiantis įstatymui susidomėjimas saulės energija mažėjo dėl neapibrėžtumo ir didelės rizikos. Šiuo metu saulės energetika vėl yra aktyviai skatinama kuriant naujus mechanizmus ir susidomėjimas saulės energija grįžta. Tačiau viešojo sektoriaus subjektai ir toliau lieka pasyviu stebėtoju, neskuba saulės energijos panaudoti savo valdomuose pastatuose bei tokiu būdu prisidėti prie iškeltų tikslų pasiekimo tiek vartojant atsinaujinančius energijos išteklius, tiek lygiagrečiai mažinant ir išmetamųjų, šiltnamio efektą sukeliančių, dujų kieki.

Šiame darbe bus atlikta saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose galimybių analizė, įvertinta teisinė bazė, aptartos juridiniams asmenims taikomos finansinės skatinimo priemonės, iškeltos prielaidos bei pagal jas atlikti skaičiavimai, kuriais siekiama įvertinti ar efektyvu saulės elektrines diegti viešuosiuose pastatuose.

Tiriamąo darbo tikslas – atlikti saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose ekonominio efektyvumo analizę.

Tiriamąo darbo uždaviniai:

1. išanalizuoti Europos Sąjungos ir Lietuvos teisinę aplinką bei galimas finansines skatinimo priemones;

2. apžvelgti saulės energijos panaudojimo galimybes viešuosiuose pastatuose ir gaminančio vartotojo atsiskaitymo už naudojimosi tinklais paslaugos būdus;
3. ištirti viešojo sektoriaus valdomų viešųjų pastatų skaičių, plotą bei galimybes diegti saulės elektrines;
4. atlikti planuojamų projektų efektyvumo vertinimą, jautrumo analizę bei pateikti išvadas.

1. Literatūros analizė

Saulės energijos panaudojimas įvairiems poreikiams patenkinti tampa neatsiejama gyvenimo dalimi dėl palankios teisinės aplinkos bei per eilę metų atpigusių technologijų. Šioje tiriamojo darbo dalyje bus išanalizuota saulės energijos skatinimo teisinė aplinka, finansinių paramos priemonių galimybės, apžvelgiami saulės energijos išteklių Europoje ir Lietuvoje, saulės energijos panaudojimo galimybės.

1.1. Teisinės aplinkos analizė

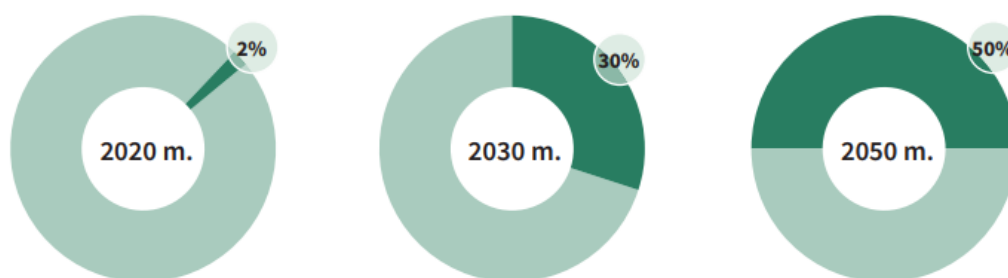
Elektros energijos gamybos skatinimas naudojant atsinaujinančius energijos išteklius pradėtas Europos Parlamentui bei Tarybai priimant susitarimus bei patvirtinant direktyvas. 2010 metais Europos Komisija priėmė komunikatą „2020 m. EUROPA. Pažangaus, tvaraus ir integracinio augimo strategija“ [1], kuriame buvo išskirti Europos Sąjungos tikslai energetikos srityje iki 2020 metų – bent 20 proc. sumažinti išmetamųjų, šiltnamio efektą sukeliančių, dujų kiekį ir bent 20 proc. visos suvartojamos energijos gauti iš atsinaujinančių išteklių (bent 20 proc. pasiekti energijos vartojimo efektyvumą).

Europos Parlamento ir Tarybos direktyvoje dėl skatinimo naudoti atsinaujinančius išteklius [2], kuri buvo priimta 2009 metais, yra įtvirtintas siekis, kad visos valstybės narės siekdamos drauge sumažinti išmetamųjų, šiltnamio efektą sukeliančių, dujų kiekį bei mažinti priklausomybę nuo energijos importo iki 2020 metų 20 proc. elektros energijos turi pagaminti pačios. Minėta direktyva 2018 m. gruodžio 11 d. buvo išdėstyta nauja redakcija [3], kurioje šalys narės sutarė, kad 2030 metais 32 proc. energijos būtų pagaminta iš atsinaujinančių energijos šaltinių. Direktyva nurodo, kad visos valstybės narės privalo užtikrinti, kad elektros vartotojai turi teisę tapti gaminančiais vartotojais ir vartoti savo pasigamintą elektros energiją iš atsinaujinančių išteklių bei kurti paskatas, kad tokių vartotojų atsirastų.

2019 m. balandžio mėn. paskelbtoje Europos Komisijos Atsinaujinančių išteklių energetikos pažangos ataskaitoje [4] pažymėta, kad vertinant šalių pateiktus 2017 metų duomenis, šalys narės pasiekė 17,52 proc. atsinaujinančių išteklių energijos vartojimo dalį, nors prognozuota 2017 metams buvo tik 16 proc. Kaip nurodoma ataskaitoje, didžioji dalis sunaudotos energijos buvo biomasė šildymui ir vėsinimui bei elektros energijai gaminti hidroenergija ir vėjo energija. Šiame dokumente akcentuota, kad pastebima elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių didėjimo tendencija. Šiai tendencijai didžiausią įtaką turi saulės bei vėjo energijos investicinių sąnaudų mažėjimas, taip pat technologijų tobulėjimas bei teikiama parama [4].

Lietuvoje atsinaujinančių elektros šaltinių naudojimą reglamentuoja Lietuvos Respublikos elektros energetikos įstatymas, Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos, Lietuvos Respublikos Statybos įstatymas ir įvairūs ministerijų priimti nutarimai, taisyklės ir įsakymai. Lietuvos Respublikos Vyriausybė yra patvirtinusi Nacionalinę energetinės nepriklausomybės strategiją, į kurią perkėlė Europos Parlamento ir Tarybos minėtas direktyvų nuostatas. Nacionalinėje energetinės nepriklausomybės strategijoje [5] yra įtvirtintas siekis iki 2020 metų šalyje pagaminti 35 proc. bendrai vartojamos elektros energijos, 2050 metais – visą vartojamą elektros energijos kiekį pasigaminti šalyje, iš jų iš atsinaujinančių išteklių atitinkamai 30 proc. ir 80 proc. Šioje strategijoje taip pat yra išskeltas tikslas, kad ilguoju laikotarpiu iki 2050 metų 50 proc. elektros energijos vartotojų taps gaminančiais vartotojais, kuriems būtų sudarytos sąlygos vartoti pagamintą energiją savo reikmėms, o pagamintą perteklinę energiją parduoti arba pasaugoti.

Lietuvos Respublikos energetikos ministerija 2018 m. gegužę patvirtino ilgalaikę gaminančių vartotojų viziją Lietuvoje [6], kurioje nurodo gaires kaip planuoja plėsti decentralizuotos elektros energijos gamybą šalyje. Šiame dokumente yra išskirta tokios decentralizacijos nauda vartotojui – ne tik mažesnės sąskaitos už elektrą bei galimybė būti nepriklausomu vartotoju, bet ir prisidėjimas prie „žaliosios energetikos“ plėtros. Kaip nauda valstybei įvardijama importo mažinimas, energetinis saugumas bei prisidėjimas prie klimato kaitos stabdymo tikslų. Kaip pateikta 1 pav. planuojama, kad 2020 metais gaminančių vartotojų skaičius pasieks 2 proc. visų elektros vartotojų, o 2030 metais – jau net 30 proc. Toks gaminančių vartotojų skaičiaus padidėjimas pačiame dokumente grindžiamas atpigusia technologija, kurios pigimas numatomas ir toliau, bei numatoma skirti valstybės parama, kurios 2019–2020 metams numatyta net 17 mln. Eur [6].



1 pav. Gaminančių vartotojų skaičiaus didėjimas, lyginant su visais elektros vartotojais. Šaltinis [6]

Lietuvos Respublikos Seimas 2018 m. pabaigoje patikslino Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymo pagrindinius uždavinius, nustatydamas didesnius siekiamus tikslus – jau 2025 metais energijos gamybos iš atsinaujinančių išteklių energijos dalis, palyginti su šalies bendruoju galutiniu energijos suvartojimu, turi sudaryti ne mažiau kaip 38 procentus ir kad ši dalis toliau būtų didinama, tam panaudojant naujausias ir veiksmingiausias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas ir skatinant energijos vartojimo efektyvumą [7]. Tame pačiame įstatyme iškeltas uždavinys elektros energetikos sektoriui iki 2025 metų pasiekti, kad elektros energijos dalis, pagaminta iš atsinaujinančių energijos išteklių, palyginti su šalies bendruoju galutiniu elektros energijos suvartojimu, būtų padidinta ne mažiau kaip iki 38 procentų.

Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas taip pat apibrėžia gaminančių vartotojų plėtrą bei jiems taikomą naudojimosi elektros tinklais paslaugų kainodarą. Šio įstatymo punktuose yra numatyta, kad fizinis asmuo gaminančiu vartotoju gali būti, jeigu jo įrengtos elektrinės galia neviršys 10 kW galios, o juridinis asmuo – 100 kW galios. Svarbus niuansas yra toks, kad įrengta atsinaujinančių išteklių elektrinės galia negali viršyti gaminančio vartotojo objektui suteiktos galios [7].

Tiek Europos mastu, tiek Lietuvoje daugelis su energetika susijusių priimamų teisės aktų yra orientuojami į atsinaujinančių išteklių platesnį vartojimą, ypač elektros energijos gamybai. Tai susiję su galimybe ir šalių siekiu atsiriboti nuo energijos importo iš trečiųjų šalių, su energetiniu šalių saugumu bei dėl klimato kaitos mažinimo susitarimų. Lietuvoje jau keletą metų yra remiamas atsinaujinančių išteklių diegimas tiek namų ūkiuose, tiek ir visuomeninės paskirties pastatuose. Tokį finansavimą yra galima gauti tiek saulės energijos, tiek kitų atsinaujinančių išteklių įdiegimui fiziniams bei juridiniams asmenims. Individualiuose namuose saulės elektrinei įsirengti iki 2018 m.

buvo galima gauti 30 proc. kompensacinę išmoką, o visuomeninės paskirties pastatuose – nuo 50 iki 100 proc. subsidiją [8]. Ši parama teikiama pagal Klimato kaitos programą. Toliau darbe apžvelgsiu galimybę viešųjų pastatų savininkams – biudžetinėms ir viešosioms įstaigoms – pasinaudoti galimybe gauti paramą atsinaujinančių išteklių įdiegimui.

1.2. Finansinio skatinimo priemonių apžvalga

Europos šalyse yra taikomi įvairūs skatinimo mechanizmai. Literatūroje pateikiama, kad Belgijos provincijoje Valonijoje taikomas skatinimo mechanizmas, kai saulės jėgaines įsirengę savininkai gali gauti tam tikrą nuolaidą už elektrą, priklausomai nuo įdiegtos galios. Šioje šalyje siekiama, kad tokia investicija atsipirktų per 8 metus, esant 5 proc. kapitalo kaštams. Austrijoje yra taikomi rėmimo tarifai už kilovatą instaliuotos maksimalios galios ir teikiama parama negali viršyti 30 proc. investicijos vertės. Šveicarijoje taikoma vienkartinės išmokos sistema, kai skiriama nustatyto dydžio išmoka už instaliuotą jėgainę ir išmoka už instaliuotos jėgainės kiekvieną kilovatą [9].

Lietuvoje visuomeninės ir gyvenamosios (įvairių socialinių grupių asmenims) paskirties pastatų, kurie nuosavybės teise priklauso valstybei, savivaldybėms, tradicinėms religinėms bendruomenėms, bendrijoms ar centrums, valdytojais arba savininkais gali kreiptis dėl 80 proc. subsidijos gavimo atsinaujinančių energijos išteklių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ar kitų) panaudojimui visuomeninės ir gyvenamosios (įvairių socialinių grupių asmenims) paskirties pastatuose. Ši parama skiriama pagal Klimato kaitos programą bei ją detalizuojančius teisės aktus. Parama gali būti teikiama mažo pajėgumo saulės elektrinių, skirtų elektros energijos gamybai savo poreikiams (ne pardavimui), ar saulės kolektorių, skirtų vandens šildymui ar šilumos palaikymui, diegimui:

- saulės plokštelinio ar vakuuminio kolektoriaus diegimui;
- saulės fotovoltinės elektrinės su arba be akumuliatorių;
- šildymo ir karšto vandens tinklų pritaikymui katilinėje ar šilumos punkte;
- kitai konkrečiam saulės kolektoriaus/elektrinės projekto diegimui reikalingai įrangai diegti;
- boilerių ir akumuliacinių talpų įrengimui, kai diegiamos saulės kolektorių sistemos [10].

Pačius Klimato kaitos programos veikimo principus įteisina Lietuvos Respublikos klimato kaitos valdymo finansinių instrumentų įstatymas. Šiame įstatyme yra nustatyta, kad pajamos gautos iš prekybos apyvartiniais taršos leidimais ir Kioto vienetais kaupiamos Klimato kaitos programos specialiojoje programoje ir naudojamos šio įstatymo apibrėžtais atvejais, iš kurių kaip pagrindinius ir susijusius su darbo tema galima išskirti du:

- 1) energijos vartojimo ir gamybos efektyvumo didinimo projektams: gyvenamiesiems namams ir visuomeninės paskirties pastatams modernizuoti, kitiems projektams, kurie leidžia efektyviausiai sumažinti išmetamųjų, šiltnamio efektą sukeliančių, dujų kiekį energetikos, pramonės, statybos, transporto, žemės ūkio, atliekų tvarkymo ir kitose srityse, įgyvendinti;
- 2) atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimui skatinti, aplinkai palankioms technologijoms, tarp jų efektyvios energijos gamybos kogeneracijos būdu, diegti [11].

Klimato kaitos programos įgyvendinimą koordinuoja Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Lėšos skirstomos pagal Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo tvarkos aprašą, kuris patvirtintas Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2010 metų balandžio 26 d. įsakymu Nr. D1-275

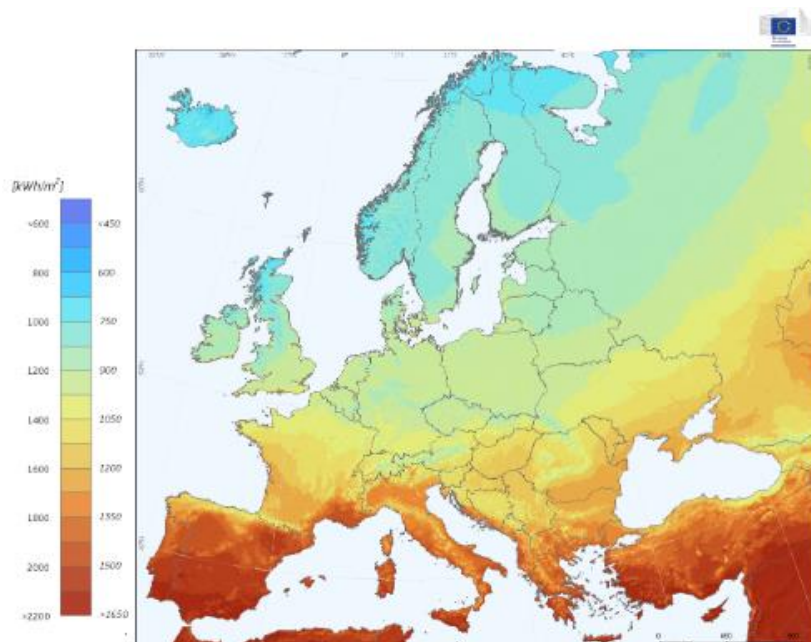
„Dėl Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo tvarkos aprašo patvirtinimo“. Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo kryptys yra tokios: ne mažiau kaip 40 proc. lėšų turi būti skiriama energijos vartojimo ir efektyvumo didinimo projektams, pavyzdžiui, privatiems ar viešiesiems pastatams modernizuoti ir ne mažiau kaip 40 proc. lėšų turi būti skiriama atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo skatinimo ir aplinkai palankių technologijų diegimo projektams, pavyzdžiui, biokuro katilams ar saulės jėgainėms įrengti privačiuose ar viešuosiuose pastatuose [12].

Šiame apraše taip pat yra įtvirtinta nuostata, kad nurodytų projektų maksimalų skiriamos valstybės pagalbos dydį (subsidijos dydį) riboja aplinkosauginio efektyvumo kriterijus: valstybės pagalbos dydis arba subsidijos ekvivalentas negali būti didesnis kaip 0,15 Eur vienam projektui sumažinamam kilogramui CO₂ ekvivalento [13]. Šitas apribojimas yra labai svarbus vertinant galimą maksimalų gauti subsidijos dydį.

1.3. Saulės energijos ištekliai ir panaudojimo būdai

Saulės energija gali būti naudojama tiek šilumai, tiek elektrai gaminti. Saulės energija turi daug privalumų – pati jos skleidžiama energija yra nemokama, neišsenkanti, nedaro neigiamo poveikio aplinkai, gali veikti autonomiškai, t. y. nebūtinai turi būti prijungta prie tinklo. Tačiau turi ir trūkumų, tokių kaip priklausomybė nuo meteorologinių sąlygų ir paros laiko, taip pat reikia didelio ploto kur būtų galima montuoti elektrinės modulius. Elektros energija iš saulės yra gaminama naudojant fotoelementus, kurie generuoja elektros energiją saulei šviečiant ir esant apniukusiam dangui.

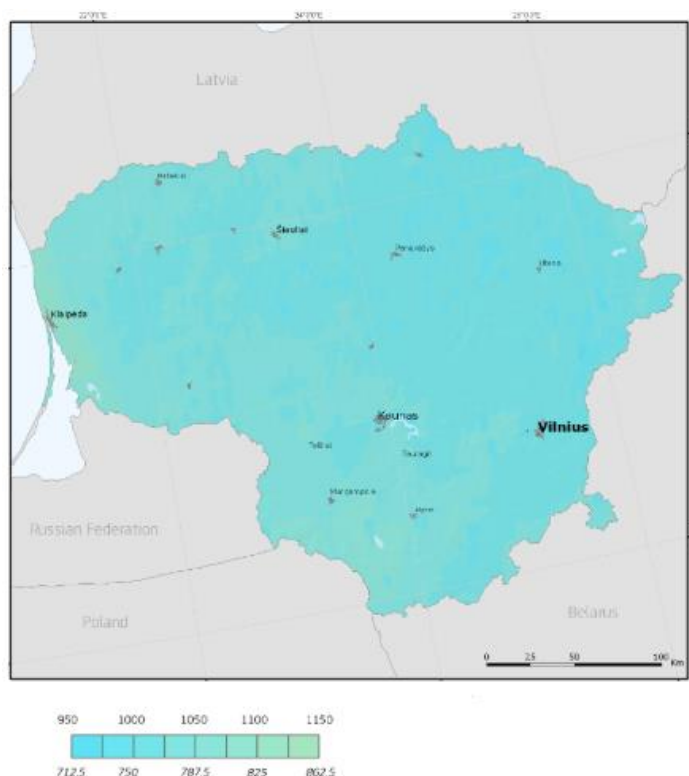
Europos Komisija sukūrė visiems prieinamus žemėlapių rinkinius, kuriuose galima peržiūrėti ir įvertinti saulės spinduliuotės į žemę duomenis. Pagal 2 pav. pateikto Europos žemėlapio vaizdinius duomenis, matyti, kad didesnė saulės spinduliuotė yra arčiau pusiaujo ir siekia nuo 2200 iki 2850 kWh/ kv. m. Lietuvoje saulės spinduliuotė siekia nuo 800 iki 1200 kWh/ kv. m, tačiau šis spinduliuotės kiekis yra artimas kitoms šalims, kurios aktyviai vysto saulės energetiką – Vokietijai, Švedijai, Lenkijai.



2 pav. Saulės energijos spinduliuotė Europoje, kWh/kv. m. Šaltinis [13]

Lietuvos saulės energetikos asociacija bei kiti autoriai taip pat atliko tyrimus, kuriais pagrindė ir patvirtino, kad Lietuvoje saulės energijos potencialas yra lygiai toks pat kaip Vokietijoje [15], todėl saulės energetika Lietuvoje gali būti plačiai vystoma ir priklausomai nuo šalies vietos iš 1 kW saulės baterijos pagaminama per metus apie 1000 kWh elektros energijos.

Pagal 3 pav. matyti, kad Lietuvoje vidutinė spinduliuotė šalyje nedaug skiriasi, svyruoja nuo 950 kWh/kv. m. šalies rytinėje pusėje iki 1150 kWh/kv. m. šalies vakaruose. Didžiausia saulės spinduliuotė tenka šalies pajūriui – Nidai, Klaipėdai ir aplink išsidėsčiusioms teritorijoms.



3 pav. Saulės energijos spinduliuotė Lietuvoje, kWh/kv. m. Šaltinis [13]

Išanalizavus saulės spinduliuotės intensyvumą galima teigti, kad Lietuvoje yra tinkamos sąlygos vystyti saulės energetiką. Toliau bus apžvelgiami saulės energijos panaudojimo būdai.

Pagrindinės saulės potencialo panaudojimo rūšys yra dvi – saulės šilumos energija ir saulės šviesos energija [8]. Saulės šilumos energija panaudojama saulės kolektoriuose, kuriais saulės spindulinė energija paverčiama šilumos energija. Pastate įrengti saulės kolektoriai tiekia karštą vandenį, be to pats pastatas taip pat gauna didelę dalį energijos iš saulės per jo skaidrias ir nepermatomas atitvaras. Šis saulės energijos panaudojimo būdas plačiai ištyrinėtas, tyrimų rezultatai rodo, kad saulėtaisiais metų mėnesiais nuo gegužės iki spalio mėn. yra galimybė pašildyti vandenį buitiniams poreikiams iki 50-70 °C [15]. Šiame darbe mažiau dėmesio skiriama šiam saulės energijos panaudojimo būdai, nes pasirinktos rūšies viešuosiuose pastatuose karšto vandens poreikis yra mažas.

Saulės šviesos energija – tai tiesiogiai iš saulės gaunama energija, kuri verčiama elektra. Šią energiją Lietuvoje intensyviau pradėta naudoti nuo 2012 metų, kai buvo įvestas palankus supirkimo tarifas. Nuo 2015 metų mūsų šalyje pradėjo veikti elektros energijos dvipusė apskaitos sistema, kurios privalumais gali pasinaudoti „gaminantys vartotojai“, kurie savo namų ūkiuose yra įsirengę iki 10

kW galios, o biudžetinės ir viešosios įstaigos ne daugiau kaip 50 kW galios saulės elektrines [8]. Ši saulės energijos panaudojimo būdą apžvelgsiu plačiau, nes darbo tikslas yra įvertinti ar viešiesiems pastatams yra efektyvu gaminti elektros energiją savo poreikiams įdiegiant saulės elektrines.

Saulės energijos panaudojimo galimybes įvairaus tipo pastatuose tiek karštam vandeniui ruošti, tiek apsirūpinti elektros energija nagrinėjo ne vienas autorius. Išanalizavus įvairių autorių straipsnius apie saulės energijos panaudojimą integruojant į pastatų inžinerines sistemas, patys autoriai pateikia išvadas, kad šiame sektoriuje slypi didelis energijos taupymo ir atsinaujinančių energijos šaltinių diegimo potencialas. Literatūroje pabrėžiama, kad ne visi daugiaaukščiai pastatai ir ypatingai jų stogai yra tinkami saulės energijos plėtrai, dažniausiai galima išnaudoti 20–50 proc. šių pastatų stogo ploto [22]. Atlikta saulės energijos panaudojimo daugiabučiuose namuose galimybių analizė parodė, kad išnaudojus visą daugiaaukščio pastato stogą ir įrengus ant jo saulės elektrinę, priklausomai nuo elektros energijos poreikio, būtų padengiama tik nedidelė elektros energijos poreikio dalis [23].

1.4. Saulės elektrinių įrengimas

Saulės elektrinių įrengimo procedūras Energetikos ministerija siekia supaprastinti, kad kuo daugiau elektros vartotojų taptų ir gaminančiais elektros vartotojais. Siekiant įsirengti saulės elektrinę reikia atlikti tam tikras procedūras:

- įsivertinti kokios galios saulės elektrinės reikia ir kur ją būtų galima įrengti. Kaip pateikiama AB „Energinet skirstymo operatorius“ interneto svetainėje, siekiant įvertinti reikiamą galios poreikį reikia metinį elektros energijos suvartojimą dalinti iš 1000. Tai patvirtina aukščiau tekste pateiktą informaciją, kad vidutiniškai Lietuvoje 1 kW elektrinė per metus pagamina 1000 kWh elektros energijos. Elektrinės įrengimo vietą galima rinktis pagal esamą situaciją – ją įrengti ant pastato arba ant žemės.
- pateikti paraišką energijos skirstymo operatoriui sąlygoms gauti;
- sumontuoti elektrinę;
- įsirengti dvipusį elektros apskaitos skaitiklį, kuris fiksuos į tinklą perduotą ir iš tinklų paimtą elektros kiekį [6].

Gaminančiais vartotojais gali tapti tiek fiziniai, tiek juridiniai asmenys. Gaminantys vartotojai moka Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nustatytą naudojimo tinklais kainą, bet nemoka už viešuosius interesus atitinkančias paslaugas elektros energetikos sektoriuje už tą elektros energijos kiekį, kurį patiekė pasaugoti į tinklus, o vėliau atsiėmė ir suvartojo savo ūkio reikmėms. Nuo 2018 m. vidurio Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme buvo apibrėžti keturi galimi atsiskaitymo už pasinaudojimą tinklais būdai. Gaminantys vartotojai gali savarankiškai pasirinkti ir vieną iš keturių apibrėžtų kainodaros būdų:

1. kainodara – vienanarė, mokama už 1 kWh iš skirstomųjų tinklų atgauto elektros energijos kiekio;
2. II kainodara – vienanarė, mokama už 1 kW elektrinės įrengtosios galios;
3. III kainodara – dvinarė, mokama už 1 kW elektrinės įrengtosios galios ir už 1 kWh iš skirstomųjų tinklų atgauto elektros energijos kiekio;

4. IV kainodara – atsiskaitoma elektros energijos kiekiu pagal Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nustatytą procentą nuo kaupimo laikotarpiu gaminančio vartotojo į elektros tinklus patiektos elektros energijos kiekio [7].

Žemiau pateiktame 4 pav. pateikiami konkretūs Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nustatyti įkainiai už pasinaudojimą elektros tinklais nuo 2019 metų sausio 1 d. [21]. Šie įkainiai nustatomi vartotojams, kurie naudojami žemos ir vidutinės įtampos tinklais vienerių metų laikotarpiui. Kadangi darbe nagrinėjami objektai naudojami žemos įtampos tinklais, todėl analizuosiu tik žemos įtampos įkainius.

ATSISKAITYMO BŪDAS	MOKAMA UŽ	KAINA ŽEMOJOJE ĮTAMPOJE BE PVM	KAINA ŽEMOJOJE ĮTAMPOJE SU PVM
Atsiskaitymas už gautą energiją	Už patiektos į tinklą ir vėliau atgautos elektros energijos kilovatvalandę (kWh)	0,0352 Eur/kWh	0,042592 Eur/kWh
Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Už instaliuotą elektrinės generuojamos galios kilovatą (kW)	1,79 Eur/kW/mėn.	2,1659 Eur/kW/mėn.
Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas mišriu būdu, t.y. už patiektos į elektros tinklus ir vėliau atgautos elektros energijos kilovatvalandę (kWh) ir už instaliuotą elektrinės generuojamos galios kilovatą (kW)	0,0176 Eur/kWh 0,90 Eur/kW/mėn.	0,021296 Eur/kWh 1,089 Eur/kW/mėn.
Atsiskaitymas kilovatvalandėmis	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis: nustatytas procentas nuo patiektos į tinklus energijos kiekio (kWh) paliekamas operatoriui už naudojimosi tinklais paslaugas klientas galės neatlygintinai atgauti nustatytą procentą nuo savo pagaminto ir patiektos į tinklą kiekio	36% (gaminančiam vartotojui lieka 64%)	

4 pav. Elektros energiją gaminančių vartotojų naudojimosi elektros tinklais paslaugų kainos. Šaltinis [21]

Šie 4 pav. pateikti tarifai yra įsigalioję tik nuo šių metų pradžios, todėl dar nėra atlikta išsamių analizių, pateiktų palyginimų, kokiais atvejais esant kurią kainodarą būtų tikslingiausia pasirinkti. Todėl atliekant tyrimą bandysiu įvertinti kiekvienos iš keturių galimų kainodaros taikomų tarifų įtaką planuojamų projektų įgyvendinimui.

Atlikus literatūros analizę, galima daryti išvadą, kad esama teisinė aplinka, skatinimo mechanizmai yra palankūs saulės elektrinių diegimui viešuosiuose pastatuose, taip pat tokių pastatų savininkams yra sudaryta galimybė gauti 80 proc. subsidiją saulės elektrinės ar kito atsinaujinančio energijos šaltinio įrengimui savo energijos poreikiams patenkinti. Nuo 2018 metų birželio mėn. patvirtinti keturi atsiskaitymo už naudojimosi tinklais paslaugą kainodaros būdai suteikia teisę vartotojams rinktis jiems palankiausią atsiskaitymo būdą.

2. Metodinė dalis

Norint atlikti saulės energijos panaudojimo viešuosiuose pastatuose efektyvumo vertinimą, reikia įvertinti galimas išlaidas, pajamas, parinkti tam tikrą skaičiavimo metodiką. Šiuo atveju galima vertinti naudojantis investicinių projektų vertinimo metodikomis, nes atsinaujinančių išteklių diegimas atitinka investicinio projekto elementus – yra tam tikros trukmės, turi investicinius kaštus, kuriuos reikia įvertinti [17]. Investiciniams projektams įvertinti, atsižvelgiant į diskonto normą, yra naudojami trys pagrindiniai, tarpusavyje susiję metodai, kurie padeda nustatyti investicinių projektų tinkamumą:

1. Grynosios dabartinės vertės (NPV) metodas;
2. Vidinės gražos normos (IRR) metodas;
3. Atsipirkimo laiko įvertinimas;
4. Jautrumo analizė.

Grynosios dabartinės vertės (*angl. net present value - NPV*) metodas yra iš dažniausiai taikomų projekto vertinimo metodų, taikant diskontuotus pinigų srautus. Šiuo metodu apskaičiuotas rezultatas parodo kiek pinigine išraiška gautos pajamos viršys patirtas išlaidas. Yra įvairių išraiškų formulių, pagal kurias galima skaičiuoti NPV, tačiau principas lieka tas pats, t.y. iš pajamų srauto dabartinės vertės reikia atimti išlaidų srauto dabartinę vertę, t.y. patirtas investicijas. Literatūroje pateikiama [18] tokia grynosios dabartinės vertės skaičiavimo formulė:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+k)^t}$$

čia: CF_t - projekto pinigų srautas t -taisiais metais;

k – projekto kapitalo kaštai;

I_t - projekto investicijos t -taisiais metais.

Apskaičiuota grynoji esamoji vertė parodo absoliutų efektą, atsižvelgiant į laiko veiksnį ir didesnė už nulį t. y. gauta teigiama rodiklio reikšmė rodo, kad tikslinga projektą įgyvendinti, ir kuo didesnė gauta kriterijaus reikšmė, tuo didesnis projekto patrauklumas [18].

Vidinė pelno (gražos) norma (*angl. internal rate of return – IRR*) yra apibūdinama kaip diskonto norma, kuriai esant projekto grynoji dabartinė vertė bus lygi 0 arba laukiamų investicinio projekto veikos pinigų srautų dabartinė vertė lygi projekto investicijų vertei [18]. Vidinė pelno norma parodo investicijų rentabilumą ir parodo santykinį investicijų kainos lygį, kurį viršijus projektas pasidaro nebetinkamas įgyvendinti, nuostolingas. IRR nustatoma interpoliacijos būdu, panaudojant dvi diskonto normas (vieną teigiamai NPV reikšmei gauti, kitą – neigiamai NPV reikšmei):

$$IRR = k_1 + \frac{NPV_1(k_2 - k_1)}{NPV_1 - NPV_2}$$

čia: k_1 – diskonto norma, kai $NPV > 0$;

k_2 – diskonto norma, kai $NPV < 0$;

NPV_1 – grynoji dabartinė vertė, apskaičiuota, kai yra k_1 ;

NPV_2 – grynoji dabartinė vertė, apskaičiuota, kai yra k_2 .

Projektas laikomas efektyviu ir priimtiniu, kai IRR viršija vidutinius projekto kapitalo kaštus.

Atsipirkimo laikas. Norvaišienė [18] nurodo, kad vienas paprasčiausių investicinių projektų vertinimo rodiklių yra investicijų atsipirkimo laikas. Investicijų atsipirkimo laikotarpis (T) – vienas iš dažniausiai taikomų rodiklių, analizuojant investicinius projektus. Atsipirkimo laikotarpis yra minimalus laiko tarpas nuo kurio pradžios pirminės investicijos ir kitos sąnaudos, susijusios su investiciniu projektu, padengiamos projekto pajamomis. Tai tokia laiko trukmė, per kuri nediskontuotos prognozuojamos piniginių lėšų įplaukos viršija nediskontuotą investicijų sumą, t.y. laiko trukmė kiek jos reikia apmokėti visas patirtas išlaidas ir kuo trumpesnė gauta trukmė, tuo investicinis projektas patrauklesnis, nes atsipirkimo terminas yra mažesnis.

Atsipirkimo laikotarpis – laikas (T), per kuri projekte numatytos pajamos padengia investicijas šioms pajamoms gauti. Šį laiką galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$T = (k - 1) + \left(\left| \sum_{t=1}^{k-1} (CF_t - I_t) \right| / CF_k \right), \text{ kai } \sum_{t=1}^k CF_t > \sum_{t=1}^k I_t;$$

- čia: t – investavimo ar gryną pinigų srautų gavimo metų indeksas ($t = 1, 2, \dots, k$);
 CF_k – gryną pinigų srautas, gautas tais metais, kai akumuliuotas gryną pinigų srautas viršija visas investicijas;
 CF_t – t -ųjų metų gryną pinigų srautas;
 I_t – t -ųjų metų investicijos.

Modifikuotas investicijų atsipirkimo laikas yra labiau objektyvus vertinimo rodiklis nei paprastas investicijų atsipirkimo laikas, nes atsižvelgia į projekto veiklos pinigų srautus bei jų išdėstymą laike. Skaičiuojant modifikuotą investicijų atsipirkimo laiką (T^M) reikia metinius pinigų srautus diskontuoti ir tada vertinti, kada projekto veiklos pinigų srautai padengs visas patirtas projekto investicijas [18]:

$$T^M = (k - 1) + \left(\left| \sum_{t=1}^{k-1} (CF_t^M - I_t^M) \right| / CF_k^M \right), \text{ kai } \sum_{t=1}^k CF_t^M > \sum_{t=1}^k I_t^M;$$

- čia: CF_t^M – t -ųjų metų diskontuotas projekto veiklos pinigų srautas;
 CF_t^M – diskontuotas projekto veiklos pinigų srautas, gautas tais metais, kai sukauptas pinigų srautas viršija visas investicijas;
 I_t^M – diskontuotos t -ųjų metų investicijos.

Jautrumo analizė. Jautrumo analizė leidžia nustatyti tiriamo rodiklio kintamumą, pasikeitus vienam parametrai, ir tokiu būdu įvertinti investicijų projekto jautrumą įvairiems kintamiesiems. Tai vienas populiariausių investicijų rizikos vertinimo metodų, bet jis pasižymi trūkumu - jautrumo analizė tiria tik vieno parametro kitimo įtaką investicijų projekto grynajai dabartinei vertei, esant kitiems pastoviams. Nežiūrint paminėto trūkumo, šis rizikos vertinimo metodas pasižymi tokiais privalumais: pateikia informaciją apie parametrus, kuriems investicijos jautriausios, suteikia galimybę giliau

paanalizuoti šiuos parametrus, suteikia galimybę įvertinti riziką tada, kai parametrai neturi aiškių tikimybių [18].

Siekiant įvertinti saulės elektrinių įrengimo ant viešųjų pastatų stogų projektų ekonominį efektyvumą, atsipirkimą, toliau darbe bus sumodeliuoti preliminarūs projektai, iškeliamos prielaidos bei atliekami grynosios dabartinės vertės, vidinės gražos normos skaičiavimai. Taip pat bus atliekama jautrumo analizė, siekiant įvertinti pagrindinių projekto parametrų pasikeitimo įtaką projekto rezultatams bei pateikiamos išvados.

3. Tyrimo rezultatų dalis

Šioje dalyje bus atlikta viešųjų pastatų esamos būklės analizė, įvertinta kokios paskirties pastatų viešasis sektorius (savivaldybės) valdo daugiausia. Atrinkus šiuos pastatus bus formuluojamos prielaidos, atliekami saulės elektrinių diegimo šiuose pastatuose analizė, skaičiavimai bei pateikiamos išvados.

3.1. Viešųjų pastatų analizė

Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2014 metais patvirtino Viešųjų pastatų energinio efektyvumo didinimo programą [19], kurioje pateikta išsami analizė apie Lietuvoje esančius viešuosius pastatus. Šioje programoje yra apibrėžta viešojo pastato sąvoka – tai valstybei ar savivaldybėms nuosavybės teise priklausantys šildomi ir (arba) vėsinami administracinės, kultūros, mokslo, sporto, gydymo, viešbučių, bendrabučių, specialiosios ir gyvenamosios (įskaitant įvairių socialinių grupių namus) paskirties pastatai [19].

2014 metų Registro centro duomenimis Lietuvoje buvo daugiau nei 13 tūkstančių viešųjų pastatų, kurių bendras plotas apie 14,8 mln. kv. m., iš kurių apie 42 proc. pastatų arba 40 proc. patalpų ploto priklauso valstybei, likę – savivaldybėms. Patvirtintos programos tikslas yra didinti energijos vartojimo efektyvumą šiems pastatams šildyti ir apšviesti bei atnaujintuose viešuosiuose pastatuose iki 2020 metų sutaupyti 60 GWh metinės pirminės energijos, užtikrinti, kad veiksmingai būtų naudojamos Lietuvos Respublikos valstybės lėšos, skiriamos viešųjų pastatų energijos vartojimo efektyvumui didinti ir viešiesiems pastatams eksploatuoti, mažinti į atmosferą išmetamųjų, šiltnamio efektą sukeliančių, dujų (CO₂), užtikrinti viešųjų pastatų infrastruktūros atitiktį higienos normų reikalavimams [19]. Pagal šią programą visi modernizuojami viešieji pastatai turi pasiekti bent C energinio naudingumo klasę. Programos iškeltas vienas iš tikslų – modernizuoti 0,7 mln. kv. m. esamų pastatų ploto.

Viešųjų pastatų savininkai ir naudotojai – biudžetinės ir viešosios įstaigos – supaprastinta tvarka gali įsirengti iki 50 kW saulės elektrines ant pastatų stogų. Tokiai investicijai yra įmanoma gauti ir 80 proc. subsidiją iš teorinėje dalyje apžvelgtos Klimato kaitos programos.

Šiame darbe bus tiriama ar efektyvu savivaldybėms naudoti saulės energiją savo valdomuose viešuosiuose pastatuose. Savivaldybės dažniausiai valdomi ir iš savivaldybės biudžeto išlaikomi viešosios paskirties pastatai yra dviejų rūšių – administracinės ir mokslo paskirties, t. y. pastatai, kuriuose įsikūrę pačios savivaldybių administracijos ir kiti jos padaliniai, o iš mokslo paskirties pastatų galima išskirti mokyklas, darželius.

Yra parengta daugy straisnių, baigiamųjų darbų, kuriuose nagrinėjamas saulės energijos panaudojimas įvairiuose pastatuose, pradedant namų ūkiais ir baigiant daugiabučiais namais, vertintas atsipirkimas. Savo darbe sieksiu pateikti išvadas savivaldos institucijoms, kokioms prielaidoms esant yra verta investuoti į saulės elektrines ant viešosios paskirties pastatų stogų.

Skaičiavimuose išskirsiu dvi pagrindines viešųjų pastatų grupes, kurioms bus formuluojamos išvados:

1. Administracinės paskirties pastatai. Šie pastatai skirti administravimo veiklai, kuria užtikrinamas valstybės, vietos savivaldos ar įmonės konkrečios institucijos, įstaigos, tarnybos

ar organizacijos savarankiškas funkcionavimas (struktūros tvarkymas, personalo valdymas, turimų materialinių-finansinių išteklių valdymas ir naudojimas, projektų rengimas, raštvedybos tvarkymas ir pan.), kad jos galėtų tinkamai vykdyti joms priskirtus administravimo ar kitos veiklos uždavinius [20].



2. Mokslo paskirties pastatai. Šie pastatai skirti švietimo ir mokslo reikmėms: institutai ir mokslinio tyrimo įstaigos, observatorijos, bendrojo lavinimo, profesinės ir aukštosios mokyklos, vaikų darželiai, lopšeliai ir kiti pastatai [20].

3.2. Administracinės paskirties pastatai

Darbe bus analizuojami dviejų panašaus dydžio administracinės paskirties pastatų realūs duomenys. Šiuose pastatuose yra įsikūrusios seniūnijos. Seniūnijos yra savivaldybės administracinis padalinys, kuriame priimami gyventojai ir sprendžiamos jiems aktualios problemos.

Šių padalinių darbo laikas įprastai apsiriboja įprastomis darbo valandomis 8–17 val., dar vieną valandą reiktų numatyti kada patalpos yra valomos ir tvarkomos. Iš viso skaičiuojama, kad per darbo dieną šios paskirties pastatai naudojami 10 valandų, nustatytas darbo dienų skaičius per metus – 251 diena. Iš viso energija tokio tipo pastatuose naudojama 2510 valandų per metus. Detalesnė informacija pateikiama 2 lentelėje.

1 lentelė. Administracinių pastatų savybės

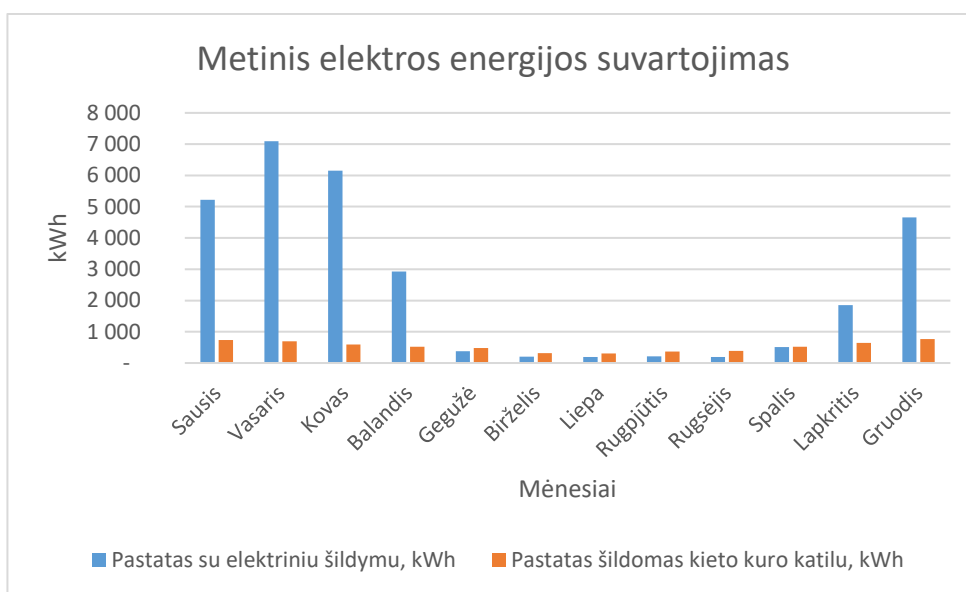
Pastato pobūdis	Administracinis pastatas Nr. 1 Seniūnijos pastatas šildomas elektriniais radiatoriais	Administracinis pastatas Nr. 2 Seniūnijos pastatas šildomas kieto kuro katilu
Pastato plotas, kv. m.	311,04	306,79
Energetinė klasė	G	G
Metinis elektros suvartojimas, kWh	29590	6337
Stogas	 Stogo dydis 16,75x12,62 m	 Stogo dydis 16,50x12,88 m

Pastatai tarpusavyje skiriasi tuo, kad vienam pastatui šildyti žiemos laikotarpiu yra naudojami elektriniai radiatoriai (Administracinis pastatas Nr. 1), o kitame – kieto kuro katilas (Administracinis pastatas Nr. 2). Elektros energijos suvartojimas pagal atitinkamus mėnesius pateiktas žemiau esančiame 5 pav. bei 3 lentelėje.

Šiuose pastatuose karštas vanduo ruošiamas momentiniais elektriniais šildytuvais. Kadangi tai administracinės paskirties pastatai, karštas vanduo naudojamas tik sanitariniame mazge. Dėl šios priežasties nėra tikslo vertinti karšto vandens ruošimo saulės energija investicijų, nes tokios investicijos neatsipirktų.

Pagal 5 pav. pateiktus duomenis, pastebima tendencija, kad elektros energija šaltuoju metų laikotarpiu, ypač žiemos mėnesiais, pastate, kuris šildomas elektra, viršija įprastą naudojimą beveik 8 kartus. Gegužės–spalio mėnesiais abiejų pastatų elektros energijos vartojimas yra panašus ir siekia apie 1 kWh/kv. m. Šaltuoju metų laiku – žiemos mėnesiais – Administraciniame pastate Nr. 2, kuris šildomas kietu kuru, yra suvartojama apie 2 kWh/kv. m. elektros energijos. Ši energijos padidėjimą galima pagrįsti didesniu apšvietimo poreikiu bei elektros energijos poreikiu kieto kuro katilui.

Galima daryti išvadą, kad administracinės paskirties seniūnijų pastatuose įprastas energijos vartojimas siekia iki 2 kWh/kv. m. Tokią prielaidą priimsime tolimesnėje analizėje.



5 pav. Metinis elektros energijos suvartojimas administracinės paskirties pastatuose, kWh

Pagal pateiktus duomenis yra žinoma, kad abiejų administracinių pastatų stogai yra plokšti, stogo danga – sutapdinta. Pastatai nėra dideli – Administracinio pastato Nr. 1 ir Nr. 2 stogų plotai atitinkamai yra 211,38 kv. m. ir 212,52 kv. m. Įrengiant saulės elektrines ant plokštumos reikia laikytis tam tikrų atstumų, kad viena saulės baterijų eilė neužstotų ir neskleistų šešėlio kitai už jos esančiai eilei.

Vertinant saulės baterijų įrengimo ant plokščiųjų stogų galimybes bus imami tokie parametrai:

- saulės baterijos tipiniai matmenys 1×1,6 m;
- tarpas tarp saulės baterijų eilių (nuo vienos eilės galo iki kitos eilės pradžios) – 4 m;
- saulės baterijų 35° pasvirimo kampas.

3.2.1. Saulės elektrinės diegimo Administraciniame pastate Nr. 1 vertinimas

Šioje darbo dalyje bus analizuojama saulės baterijų įrengimas ant Administracinio pastato Nr. 1 stogo. Pagal 1 lentelėje pateiktą metinį energijos suvartojimą būtų galima teigti, kad energijos poreikiui patenkinti reikia įrengti 30 kW saulės elektrinę.

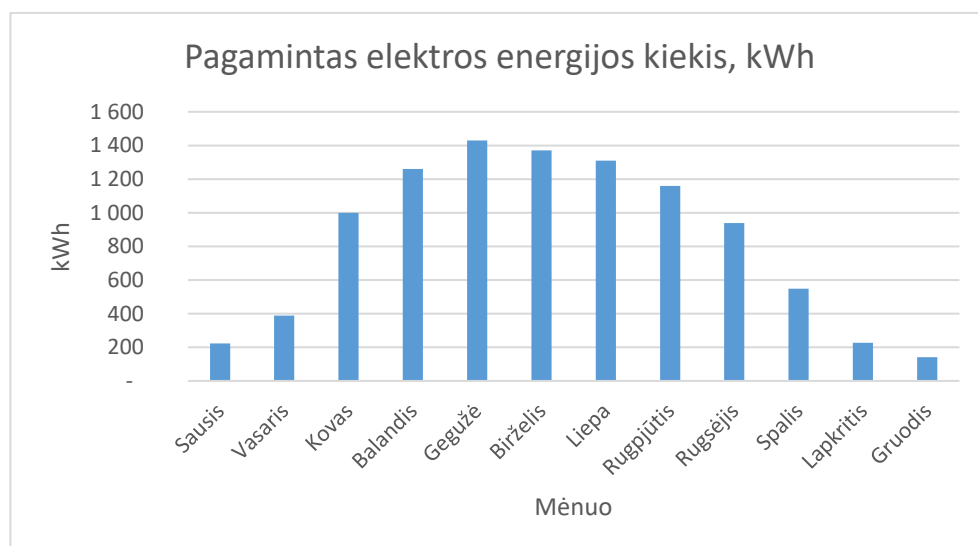
Pagal tiekėjų pateiktą informaciją [21] tokios galios saulės elektrinei įrengti reikia apie 600 kv. m. stogo ploto. Šiuo konkrečiu nagrinėjamu atveju stogo plotas yra 211,38 kv. m. Jeigu priimta, kad

viena saulės baterija užima 1,6 kv. m. ploto, bei ant plokščio stogo reikia palikti atitinkamus tarpus dėl šešėlio išvengimo, ant šio pastato stogo maksimali galima įrengti saulės elektrinė yra 10 kW.

Investicijų įvertinimo skaičiavimai bus atlikti 10 kW galios saulės elektrinei ir pateikiamos išvados, remiantis tokiomis prielaidomis:

- 1 kW galios saulės elektrinės įrengimo kaina priimama 1100 Eur, todėl įrengti 10 kW galios saulės elektrinę investicijos būtų 11000 Eur;
- saulės elektrinė nereikalauja jokių papildomų eksploatacinių išlaidų, nes jos priežiūra – dulkių valymu vasaros metu bei esant poreikiui sniego valymu – rūpinsis pati administracija. Saulės elektrinės draudimo išlaidos papildomai nėra vertinamos, nes jos įsiskaičiuos į bendrą pastato draudimo kainą.
- vidutinė 1 kWh elektros kaina – 0,1137 Eur.

Prognozuojamai šios 10 kW galios saulės elektrinės elektros gamybai įvertinti pasinaudosiu Europos Komisijos sukurta saulės energijos gamybos skaičiuokle PVGIS. Gauti rezultatai pateikiami 6 pav. ir 1 priede.

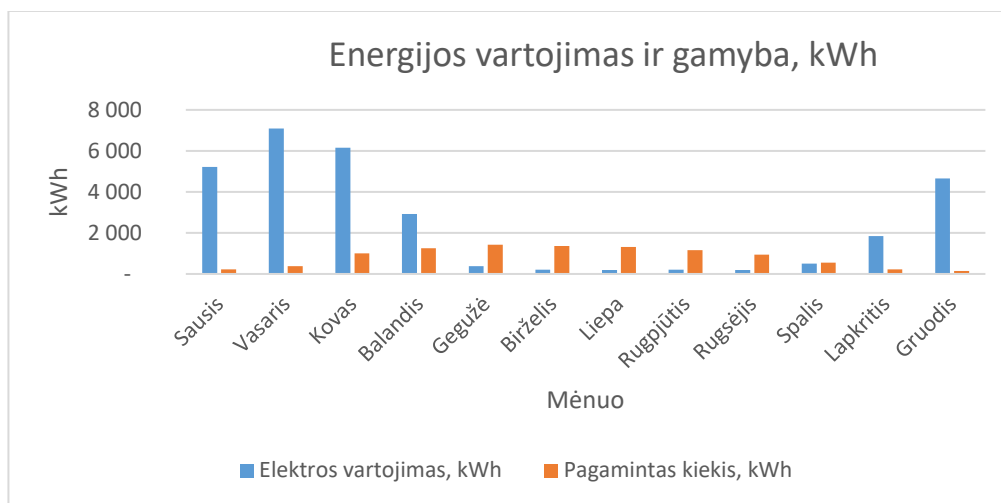


6 pav. Metinis pagamintos elektros energijos kiekis 10 kW galios saulės elektrinėje, kWh

Kaip matyti 6 pav. didžiausia elektros energijos gamyba vykta kovo–rugsėjo mėnesiais, realiai tuomet, kai pastate elektros energijos vartojama mažiausiai. Tačiau būtina įvertinti faktą, kad dalį elektros energijos vis vien tektų įsigyti iš elektros tinklų, nes projektuojama 10 kW saulės elektrinė per metus pagamintų iki 9996 kWh elektros energijos, kai jos metinis poreikis yra 29590 kWh. Todėl dar apie 66 proc. elektros energijos tektų įsigyti iš elektros tinklų, vidutine priimta kaina 0,1137 Eur/kWh.

Žemiau pateiktame 7 pav. yra pateikti sugretinti šios projektuojamos 10 kW galios saulės elektrinės gamybos ir pastato elektros energijos vartojimo duomenys. Kaip matyti grafike, elektros energijos gamyba viršija vartojimą tik laikotarpyje nuo gegužės iki rugsėjo mėn. Šiuo laikotarpiu pagamintą elektros energiją, kuri viršija vartojimą, tektų perduoti į tinklus pasaugoti, kol elektros energijos prireiks – iki lapkričio mėn.

Pagal Energetikos ministerijos patvirtintus elektros pasaugojimo tarifus, šis vartotojas gali rinktis vieną iš keturių siūlomų kainodaros būdų už pasinaudojimą elektros tinklų paslaugomis atsiskaityti. Literatūros analizės dalyje yra pateikta detali informacija apie šiuos kainodaros būdus bei taikomus įkainius. Atliekant saulės elektrinių įrengimo skaičiavimus, analizė bus atliekama visiems keturiems galimiems kainodaros būdams.



7 pav. Elektros energijos vartojimas ir gamyba 10 kW galios saulės elektrinėje, kWh

Šio Administracinio pastato Nr. 1 elektros energijos poreikiui patenkinti lapkričio–balandžio mėnesiais tektų skirtumą elektros energijos įsigyti iš elektros tiekėjo priimtu tarifu – 0,1137 Eur/kWh.

Siekiant įvertinti paliekamos pasaugoti perteklinės energijos ir perkamos trūkstamos energijos kiekį pateikiama 2 lentelė, kurioje pagal mėnesius pateikti elektros energijos poreikis, gamyba ir perkelius arba trūkumas. Suskaičiuotas metinis elektros energijos skirtumas – 19594 kWh (šį kiekį energijos teks įsigyti iš elektros tiekėjo) Iš viso į tinklus gegužės–spalio mėnesiais atiduodama „pasaugoti“ 5072 kWh elektros energijos.

2 lentelė. Administracinio pastato Nr. 1 elektros energijos vartojimas, gamyba ir skirtumas, kWh

Mėnuo	Elektros vartojimas, kWh	Pagamintas kiekis, kWh	Skirtumas, kWh
Sausis	5 218	223	4 995
Vasaris	7 097	388	6 709
Kovas	6 150	999	5 151
Balandis	2 927	1 260	1 667
Gegužė	381	1 430	- 1 049
Birželis	203	1 370	- 1 167
Liepa	193	1 310	- 1 117
Rugpjūtis	210	1 160	- 950
Rugsėjis	192	939	- 747
Spalis	506	548	- 42
Lapkritis	1 853	227	1 626
Gruodis	4 660	142	4 518
Viso	29590	9996	19 594

Žinant investicijų poreikį ir pritaikius visas kitas šiame skyriuje iškeltas prielaidas, galima atlikti skaičiavimus, kuriais būtų įvertintas šio 10 kW galios saulės elektrinės įrengimo ant Administracinio pastato Nr. 1 stogo projekto ekonominis efektyvumas. Skaičiavimams atlikti bus naudojamas standartinis 25 metų investicijų vertinimo laikotarpis, investicijų įgyvendinimo trukmė – 1 metai. Skaičiavimai bus atlikti esant kelioms diskonto normos reikšmėms – 3, 5 ir 7 proc., taip pat bus atliekamas subsidijos įtakos projekto efektyvumui vertinimas bei atlikta jautrumo analizė, siekiant nustatyti efektyvumo rodiklius keičiantis investicijų vertei ir elektros energijos kainai.

Projekto investicijų efektyvumo vertinimas be subsidijos. Visa skaičiavimo forma pateikta 4 priede, o žemiau pateiktoje 3 lentelėje pateikti tik gauti apibendrinti skaičiavimo rezultatai.

3 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės investicijos be subsidijos skaičiavimo rezultatai

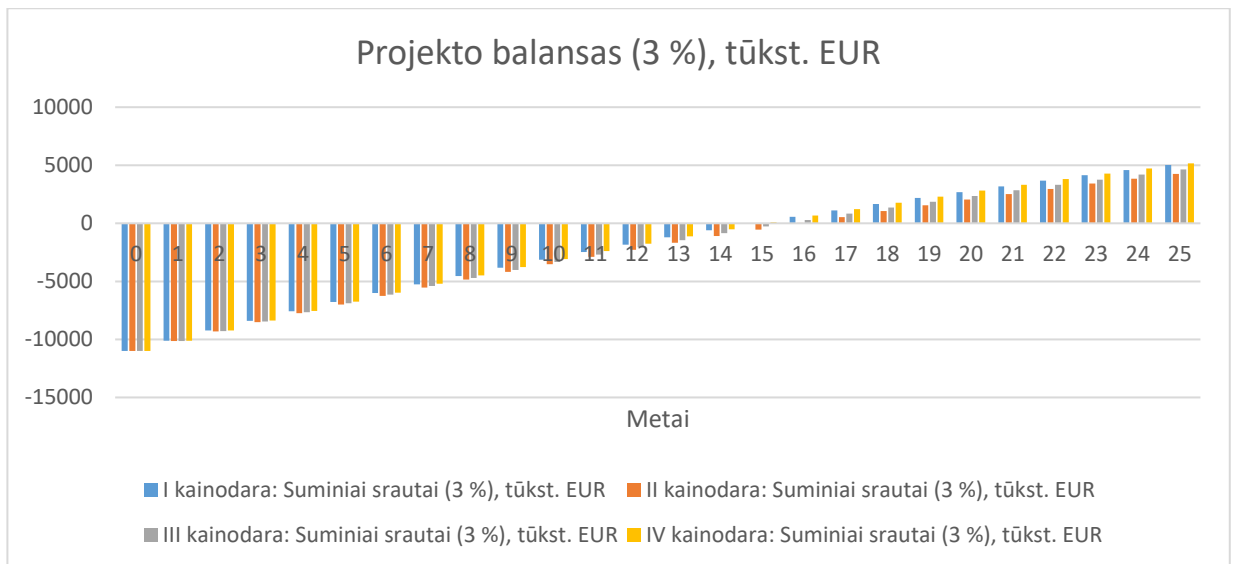
	I kainodara	II kainodara	III kainodara	IV kainodara
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	5029,13	4265,01	4634,43	5175,74
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	1973,74	1355,28	1654,27	2092,40
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	-272,66	-784,04	-536,81	-174,54
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,46	1,39	1,42	1,47
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,18	1,12	1,15	1,19
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	0,98	0,93	0,95	0,98
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	7%	6%	6%	7%

Investicijų atsipirkimo laikas, tai laikas per kurį projekto pagrindinės veiklos pinigų srautas padengia investicijas. Turint sukauptus projekto pinigų srautus, galima suskaičiuoti investicijų atsipirkimo laiką, o siekiant dar tiksliau įvertinti projekto efektyvumą, skaičiuosiu modifikuotą investicijų atsipirkimo laiką, kuris parodo per kiek laiko atsiperks projekto investicijos, kai naudojami diskontuoti pinigų srautai.

Įvertinant 3 lentelėje pateiktus 10 kW galios saulės elektrinės įrengimo ant Administracinio pastato Nr. 1 stogo rezultatus, grynoji dabartinė projekto vertė esant 7 proc. diskonto normai gaunama neigiama – tai rodo, kad tokiu atveju projektas neatsiperka. Šį rezultatą patvirtina įplaukų ir išlaidų santykis, kuris parodo, kad įplaukos neviršys išlaidų, nes yra mažesnis nei 1 bei vidinė pelno arba gražos norma (IRR), kuri lygi 6-7 proc. Kad projektas atsiperktų projekto vidinė pelno norma turėtų būti didesnei nei 7 proc.

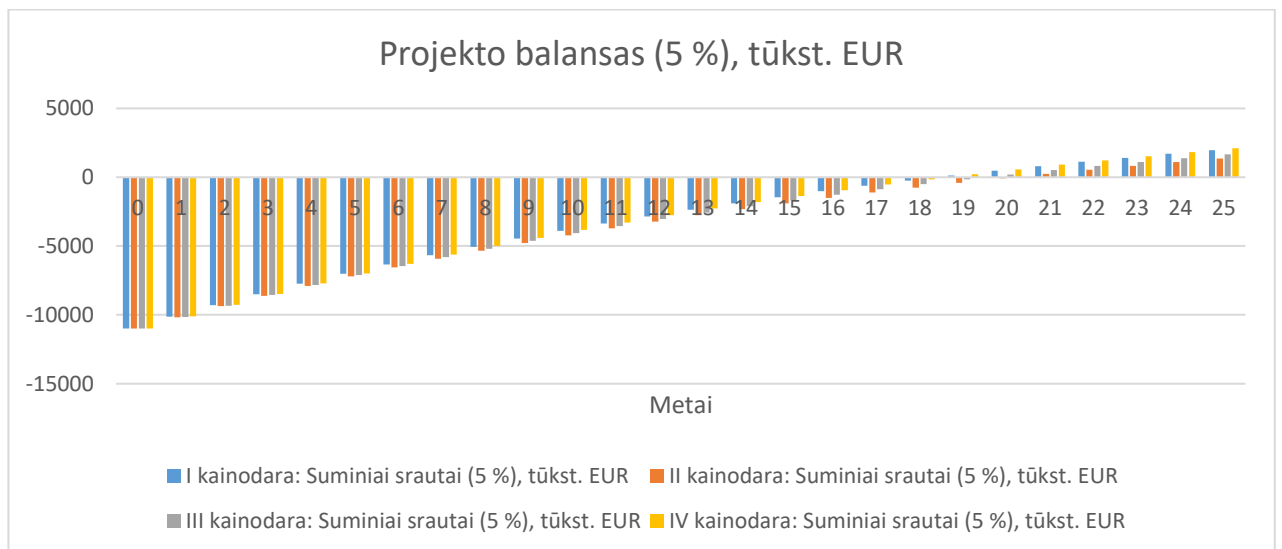
Skaičiavimams atlikti buvo vertinami visi keturi galimi atsiskaitymo už pasinaudojimą tinklais paslaugos kainodaros būdai. Gauti rezultatai kiekvienu atveju pateikiami 3 lentelėje. Jeigu galios saulės elektrinė būtų įrengiama ant šio pastato stogo, reikėtų rinktis pirmą arba ketvirtą taikomą kainodaros būdą, nes, remiantis atliktais skaičiavimais, gauti rezultatai yra geresni vartotojo atžvilgiu, nei taikant kitus du kainodaros būdus.

Žemiau pateiktame 8 pav. yra pavaizduotas šios planuojamos investicijos atsipirkimas, taikant 3 proc. diskonto normą. Kaip matyti pateiktame grafike bei skaičiavimuose priede, esant IV kainodaros būdai, kai taikomas procentinis atsiskaitymas kilovatvalandėmis, investicija atsiperka per 15 metus po projekto įgyvendinimo, visais kitais galimais kainodaros taikymo atvejais – per 16 metus po projekto įgyvendinimo.



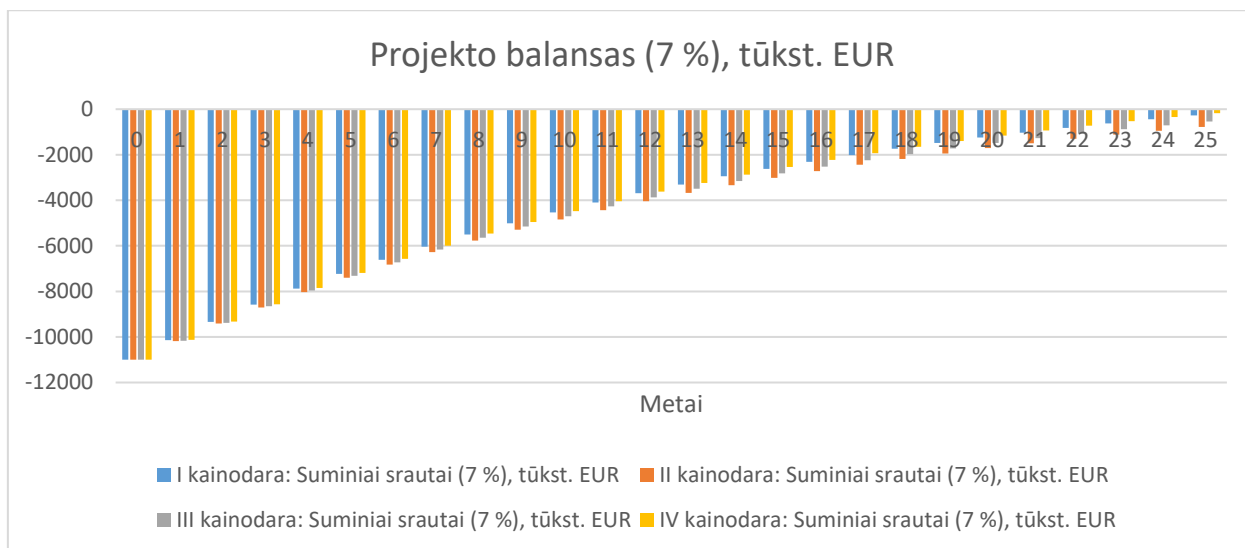
8 pav. 10 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 3 proc. diskonto normą

Analogiška investicija esant 5 proc. diskonto normai (9 pav.) taip pat visais galimais pasirinkti kainodaros atvejais yra atsipirkanti, tačiau atsipirkimo laikotarpis gerokai ilgesnis. Greičiausiai tokia investicija atsipirktų pritaikius pirmą arba ketvirtą kainodaros būdą – 19 metais po projekto įgyvendinimo. Pasirinkus trečią kainodaros būdą, tokio pobūdžio investicija atsipirktų tik 20 metais, o antrą – 19 metais po projekto įgyvendinimo.



9 pav. 10 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 5 proc. diskonto normą

Vertinant saulės elektrinės atsipirkamumą esant 7 proc. diskonto normai, ši investicija neatsiperka. Net paskutiniaisiais vertinamais metais pinigų srautai yra minusiniai (10 pav.).



10 pav. 10 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 7 proc. diskonto normą

Atlikus 10 kW galios saulės elektrinės įrengimo ant Administracinio pastato Nr. 1 stogo ekonominio efektyvumo skaičiavimus, galima daryti išvadą, kad tokios investicijos nėra labai pelningos, o didėjant diskonto normai jos tampa ir neatsiperkančiomis.

Jautrumo analizė. Jautrumo analizei atlikti pasirinkti du pagrindiniai kintamieji – investicijų vertės bei elektros energijos priimtos kainos sumažėjimas 10 proc. bei padidėjimas 10 proc.

Siekiant įvertinti investicijų įtaką projekto įgyvendinimui, būtina atlikti jautrumo analizės skaičiavimus, kurių metu planuojama investicijų vertė sumažinama 10 proc. ir padidinama 10 proc. – pirmu atveju planuojamos investicijos įvertinamos 9900 Eur, antru – 12100 Eur. Gauti rezultatai pateikti 4 lentelėje (pirmame kiekvienos kainodaros stulpelyje pateikti skaičiavimai su investicijų vertės sumažėjimu 10 proc., antrame – su 10 proc. padidėjimu). Pagal gautus rezultatus matyti, kad planuojamoms saulės elektrinės įrengimo investicijoms sumažėjus 10 proc., 10 kW galios saulės elektrinės įrengimas atsipirktų esant bet kuriai analizuojamai diskonto normai. Planuojamų investicijų vertės padidėjimas gerokai sumažintų projekto atsipirkimo rezultatus.

4 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	6129,13	3929,13	5365,01	3165,01	5734,43	3534,43	6275,74	4075,74
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	3073,74	873,74	2455,28	255,28	2754,27	554,27	3192,40	992,40
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	827,34	-1372,66	315,96	-1884,04	563,19	-1636,81	925,46	-1274,54
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,62	1,32	1,54	1,26	1,58	1,29	1,63	1,34
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,31	1,07	1,25	1,02	1,28	1,05	1,32	1,08
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	1,08	0,89	1,03	0,84	1,06	0,86	1,09	0,89
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	8%	6%	7%	5%	8%	5%	8%	6%

Siekiant įvertinti priimtą skaičiavimuose elektros energijos kWh kainos pasikeitimo įtaką projekto įgyvendinimui, taip pat atlikti jautrumo analizės skaičiavimai, kurių metu naudojama elektros

energijos kWh kaina sumažinama 10 proc. ir padidinama 10 proc. – pirmu atveju jos dydis 0,10233 Eur/kWh, antru – 0,12507 Eur/kWh. Gauti rezultatai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	3050,04	7008,21	2285,93	6244,10	2655,34	6613,51	3558,16	6793,31
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	371,90	3575,58	-246,56	2957,12	52,43	3256,12	783,16	3401,64
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	-1597,14	1051,82	-2108,52	540,45	-1861,29	787,67	-1257,09	908,00
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,28	1,64	1,21	1,57	1,24	1,60	1,32	1,62
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,03	1,33	0,98	1,27	1,00	1,30	1,07	1,31
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	0,85	1,10	0,81	1,05	0,83	1,07	0,89	1,08
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	5%	8%	5%	8%	5%	8%	6%	8%

Išanalizavus 5 lentelėje pateiktus duomenis, galime teigti, kad elektros energijos kainos sumažėjimas neigiamai veiktų saulės elektrinės įrengimo projekto ekonominę efektyvumą, nes kainai mažėjant naudingiau reikiama elektros energijos kiekį įsigyti iš elektros tiekėjo. Šį faktą patvirtina gauta vidinė pelno gražos norma, kuri esant elektros energijos kainos sumažėjimui 10 proc. yra lygi 5-6 proc.

Elektros energijos kainos padidėjimas 10 proc. teigiamai veiktų tokio planuojamo įgyvendinti projekto efektyvumą – tai parodo vidinė pelno gražos norma, kuri visais galimais pasirinkti kainodaros atvejais yra 8 proc.

Atlikus jautrumo analizę galime teigti, kad 10 kW galios saulės elektrinės įrengimui neigiamą įtaką turėtų investicijų vertės padidėjimas bei perkamos iš tinklų elektros energijos kainos sumažėjimas. Teigiamą įtaką tokio projekto įgyvendinimui turėtų investicijų vertės sumažėjimas bei elektros energijos kainos padidėjimas.

Projekto investicijų efektyvumo vertinimas su subsidija. Kaip minėta teorinėje dalyje tokio pobūdžio projektui įgyvendinti galima gauti 80 proc. subsidiją, šiuo atveju tai sudarytų 8800 Eur. Atliekant skaičiavimus planuojamos investicijos bus vertinamos be gaunamos subsidijos, t. y. investicijos sudarys 2200 Eur. Visa skaičiavimo forma pateikta 5 priede, o žemiau pateiktoje 6 lentelėje pateikti tik gauti apibendrinti skaičiavimo rezultatai.

6 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija skaičiavimo rezultatai

	I kainodara	II kainodara	III kainodara	IV kainodara
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	13829,13	13065,01	13434,43	13975,74
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	10773,74	10155,28	10454,27	10892,40
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	8527,34	8015,96	8263,19	8625,46
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	7,29	6,94	7,11	7,35
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	5,90	5,62	5,75	5,95
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	4,88	4,64	4,76	4,92
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	42%	40%	41%	42%

Tokio pobūdžio projekto įgyvendinimui gavus 80 proc. subsidiją ir esant bet kuriai diskonto normai 10 kW galios saulės elektrinės įdiegimo projektas yra atsiperkantis ir tinkamas įgyvendinti.

Įgyvendinant minėtą projektą su subsidija, investicijos atsipirktų jau 4 metais po projekto įgyvendinimo visais kainodaros ir diskonto normos atvejais. Vertinant 6 lentelėje pateiktus dabartinės grynosios vertės, įplaukų ir išlaidų santykio bei projekto vidinės pelno normos rezultatus, vartotojas turėtų rinktis pirmą arba ketvirtą kainodaros būdą.

Jautrumo analizė. Projekto įgyvendinimui gavus subsidiją taip pat bus atliekama jautrumo analizė esant tokiems pat tiriamiems parametrams – investicijų vertės pasikeitimui 10 proc. ir elektros energijos kainos pasikeitimui 10 proc. Gauti rezultatai keičiantis investicijų vertei pateikti 7 lentelėje. Vertinant 6 ir 7 lentelių duomenis, matyti, kad investicijų vertės sumažėjimas turi teigiamą naudą projekto efektyvumui, o investicijų vertės padidėjimas tokiam projektui įgyvendinti sumažina atsipirkimo ir pelno rodiklius.

7 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	14049,13	13367,13	13285,01	12603,01	13654,43	12972,43	14195,74	13513,74
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	10993,74	10311,74	10375,28	9693,28	10674,27	9992,27	11112,40	10430,40
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	8747,34	8065,34	8235,96	7553,96	8483,19	7801,19	8845,46	8163,46
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	8,10	6,02	7,71	5,73	7,90	5,87	8,17	6,08
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	6,55	4,87	6,24	4,64	6,39	4,75	6,61	4,92
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	5,42	4,03	5,16	3,84	5,28	3,93	5,47	4,07
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	46%	35%	44%	33%	45%	34%	47%	35%

Žemiau pateiktoje 8 lentelėje atvaizduoti jautrumo analizės, keičiantis priimtai elektros energijos kainai, duomenys. Jeigu palyginus 6 ir 8 lentelėje pateiktus duomenis, galima daryti tą pačią išvadą, kad elektros energijos kainos sumažėjimas šiek tiek mažina planuojamo įgyvendinti projekto vertę, o elektros energijos kainos padidėjimas – dar labiau pagerina tokio projekto efektyvumo, atsiperkamumo rodiklius.

8 lentelė. 10 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	11850,04	15808,21	11085,93	15044,10	11455,34	15413,51	12358,16	15593,31
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	9171,90	12375,58	8553,44	11757,12	8852,43	12056,12	9583,16	12201,64
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	7202,86	9851,82	6691,48	9340,45	6938,71	9587,67	7542,91	9708,00
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	6,39	8,19	6,04	7,84	6,21	8,01	6,62	8,09
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	5,17	6,63	4,89	6,34	5,02	6,48	5,36	6,55
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	4,27	5,48	4,04	5,25	4,15	5,36	4,43	5,41
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	37%	47%	35%	45%	36%	46%	38%	46%

Atlikus 10 kW galios saulės įrengimo ant administracinio pastato stogo atsiperkamumo skaičiavimus, esant sąlygai kai instaliuota saulės elektrinė gali pagaminti tik apie 34 proc. pastate suvartojamos elektros energijos, galima daryti išvadą, kad esant 3 ir 5 proc. diskonto normai tokia investicija yra efektyvi ir atsiperkanti, o esant 7 proc. diskonto normai – investicija neatsiperka. Įvertinus galimos

subsidijos įtaką investicijų efektyvumui, gauti rezultatai parodo, kad tokio pobūdžio investicija yra greitai atsiperkanti ir labai pelninga. Tokios galios saulės elektrinės vartotojas turėtų rinktis pirmą arba ketvirtą kainodaros būdą atsiskaityti už naudojimosi tinklais paslaugą.

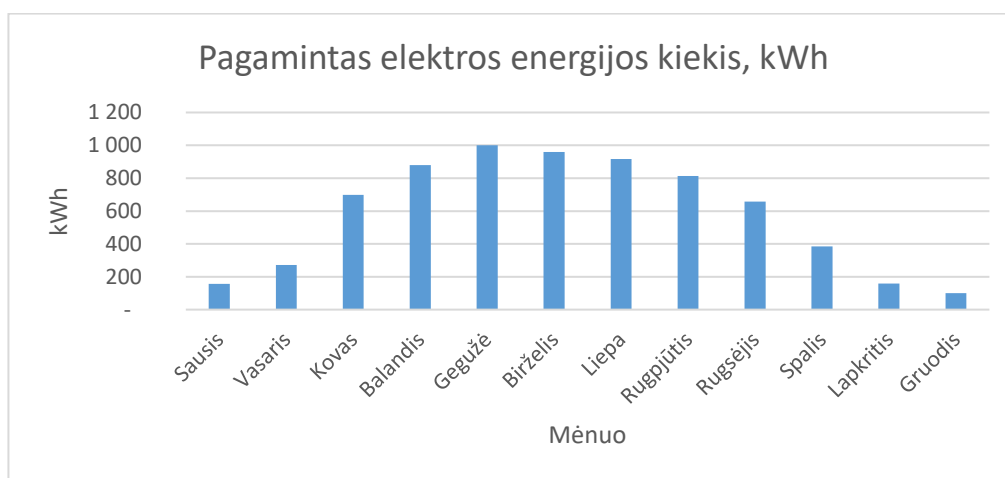
Atlikus jautrumo analizę galime teigti, kad 10 kW galios saulės elektrinės įrengimui be subsidijos neigiamą įtaką turėtų investicijų vertės padidėjimas bei perkamos iš tinklų elektros energijos kainos sumažėjimas. Teigiamą įtaką tokio projekto įgyvendinimui turėtų investicijų vertės sumažėjimas bei elektros energijos kainos padidėjimas. Analogišką projektą įgyvendinant su subsidija, gauti rezultatai darantys teigiamą ir neigiamą įtaką projekto įgyvendinimui yra tokie patys, tačiau gavus subsidiją projektui įgyvendinti nagrinėjamų parametrų pasikeitimas nedaro didelės įtakos projekto atsipirkimui.

3.2.2. Saulės elektrinės diegimo Administraciniame pastate Nr. 2 vertinimas

Šioje darbo dalyje bus analizuojama saulės baterijų įrengimas ant Administracinio pastato Nr. 2 stogo. Pagal 1 lentelėje pateiktą metinį energijos suvartojimą galima teigti, kad energijos poreikiui patenkinti reikia įrengti 6 kW galios saulės elektrinę. Investicijų įvertinimo skaičiavimai bus atlikti 6 kW galios saulės elektrinei ir pateikiamos išvados, remiantis tokiomis prielaidomis:

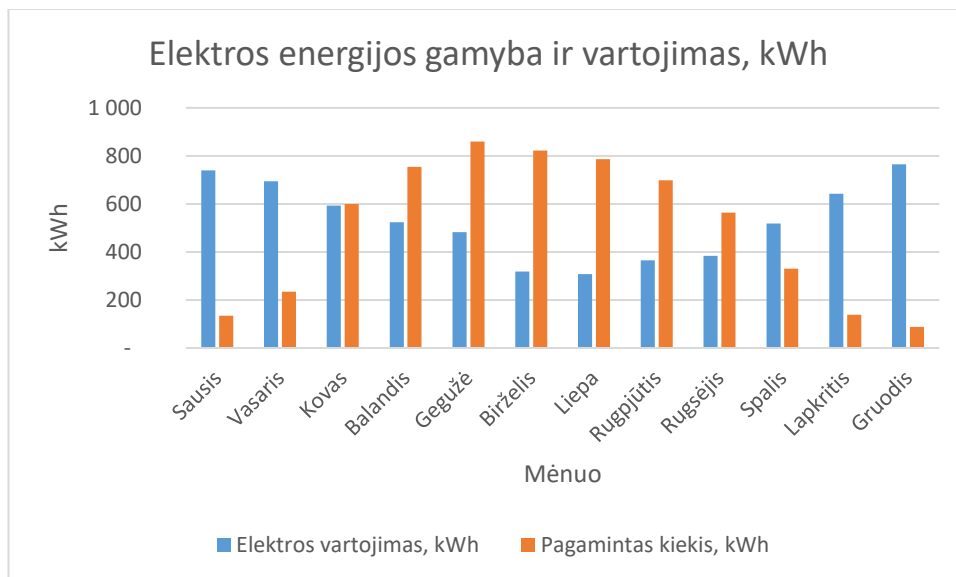
- 1 kW galios saulės elektrinės įrengimo kaina priimama 1100 Eur, todėl įrengti 6 kW galios saulės elektrinę investicijos sudarytų 6600 Eur;
- saulės elektrinė nereikalauja jokių papildomų eksploatacinių išlaidų, nes jos priežiūra – dulkių valymu vasaros metu bei esant poreikiui sniego valymu – rūpinsis pati administracija. Saulės elektrinės draudimo išlaidos papildomai nėra vertinamos, nes jos įsiskaičiuos į bendrą pastato draudimo kainą.
- vidutinė 1 kWh elektros kaina – 0,1137 Eur.

Prognozuojamai šios 6 kW galios saulės elektrinės elektros gamybai įvertinti pasinaudosiu Europos Komisijos sukurta saulės energijos gamybos skaičiuokle PVGIS. Gauti rezultatai pateikiami 11 pav. ir 2 priede. Kaip matyti pateiktame grafike didžiausia elektros energijos gamyba vyktų kovo – rugsėjo mėnesiais.



11 pav. Metinis pagamintos elektros energijos kiekis 6 kW galios saulės elektrinėje, kWh

Žemiau pateiktame 12 pav. yra pateikti sugretinti šios projektuojamos 6 kW galios saulės elektrinės gamybos ir pastate vartojamos elektros energijos duomenys. Kaip matyti 12 pav. grafike, elektros energijos gamyba viršija elektros vartojimą tik laikotarpyje nuo balandžio iki rugsėjo mėn. Šiuo laikotarpiu pagamintą elektros energiją, kuri viršija vartojimą, tektų perduoti į tinklus pasaugoti, kol elektros energijos prireiks – iki spalio mėn.



12 pav. Elektros energijos vartojimas ir gamyba 6 kW saulės elektrinėje, kWh

Siekiant įvertinti paliekamos pasaugoti perteklinės energijos ir perkamos trūkstamos energijos kiekį pateikiama 9 lentelė, kurioje pagal mėnesius pateikti elektros energijos poreikis, gamyba ir perkeliav arba trūkumas. Elektros energijos skirtumas – 325 kWh. Iš viso į tinklus kovo–rugsėjo mėnesiais perduodama „pasaugoti“ 2109 kWh elektros energijos.

9 lentelė. Administracinio pastato Nr. 2 elektros energijos vartojimas, gamyba ir skirtumas, kWh

Mėnuo	Elektros vartojimas, kWh	Pagamintas kiekis, kWh	Skirtumas, kWh
Sausis	740	135	605
Vasaris	695	235	460
Kovas	593	600	- 7
Balandis	524	754	- 230
Gegužė	483	860	- 377
Birželis	319	822	- 503
Liepa	308	787	- 479
Rugpjūtis	365	698	- 333
Rugsėjis	384	564	- 180
Spalis	519	330	189
Lapkritis	642	139	503
Gruodis	765	88	677
	6 337	6 012	325

Žinant investicijų poreikį ir pritaikius visas kitas šiame skyriuje iškeltas prielaidas, galima atlikti skaičiavimus, kuriais būtų įvertintas 6 kW galios saulės elektrinės įrengimo ant Administracinio

pastato Nr. 2 stogo projekto efektyvumas. Skaičiavimams atlikti bus taikomos analogiškos prieš tai skaičiavimuose taikytos sąlygos: standartinis 25 metų investicijų vertinimo laikotarpis, investicijų įgyvendinimo trukmė – 1 metai. Skaičiavimai bus atlikti esant kelioms diskonto normos reikšmėms – 3, 5 ir 7 proc.

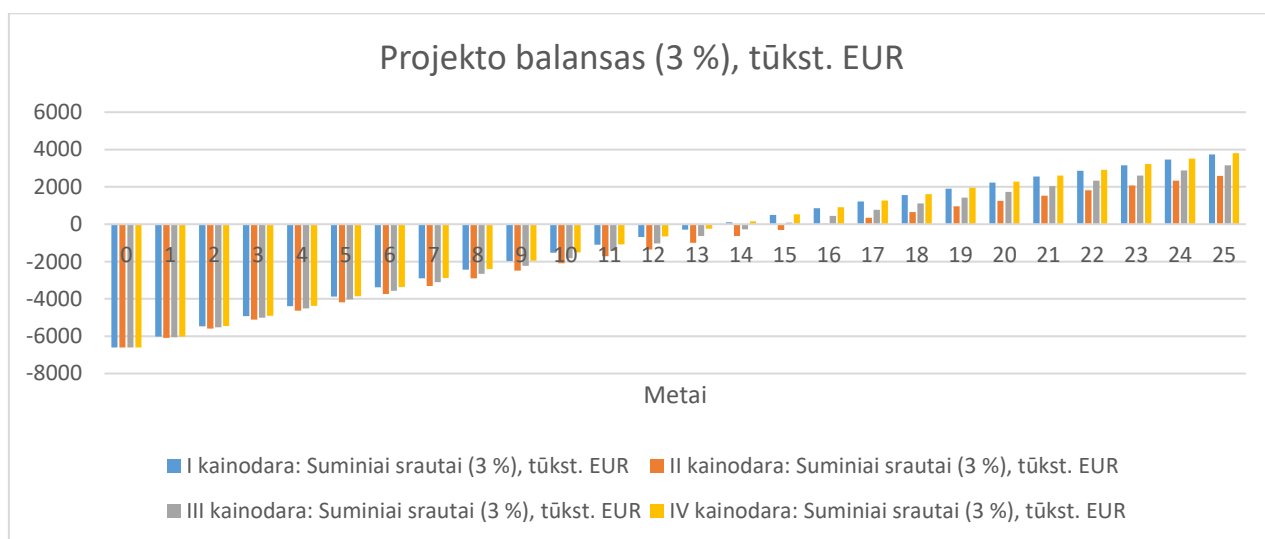
Projekto investicijų efektyvumo vertinimas be subsidijos. Visa skaičiavimo forma pateikta 6 priede, o žemiau pateiktoje 10 lentelėje pateikti tik gauti apibendrinti skaičiavimo rezultatai.

10 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos be subsidijos skaičiavimo rezultatai

	I kainodara	II kainodara	III kainodara	IV kainodara
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	3738,85	2587,52	3155,60	3799,81
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	1768,11	836,24	1296,04	1817,45
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	319,17	-451,34	-71,16	359,97
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,57	1,39	1,48	1,58
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,27	1,13	1,20	1,28
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	1,05	0,93	0,99	1,05
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	8%	6%	7%	8%

Įvertinant 10 lentelėje pateiktus rezultatus, matome, kad esant 3 ir 5 proc. diskonto normai, skaičiuoti rodikliai tik patvirtina, kad projektas yra gyvybingas ir tinkamas įgyvendinti, o esant 7 proc. diskonto normai ir vartotojui pasirinkus antrą arba trečią kainodaros būdą, tokio pobūdžio investicija neatsiperka. Vertinant šios investicijos įplaukų ir išlaidų santykį, gauti skaičiai yra vos didesni už vieną – tai rodo, kad vienas investuotas euras generuoja nuo 5 centų iki 58 centų pelno, priklausomai nuo projektui taikomos 3 ar 5 proc. diskonto normos. Šis investuotų lėšų gražos dydis nėra patrauklus investuotojams, todėl tokio pobūdžio projektai nėra aktyviai įgyvendinami. Dažniausiai tokio pobūdžio projektai yra įgyvendinami siekiant prisidėti prie aplinkosauginių tikslų – klimato kaitos mažinimo, šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo.

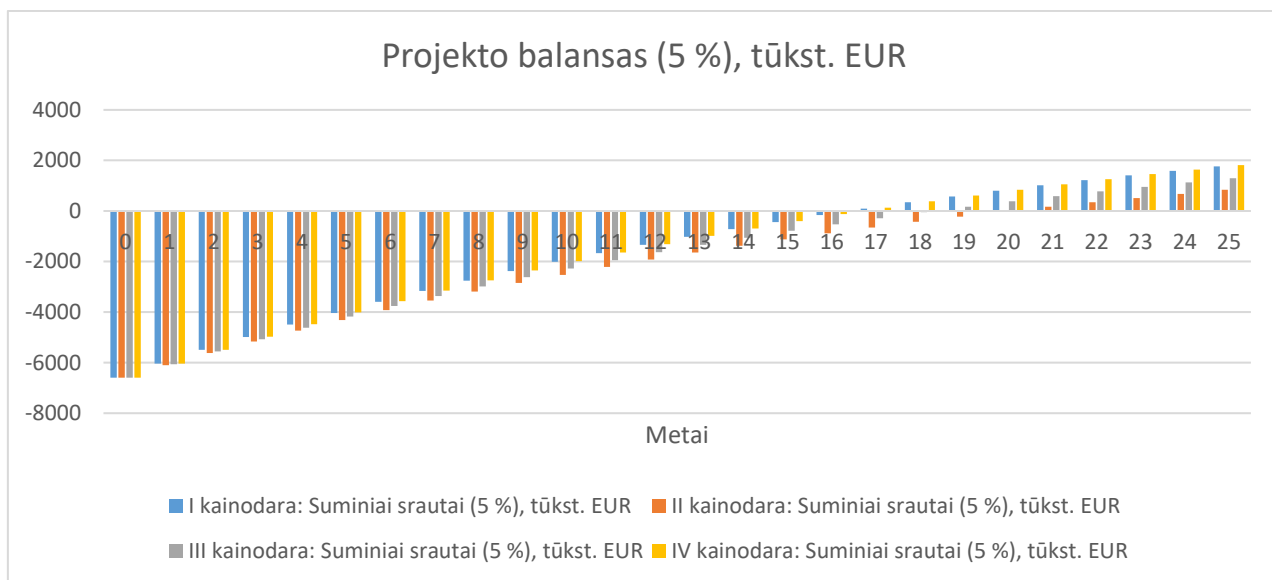
Žemiau pateiktame 13 pav. pavaizduotas 6 kW galios saulės elektrinės atsipirkimo laikotarpis taikant 3 proc. diskonto normą.



13 pav. 6 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 3 proc. diskonto normą

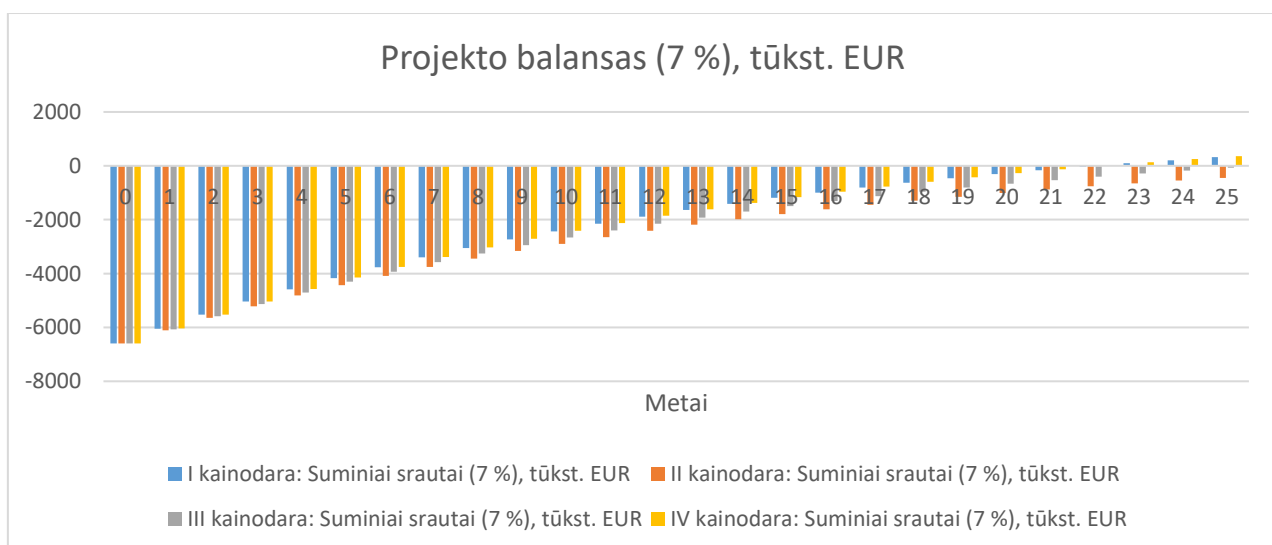
Kaip matyti 6 pav. pateiktame grafike, tokio pobūdžio investicija esant 3 proc. diskonto normai ir vartotojui pasirinkus pirmą arba ketvirtą kainodaros būdą, atsiperka per 14 metų po projekto įgyvendinimo, pasirinkus trečią kainodaros būdą – per 16 metų, o antrą – per 17 metų po projekto įgyvendinimo.

14 pav. pavaizduotas tos pačios galios saulės elektrinės atsipirkimas, taikant 5 proc. diskonto normą, o 15 pav. – 7 proc. Taikant 5 proc. diskonto normą (14 pav.) tokio pobūdžio investicija vartotojui pasirinkus pirmą arba ketvirtą kainodaros būdą atsipirktų per 17 metų po projekto įgyvendinimo, o pasirinkus kitus du atsipirkimas užsitęstų nuo 19 iki 21 metų po projekto įgyvendinimo.



14 pav. 6 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 5 proc. diskonto normą

Ilgiausias tokio pobūdžio investicijos atsipirkimo laikotarpis yra taikant 7 proc. diskonto normą. Vartotojui pasirinkus antrą arba trečią kainodaros būdą, ši investicija neatsipirktų per visą vertinamą laikotarpį.



15 pav. 6 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 7 proc. diskonto normą

Atlikus 6 kW galios saulės elektrinės įrengimo ant Administracinio pastato Nr. 2 stogo ekonominio efektyvumo skaičiavimus, galima daryti išvadą, kad tokios investicijos nėra labai pelningos, o didėjant diskonto normai jos tampa ir neatsiperkančiomis.

Jautrumo analizė. Siekiant įvertinti investicijų įtaką projekto įgyvendinimui, būtina atlikti jautrumo analizės skaičiavimus, kurių metu planuojama investicijų vertė sumažinama 10 proc. ir padidinama 10 proc. – pirmu atveju planuojamos investicijos įvertinamos 5940 Eur, antru – 7260 Eur. Gauti rezultatai pateikti 11 lentelėje. Pagal gautus rezultatus matyti, kad planuojamoms saulės elektrinės įrengimo investicijoms sumažėjus 10 proc., 6 kW galios saulės elektrinės įrengimas atsipirktų esant bet kuriai analizuojamai diskonto normai. Planuojamų investicijų vertės padidėjimas gerokai sumažintų projekto atsipirkimo rezultatus, tokio projekto įgyvendinti nerekomenduojama.

11 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	4398,85	3078,85	3247,52	1927,52	3815,60	2495,60	4459,81	3139,81
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	2428,11	1108,11	1496,24	176,24	1956,04	636,04	2477,45	1157,45
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	979,17	-340,83	208,66	-1111,34	588,84	-731,16	1019,97	-300,03
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,74	1,42	1,55	1,27	1,64	1,34	1,75	1,43
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,41	1,15	1,25	1,02	1,33	1,09	1,42	1,16
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	1,16	0,95	1,04	0,85	1,10	0,90	1,17	0,96
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	9%	6%	7%	5%	8%	6%	9%	7%

Žemiau pateiktoje 12 lentelėje pateikiami jautrumo analizės duomenys, keičiantis elektros energijos kainai. Gauti rezultatai patvirtina prieš tai padarytą išvadą, kad elektros energijos kainos sumažėjimas pablogina saulės elektrinės įrengimo projekto ekonominio efektyvumo rezultatus, o elektros energijos kainos padidėjimas rinkoje projektą paverčia efektyviu ir tinkamu įgyvendinti, esant bet kuriai iš analizuotų diskonto normų.

12 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	2548,54	4929,15	1397,22	3777,82	1965,30	4345,90	2759,83	4839,79
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	804,70	2731,52	-127,17	1799,65	332,62	2259,45	975,71	2659,20
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	-477,42	1115,77	-1247,94	345,26	-867,76	725,44	-336,03	1055,97
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,39	1,75	1,21	1,57	1,30	1,66	1,42	1,73
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,12	1,41	0,98	1,27	1,05	1,34	1,15	1,40
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	0,93	1,17	0,81	1,05	0,87	1,11	0,95	1,16
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	6%	9%	5%	8%	5%	8%	6%	9%

Gauti jautrumo analizės rezultatai patvirtino prieš tai padarytas išvadas, kad mažėjant elektros energijos kainai ir didėjant planuotoms investicijoms, tai turi neigiamą įtaką projekto atsipirkimui.

Projekto investicijų efektyvumo vertinimas su subsidija. Kaip minėta teorinėje dalyje tokio pobūdžio projektui įgyvendinti galima gauti 80 proc. subsidiją, šiuo atveju tai sudarytų 5280 Eur. Skaičiuojant 6 kW galios saulės elektrinės įrengimo investicijas, jos bus vertinamos be gaunamos subsidijos, t. y. planuojamos investicijos sudarys 1320 Eur. Visa skaičiavimo forma pateikta 7 priede, o žemiau pateiktoje 13 lentelėje pateikti tik gauti apibendrinti skaičiavimo rezultatai:

13 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija skaičiavimo rezultatai

	I kainodara	II kainodara	III kainodara	IV kainodara
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	9018,85	7867,52	8435,60	9079,81
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	7048,11	6116,24	6576,04	7097,45
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	5599,17	4828,66	5208,84	5639,97
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	7,83	6,96	7,39	7,88
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	6,34	5,63	5,98	6,38
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	5,24	4,66	4,95	5,27
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	45%	40%	42%	45%

Gavus 80 proc. subsidiją ir esant bet kuriai diskonto normai šios projektas yra atsiperkantis ir tinkamas įgyvendinti. Įvertinus gautą projekto vidinę pelno normą (IRR) 40–45 proc., galima teigti, kad projektas yra labai pelningas. Šis projektas visais diskonto normos atvejais ir pasirinkta kainodara atsipirktų per trečius po projekto įgyvendinimo metus.

Jautrumo analizė. 6 kW galios saulės elektrinės įrengimui gavus subsidiją taip pat atliekama jautrumo analizė esant analogiškiems tiriamiems parametrams – investicijų vertės pasikeitimui 10 proc. ir elektros energijos kainos pasikeitimui 10 proc. Gauti rezultatai keičiantis investicijų vertei (sumažėjant iki 1188 Eur ir padidėjant iki 1452 Eur) pateikti 14 lentelėje. Vertinant 13 ir 14 lentelių duomenis, matyti, kad investicijų vertės sumažėjimas turi teigiamą naudą projekto efektyvumui, o investicijų vertės padidėjimas tokiam projektui įgyvendinti sumažina atsipirkimo ir pelno rodiklius.

14 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų vertei

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	9150,85	8886,85	7999,52	7735,52	8567,60	8303,60	9211,81	8947,81
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	7180,11	6916,11	6248,24	5984,24	6708,04	6444,04	7229,45	6965,45
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	5731,17	5467,17	4960,66	4696,66	5340,84	5076,84	5771,97	5507,97
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	8,70	7,12	7,73	6,33	8,21	6,72	8,75	7,16
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	7,04	5,76	6,26	5,12	6,65	5,44	7,09	5,80
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	5,82	4,77	5,18	4,23	5,50	4,50	5,86	4,79
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	50%	41%	44%	36%	47%	39%	50%	41%

Įvertinus elektros energijos kainos pasikeitimą 6 kW galios saulės elektrinės įrengimui ant viešojo pastato stogo gavus subsidiją, šis galimas 10 proc. elektros energijos kainos svyravimas nedaro didelės įtakos projekto rezultatams – projektai bet kuriuo atveju yra greitai atsiperkantys ir tinkami įgyvendinti.

15 lentelė. 6 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	7828,54	10209,15	6677,22	9057,82	7245,30	9625,90	8039,83	10119,79
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	6084,70	8011,52	5152,83	7079,65	5612,62	7539,45	6255,71	7939,20
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	4802,58	6395,77	4032,06	5625,26	4412,24	6005,44	4943,97	6335,97
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	6,93	8,73	6,06	7,86	6,49	8,29	7,09	8,67
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	5,61	7,07	4,90	6,36	5,25	6,71	5,74	7,01
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	4,64	5,85	4,05	5,26	4,34	5,55	4,75	5,80
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	40%	50%	35%	45%	37%	48%	41%	50%

Atlikus 6 kW galios saulės įrengimo ant administracinio pastato stogo atsiperkamumo skaičiavimus, kai saulės elektrinė gali pagaminti praktiškai visą pastate suvartojamos elektros energijos kiekį, galima padaryti išvadą, kad tokios investicijos nėra labai pelningos, o didėjant diskonto normai jos tampa ir neatsiperkančiomis. Tokio pobūdžio projektui įgyvendinti gavus subsidiją, projektas atsipirktų per trečius metus po projekto įgyvendinimo. Vartotojas, įsirengęs 6 kW galios saulės elektrinę turėtų rinktis pirmą arba ketvirtą kainodaros būdą atsiskaityti už pasinaudojimo tinklais paslaugą.

Atlikus jautrumo analizę ir vertinant dviejų analogiškų ir prieš tai vertintų parametru – investicijų vertės ir elektros energijos kainos – pasikeitimą, gauta ta pati išvada, kad neigiamą įtaką projekto rezultatams daro investicijų padidėjimas ir elektros energijos kainos sumažėjimas, o teigiamą – investicijų sumažėjimas ir elektros energijos kainos padidėjimas.

3.3. Mokslo paskirties pastatai

Mokslo paskirties pastatų yra daugiausiai tarp savivaldos valdomų viešųjų pastatų rūšių. Skaičiavimams atlikti ir išvadoms formuluoti bus naudojami pakankamai didelės mokyklos duomenys. Mokyklų darbo laikas taip pat dažniausiai yra įprastomis darbo dienų darbo valandomis. Vertinama mokykla karštą vandenį gauna iš centralizuoto šilumos tiekėjo. Elektros energijos suvartojimas mokykloje pateikiamas 9 lentelėje. Elektra šiame pastate naudojama apšvietimui, kompiuterinei ir kitai elektros technikai veikti.

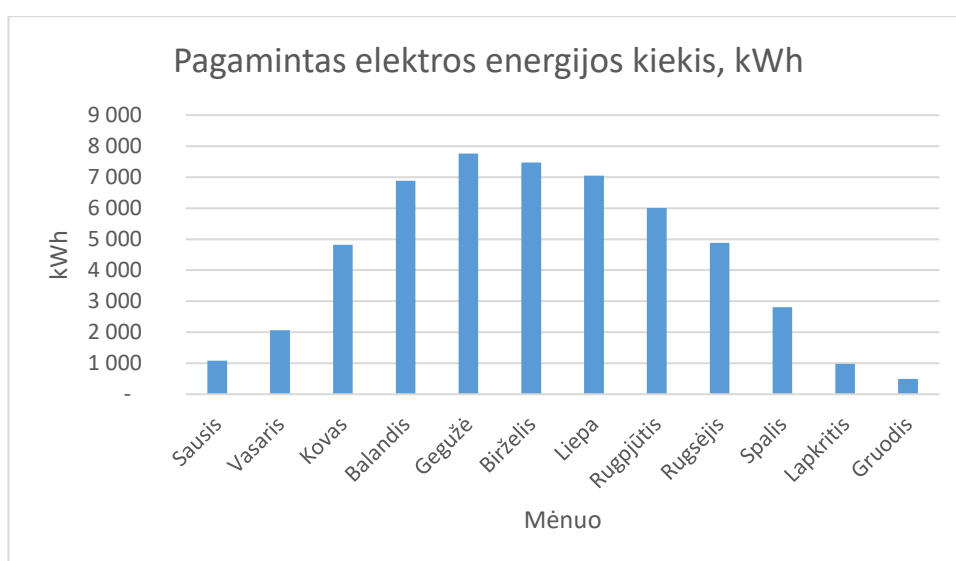
Mokykla yra švietimo įstaiga, todėl vasaros metu elektros energijos vartojimas yra mažas. Mokyklos pastato stogas sudarytas iš kelių dalių – šlaitinio (netinkamo saulės elektrinėms įrengti) ir plokščio. Planuojama, kad ant mokyklos stogo bus įrengiama 50 kW saulės elektrinė. Tokiai saulės elektrinei būtų galima gauti subsidiją iš Klimato kaitos programos.

Metinis šio tiriamo pastato elektros energijos suvartojimas yra 101341 kWh, iš jų didžiausias elektros vartojimas būna rugsėjo–gegužės mėn. Įvertinus metinį elektros energijos suvartojimą būtų galima teigti, kad energijos poreikiui patenkinti reikia įrengti 100 kW saulės elektrinę, tačiau tokios elektrinės įrengti nėra galimybės, atsižvelgiant į pastato stogo parametrus.

Investicijų įvertinimo skaičiavimai bus atlikti 50 kW saulės elektrinei ir pateikiamos išvados, remiantis tokiomis prielaidomis:

- 1 kW galios saulės elektrinės įrengimo kaina priimama 1100 Eur, todėl įrengti 50 kW saulės elektrinę investicijos būtų 55000 Eur;
- saulės elektrinė nereikalauja jokių papildomų eksploatacinių išlaidų, nes jos priežiūra – dulkių valymu vasaros metu bei esant poreikiui sniego valymu – rūpinsis pati mokyklos administracija. Saulės elektrinės draudimo išlaidos papildomai nėra vertinamos, nes jos įsiskaičiuos į bendrą pastato draudimo kainą.
- vidutinė 1 kWh elektros kaina – 0,1137 Eur.

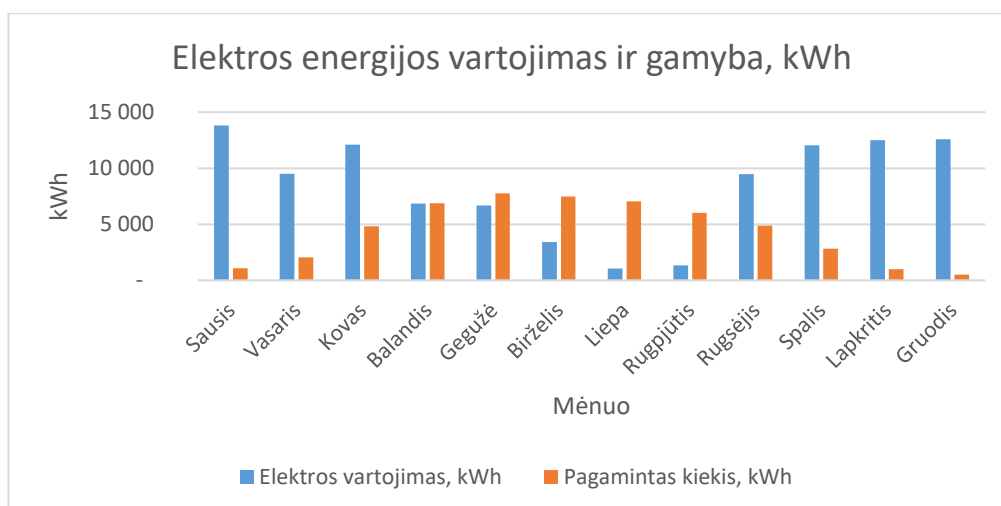
Prognozuojamai šios 50 kW saulės elektrinės elektros gamybai įvertinti pasinaudosiu ta pačia Europos Komisijos sukurta saulės energijos gamybos skaičiuokle PVGIS. Gauti rezultatai pateikiami 16 pav. ir 3 priede.



16 pav. Metinis pagamintos elektros energijos kiekis 50 kW galios saulės elektrinėje, kWh

Kaip matyti 16 pav. didžiausia elektros energijos gamyba šioje planuojamoje 50 kW galios saulės elektrinėje vyktų kovo–rugsėjo mėnesiais. Tačiau būtina įvertinti faktą, kad dalį elektros energijos vis vien tektų įsigyti iš elektros tinklų, nes projektuojama 50 kW galios saulės elektrinė per metus pagamintų iki 52300 kWh elektros energijos, kai metinis šio pastato elektros energijos poreikis yra 101341 kWh. Todėl dar apie 50 proc. elektros energijos tektų įsigyti iš elektros tinklų, vidutine priimta kaina 0,1137 Eur/kWh.

Žemiau pateiktame 17 pav. yra pateikti sugretinti šios projektuojamos saulės elektrinės gamybos ir pastate vartojamos elektros energijos duomenys. Kaip matyti grafike, elektros energijos gamyba viršija vartojimą tik laikotarpyje nuo gegužės iki rugpjūčio mėn. Šiuo laikotarpiu pagamintą elektros energiją, kuri viršija vartojimą, tektų perduoti į tinklus pasaugoti, kol elektros energijos prireiks – iki rugsėjo mėn.



17 pav. Elektros energijos vartojimas ir gamyba 50 kW saulės elektrinėje, kWh

Šio pastato elektros energijos poreikiui patenkinti rugsėjo–kovo mėnesiais elektros energijos skirtumą tektų įsigyti iš elektros tiekėjo priimtu tarifu – 0,1137 Eur/kWh.

Siekiant įvertinti paliekamos pasaugoti perteklinės energijos ir perkamos trūkstamos energijos kiekį pateikiama 15 lentelė, kurioje pagal mėnesius pateiktas elektros energijos poreikis, gamyba ir perkelius arba trūkumas, gautas skirtumas – 49041 kWh. Iš viso į tinklus balandžio–rugpjūčio mėnesiais būtų perduodama „pasaugoti“ 15864 kWh elektros energijos.

15 lentelė. Mokslo paskirties pastato elektros energijos vartojimas, gamyba ir skirtumas, kWh

Mėnuo	Elektros vartojimas, kWh	Pagamintas kiekis, kWh	Skirtumas, kWh
Sausis	13 812	1 080	12 732
Vasaris	9 511	2 060	7 451
Kovas	12 089	4 820	7 269
Balandis	6 851	6 880	- 29
Gegužė	6 663	7 760	- 1 097
Birželis	3 419	7 470	- 4 051
Liepa	1 036	7 050	- 6 014
Rugpjūtis	1 337	6 010	- 4 673
Rugsėjis	9 475	4 880	4 595
Spalis	12 049	2 810	9 239
Lapkritis	12 517	980	11 537
Gruodis	12 582	500	12 082
Viso	101341	52300	49 041

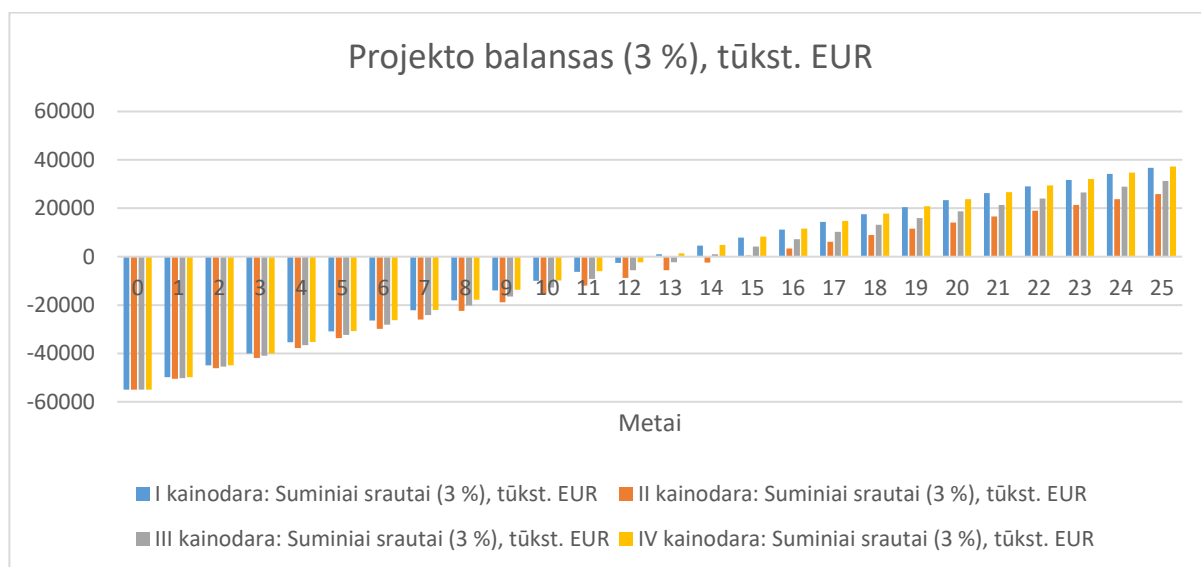
Žinant investicijų poreikį ir pritaikius visas kitas šiame skyriuje iškeltas prielaidas galima atlikti skaičiavimus, kuriais būtų įvertintas šios 50 kW galios saulės elektrinės įrengimo ant mokslo paskirties pastato stogo projekto efektyvumas. Skaičiavimams atlikti bus naudojamas standartinis 25 metų investicijų vertinimo laikotarpis, investicijų įgyvendinimo trukmė – 1 metai. Skaičiavimai bus atlikti esant kelioms diskonto normos reikšmėms – 3, 5 ir 7 proc.

Projekto investicijų efektyvumo vertinimas be subsidijos. Visa skaičiavimo forma pateikta 8 priede, o žemiau pateiktoje 16 lentelėje pateikti tik gauti apibendrinti skaičiavimo rezultatai:

16 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės investicijos be subsidijos skaičiavimo rezultatai

	I kainodara	II kainodara	III kainodara	IV kainodara
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	36781,75	25918,37	31286,85	37240,31
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	19286,79	10494,14	14839,30	19657,95
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	6424,06	-846,15	2746,65	6730,95
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,67	1,47	1,57	1,68
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,35	1,19	1,27	1,36
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	1,12	0,98	1,05	1,12
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	8%	7%	8%	8%

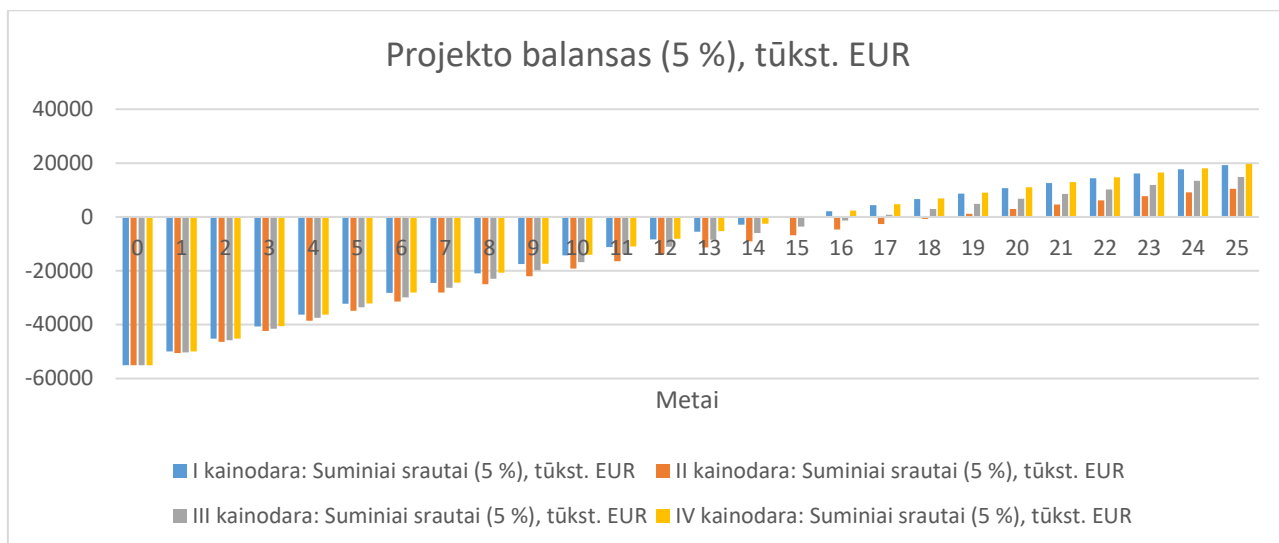
Įvertinant 16 lentelėje pateiktus rezultatus, matyti, kad projektas yra efektyvus ir tinkamas įgyvendinti, esant 3 ir 5 proc. diskonto normai visais keturiais galimais kainodaros būdais. Esant 3 ir 5 proc. diskonto normoms projekto vidinė pelno norma viršija diskonto normas, todėl projektas laikomas atsiperkančiu ir priimtiniu, tačiau atkreipus dėmesį į įplaukų/išlaidų santykių rodiklius matyti, kad jie yra pakankamai nedideli ir investicija nėra labai pelninga. Esant 7 proc. diskonto normai pastebime, kad pritaikius antrą kainodaros būdą šis projektas tampa neatsiperkančiu.



18 pav. 50 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 3 proc. diskonto normą

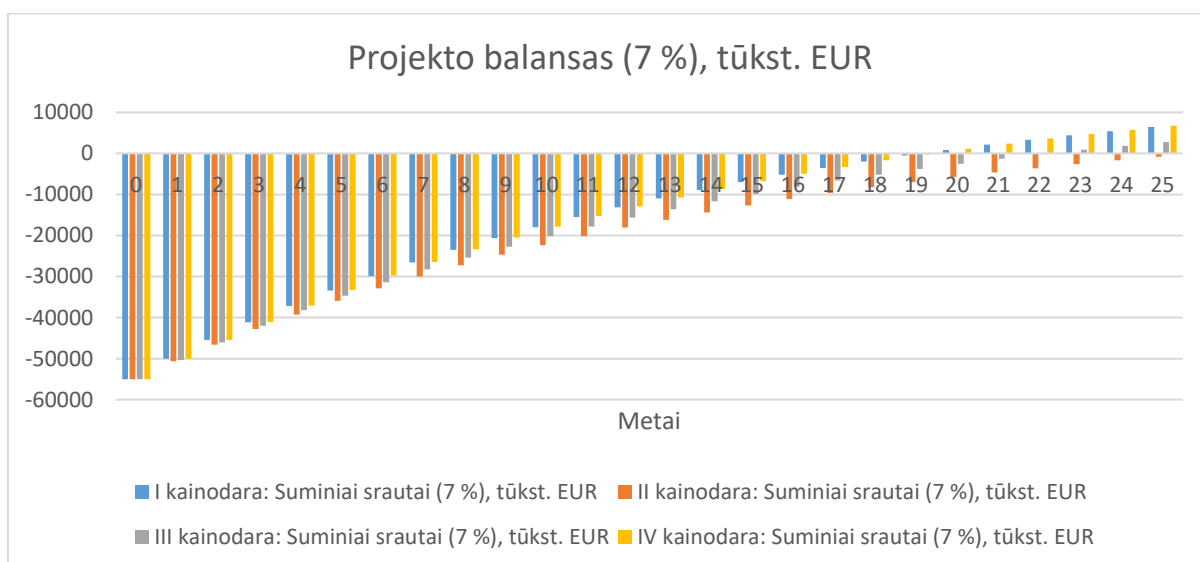
18 pav. pavaizduotas šios 50 kW galios saulės elektrinės atsipirkimo laikotarpis taikant 3 proc. diskonto normą ir visus keturis galimus kainodaros būdus. Pateiktame grafike matyti, kad esant išsikeltoms prielaidoms ši projektuojama saulės elektrinė atsipirktų 13–15 metais po projekto įgyvendinimo. Įvertinus tai, kad dalį energijos (apie 50 proc. poreikio) vis vien tektų pirkti iš elektros tinklų, tai yra labai geras atsipirkimo rodiklis.

19 pav. pateikti analogiškos investicijos skaičiavimas taikant 5 proc. diskonto normą. Tokio pobūdžio investicija atsipirktų 16–19 metais po projekto įgyvendinimo, priklausomai nuo pasirinkto kainodaros būdo atsiskaityti už pasinaudojimo tinklais paslaugas.



19 pav. 50 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 5 proc. diskonto normą

Vertinant šios saulės elektrinės atsiperkamumą esant 7 proc. diskonto normai, ši investicija pradeda atsipirkti tik 20 metais po projekto įgyvendinimo (20 pav.) pasirinkus pirmą arba ketvirtą kainodaros būdą, o pasirinkus antrą – tokio pobūdžio investicija neatsipirktų per visą vertinimo laikotarpį. Todėl esant 7 proc. diskonto normai tokio projekto įgyvendinimas būtų abejotinas.



20 pav. 50 kW galios saulės elektrinės atsipirkimas taikant 7 proc. diskonto normą

Jautrumo analizė. Vertinant investicijų įtaką projekto įgyvendinimui, būtina atlikti jautrumo analizės skaičiavimus, kurių metu planuojama investicijų vertė sumažinama 10 proc. ir padidinama 10 proc. – pirmu atveju planuojamos investicijos įvertinamos 49500 Eur, antru – 60500 Eur. Gauti

rezultatai pateikti 17 lentelėje. Pagal gautus rezultatus matyti, kad planuojamoms saulės elektrinės įrengimo investicijoms sumažėjus 10 proc., 50 kW galios saulės elektrinės įrengimas atsipirktų esant bet kuriai analizuojamai diskonto normai. Planuojamų investicijų vertės padidėjimas gerokai sumažintų projekto atsipirkimo rezultatus, tokio projekto įgyvendinti nerekomenduojama.

17 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų kainai

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	42281,75	31281,75	31418,37	20418,37	36786,85	25786,85	42740,31	31740,31
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	24786,79	13786,79	15994,14	4994,14	20339,30	9339,30	25157,95	14157,95
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	11924,06	924,06	4653,85	-6346,15	8246,65	-2753,35	12230,95	1230,95
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,85	1,52	1,63	1,34	1,74	1,43	1,86	1,52
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,50	1,23	1,32	1,08	1,41	1,15	1,51	1,23
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	1,24	1,02	1,09	0,90	1,17	0,95	1,25	1,02
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	10%	7%	8%	6%	9%	6%	10%	7%

Žemiau pateiktoje 18 lentelėje pateikiami jautrumo analizės gauti duomenys, tiriant elektros energijos kainos pasikeitimo įtaką projekto įgyvendinimui. Kaip matyti, įgyvendinti tokį projektą esant elektros energijos kainos sumažėjimui yra neefektyvu, priešingai nei elektros energijos kainos padidėjimo atveju.

18 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	26427,00	47136,50	15563,63	36273,12	20932,11	41641,60	28016,28	46464,34
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	10905,81	27667,77	2113,16	18875,12	6458,33	23220,28	12192,15	27123,74
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	-505,75	13353,88	-7775,96	6083,67	-4183,16	9676,47	557,86	12904,05
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	1,48	1,86	1,28	1,66	1,38	1,76	1,51	1,84
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	1,20	1,50	1,04	1,34	1,12	1,42	1,22	1,49
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	0,99	1,24	0,86	1,11	0,92	1,18	1,01	1,23
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	7%	10%	5%	8%	6%	9%	7%	9%

Atlikta jautrumo analizė patvirtino prieš tai gautus rezultatus, kad padidėjus investicijų vertei ir sumažėjus elektros energijos kainai tokio pobūdžio projektų įgyvendinimas yra neefektyvus ir netikslingas.

Projekto investicijų efektyvumo vertinimas su subsidija. Kaip minėta teorinėje dalyje tokio pobūdžio projektui įgyvendinti galima gauti 80 proc. subsidiją, šiuo atveju tai sudarytų 44000 Eur. Skaičiuojant investicijas jos bus vertinamos be gaunamos subsidijos, t. y. investicijos sudarys 11000 Eur. Visa skaičiavimo forma pateikta 9 priede, o žemiau pateiktoje 19 lentelėje pateikti tik gauti apibendrinti skaičiavimo rezultatai.

19 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės investicijos su subsidija skaičiavimo rezultatai

	I kainodara	II kainodara	III kainodara	IV kainodara
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	80781,75	69918,37	75286,85	81240,31
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	63286,79	54494,14	58839,30	63657,95
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	50424,06	43153,85	46746,65	50730,95
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	8,34	7,36	7,84	8,39
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	6,75	5,95	6,35	6,79
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	5,58	4,92	5,25	5,61
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	48%	42%	45%	48%

Pagal 19 lentelėje pateiktus gautus rezultatus, įvertinus projektui skiriamą 80 proc. subsidiją ir esant bet kuriai diskonto normai ar taikomai kainodarai, 50 kW saulės elektrinės įdiegimo projektas yra atsiperkantis ir tinkamas įgyvendinti. Tokios saulės elektrinės vartotojas turėtų rinktis taip pat pirmą arba ketvirtą galimą kainodaros būdą, nes gauti rezultatai esant šioms kainodaros būdo sąlygoms yra patys geriausi atsipirkimo, investicijų efektyvumo vertinimo atveju. Gavus subsidiją tokio pobūdžio investicija atsipirktų per trečius metus po projekto įgyvendinimo.

Jautrumo analizė. 50 kW galios saulės elektrinės įrengimui gavus subsidiją taip pat atliekama jautrumo analizė esant analogiškiems tiriamiems parametrams – investicijų vertės pasikeitimui 10 proc. ir elektros energijos kainos pasikeitimui 10 proc. Gauti rezultatai keičiantis investicijų vertei (sumažėjant iki 9900 Eur ir padidėjant iki 12100 Eur) pateikti 20 lentelėje. Vertinant 19 ir 20 lentelių duomenis, matyti, kad investicijų vertės sumažėjimas turi teigiamą naudą projekto efektyvumui, o investicijų vertės padidėjimas tokiam projektui įgyvendinti sumažina atsipirkimo ir pelno rodiklius.

20 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis investicijų kainai

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	81881,75	79681,75	71018,37	68818,37	76386,85	74186,85	82340,31	80140,31
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	64386,79	62186,79	55594,14	53394,14	59939,30	57739,30	64757,95	62557,95
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	51524,06	49324,06	44253,85	42053,85	47846,65	45646,65	51830,95	49630,95
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	9,27	7,59	8,17	6,69	8,72	7,13	9,32	7,62
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	7,50	6,14	6,62	5,41	7,05	5,77	7,54	6,17
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	6,20	5,08	5,47	4,48	5,83	4,77	6,24	5,10
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	53%	44%	47%	38%	50%	41%	54%	44%

Įvertinus elektros energijos kainos pasikeitimą 50 kW galios saulės elektrinės įrengimui ant viešojo pastato stogo gavus subsidiją, šis galimas 10 proc. elektros energijos kainos svyravimas nedaro

didelės įtakos projekto rezultatams – projektai bet kuriuo atveju yra greitai atsiperkantys ir tinkami įgyvendinti (21 lentelė).

21 lentelė. 50 kW galios saulės elektrinės su subsidija jautrumo analizės rezultatai, keičiantis elektros energijos kainai

	I kainodara		II kainodara		III kainodara		IV kainodara	
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (3 %)	70427,00	91136,50	59563,63	80273,12	64932,11	85641,60	72016,28	90464,34
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (5 %)	54905,81	71667,77	46113,16	62875,12	50458,33	67220,28	56192,15	71123,74
Projekto dabartinė grynoji vertė (NPV) (7 %)	43494,25	57353,88	36224,04	50083,67	39816,84	53676,47	44557,86	56904,05
Įplaukų/išlaidų santykis (3 %)	7,40	9,29	6,41	8,30	6,90	8,79	7,55	9,22
Įplaukų/išlaidų santykis (5 %)	5,99	7,52	5,19	6,72	5,59	7,11	6,11	7,47
Įplaukų/išlaidų santykis (7 %)	4,95	6,21	4,29	5,55	4,62	5,88	5,05	6,17
Projekto vidinė pelno norma (IRR)	43%	53%	37%	48%	40%	50%	43%	53%

Atlikus 50 kW galios saulės elektrinės ant viešojo pastato stogo įrengimo analizę ir įvertinus tai, kad tokia planuojama saulės elektrinė patenkina tik apie 50 proc. metinio šio pastato elektros energijos poreikio, projektą įgyvendinti verta tik esant 3 ar 5 proc. diskonto normai ir labiau dėl prisidėjimo prie aplinkosaugos tikslų siekimo, o jeigu yra galimybė gauti tokio pobūdžio projektui subsidiją, tokiu atveju projektą įgyvendinti yra būtina, nes investicijos atsiperka per kelerius metus. Analizuojant projektų atpirkimą taikant visus keturis galimus atsiskaitymo būdus šio pastato vartotojui taip pat reikėtų rinktis pirmą ir ketvirtą galimą atsiskaitymo būdą, nes ekonominiu vertinimu jie yra patraukliausi.

Atlikus jautrumo analizę tiek projekto įgyvendinimui be subsidijos, tiek gavus subsidiją buvo patvirtinta prieš tai gauta išvada, kad neigiamą įtaką projekto rezultatams daro investicijų padidėjimas ir elektros energijos kainos sumažėjimas, o teigiamą – investicijų sumažėjimas ir elektros energijos kainos padidėjimas.

Išvados

1. Šiuo metu galiojančios Europos Sąjungos direktyvos ir Lietuvos Respublikos įstatymai bei plėtros vizijos yra palankios saulės elektrinių įrengimui. Analizuotuose teisės aktuose yra aiškiai apibrėžiama šių energijos šaltinių plėtra bei galimybė viešųjų pastatų savininkams pasinaudoti Klimato kaitos teikiama subsidija atsinaujinančio energijos šaltinio įdiegimui, siekiant mažinti išmetamųjų, šiltnamio efektą sukeliančių, dujų kieki.
2. Viešasis sektorius valdo pakankamai daug skaičių pastatų, ant kurių stogų yra galimybė įrengti saulės elektrines elektros energijos poreikiams patenkinti. Analizuotais atvejais pastebime, kad galimybę įrengti reikiamos galios saulės elektrinę riboja pastatų stogų plotas.
3. Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme nustatyti keturi galimi atsiskaitymo už naudojimosi tinklais paslaugą būdai, iš kurių analizuojamais atvejais naudingiausia būtų rinktis pirmą arba ketvirtą – atsiskaityti už patiektos į tinklą ir vėliau atgautos elektros energijos kilovatvalandę arba atsiskaityti nustatytu procentu kilovatvalandžių. Kiti du atsiskaitymo būdai – už instaliuotą elektrinės generuojamos galios kilovatą ir mišrusis – nagrinėjamais atvejais nėra efektyvūs.
4. Darbe buvo analizuojami dviejų skirtingų paskirčių viešieji pastatai: administracinės ir mokslo paskirties. Atlikus skaičiavimus gauti rezultatai parodė, kad esant galimybei pasinaudoti Klimato kaitos programos teikiama subsidija, saulės elektrinių įrengimas ant visų rūšių viešųjų pastatų yra labai efektyvi ir greitai atsiperkanti investicija, net jeigu įrengta saulės elektrinė generuos tik 30–50 proc. reikiamos metinės elektros energijos.
5. Nesant galimybei pasinaudoti subsidija saulės elektrinių įrengimui, kiekvieną projektą reikia atidžiai vertinti, nes pačios investicijos nėra greitai atsiperkančios ir teikiančios didelę investicijų grąžą. Jei tokie projektai būtų vertinami ne tik investicijų atsiperkamumo, bet ir aplinkosauginiu aspektu. Saulės elektrines efektyvu įrengti ant viešųjų pastatų stogų esant 3 ar 5 proc. diskonto normai, net jeigu tokia elektrinė generuos tik 30–50 proc. reikiamos metinės elektros energijos. Esant didesnei diskonto normai tokios investicijos neatsiperka.
6. Atlikus saulės elektrinių investicijų vertės ir elektros energijos kainos pasikeitimo jautrumo analizę projektų įgyvendinimui buvo gauta bendra išvada, kad neigiamą įtaką projekto rezultatams daro investicijų padidėjimas ir elektros energijos kainos sumažėjimas, o teigiamą – investicijų sumažėjimas ir elektros energijos kainos padidėjimas.

Literatūros sąrašas

1. EUROPOS KOMISIJA. *Pažangaus, tvaraus ir integracinio augimo strategija: Komisijos komunikatas 2020 M. EUROPA: 2010-03-03 Nr. COM(2010) 2020 galutinis* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-04-25]. Prieiga per: [https://sumin.lrv.lt/uploads/sumin/documents/files/ES_parama/2020m_europa_\(4\).pdf](https://sumin.lrv.lt/uploads/sumin/documents/files/ES_parama/2020m_europa_(4).pdf)
2. EUROPOS PARLAMENTAS IR TARYBA. *Direktyva 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, iš dalies keičianti bei vėliau panaikinanti Direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB: Europos parlamento ir tarybos direktyva: 2009 m. balandžio 23 d. Nr. 2009/28/EB* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:02009L0028-20130701&from=LT>
3. EUROPOS PARLAMENTAS IR TARYBA. *Direktyva (ES) 2018/2001 dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją: Europos parlamento ir tarybos direktyva: 2018 m. gruodžio 11 d. Nr. (ES) 2018/2001* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>
4. EUROPOS KOMISIJA. *Atsinaujinančių išteklių energetikos pažangos ataskaita: Komisijos ataskaita Europos parlamentui, Tarybai, Europos Ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui: 2019-04-09 Nr. COM(2019) 225 final* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-04-25]. Prieiga per: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/LT/COM-2019-225-F1-LT-MAIN-PART-1.PDF>
5. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Dėl Lietuvos Respublikos Seimo 2012 m. birželio 26 d. nutarimo Nr. XI-2133 „Dėl nacionalinės energetinės nepriklausomybės strategijos patvirtinimo“ pakeitimo: Lietuvos Respublikos Seimo nutarimas: 2018 m. birželio 21 d. Nr. XIII-1288* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Nacionaline%20energetines%20nepriklausomybes%20strategija_2018_LT.pdf
6. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS MINISTERIJA. *Gaminantys vartotojai Lietuvoje: ilgalaikė vizija: 2018 m. gegužė* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/ENMIN_gaminantys_vartotojai_vizija.pdf
7. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas: 2011 metų gegužės 12 d. Nr. XI-1375* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-04-25]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.398874/asr>
8. MARČIUKAITIS, Mantas ir kt. *Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo Lietuvoje patirtis, reikšmė ir siekiai. Energetika. 2016* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/energetika/article/view/3394/2199>
9. Lietuvos vartotojų organizacijų aljansas. *Saulės energetika daugiabučiams: misija įmanoma? Situacijos apžvalga ir sprendimų būdai vartotojų akimis* [interaktyvus]. Prieiga per: www.vvtat.lt/download/5665/lvoa%20priedas%20nr.2.pdf
10. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl tinkamų projekto išlaidų kategorijų pagal klimato kaitos programos finansavimo kryptis patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: 2013 m. liepos 3 d. Nr. D1-493* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-05-15]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.453127/asr>
11. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Lietuvos Respublikos klimato kaitos valdymo finansinių instrumentų įstatymas: 2009 m. liepos 7 d. Nr. XI-329* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.349514/asr>

12. BUKANTIS, Arūnas ir kt. *100 klausimų apie klimato kaitą* [interaktyvus]. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras, 2017 [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://am.lrv.lt/uploads/am/documents/files/KLIMATO%20KAITA/Studijos%2C%20metodin%20ir%20med%20C5%BEiaga/2019%20m%20100%20kl%20apie%20klimato.pdf>
13. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl Klimato kaitos programos lėšų naudojimo tvarkos aprašo patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: 2010 m. balandžio 6 d. Nr. D1-275* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-05-15]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.369461/asr>
14. EUROPOS KOMISIJA. Photovoltaic geographical information system. [interaktyvus] [žiūrėta 2019-05-15]. Prieiga per: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index_c.html
15. MILUTIENĖ, Edita. *Saulės energijos panaudojimas ir perspektyvos* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: https://lsta.lt/files/seminarai/121026_KTU%20konf/05_Saulės%20energijos%20panaudojimas%20ir%20perspektyvos%20%28E.Milutiene%29.pdf
16. KLEVIENĖ, Audronė ir kt. Saulės energijos paklausos didinimo prielaidos. *Energetika. 2012* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/energetika/article/view/2464/1318>
17. EUROPOS SOCIALINIO FONDO AGENTŪRA. *Saulės elektrinių įrengimo namų ūkiuose išlaidų fiksuotųjų dydžių nustatymo tyrimas* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://www.esinvesticijos.lt/lt/dokumentai/saules-elektriniu-irengimo-namu-ukiuose-fiksuoto-ikainio-nustatymo-tyrimas>
18. KALVAITIS, Darius. *Įmonės investicinių projektų ekonominio vertinimo metodikos tobulinimas* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: http://jaunasis-mokslininkas.asu.lt/smk_2007/finansai/Kalvaitis_Darius.pdf
19. NORVAIŠIENĖ, Rasa ir kt. *Projektų socialinis ir ekonominis vertinimas* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/493/projektu-ekonominis-ir-socialinis-vertinimas/>
20. LIETUVOS RESPUBLIKOS VYRIAUSYBĖ. Dėl viešųjų pastatų energinio efektyvumo didinimo programos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas: 2017 m. lapkričio 26 d. Nr. 1328 [interaktyvus] [žiūrėta 2019-03-15]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/f5a87b30793311e4a8a7b07c53dc637c/asr>
21. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Statybos techninis reglamentas STR 1.01.03:2017: Statinių klasifikavimas* [interaktyvus] [žiūrėta 2019-05-15]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/998f6af39c3d11e68adcda1bb2f432d1/asr>
22. ESO. Gaminančių vartotojų atsiskaitymo būdai [interaktyvus] [žiūrėta 2019-05-27]. Prieiga per: <https://www.eso.lt/lt/namams/elektra/tarifai-kainos-atsiskaitymas-ir-skolos/gaminanciu-vartotoju-kainos.html>
23. Karteris, M. ir kt. Urban solar energy potential in Greece: a statistical calculation model of suitable built roof area for photovoltaics, *Energy and Buildings*. Prieiga per: doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.03.033>
24. Valančius, K. ir Grigaliūnas, J. 2016. Saulės energijos panaudojimo daugiabučiams pastatams renovuoti analizė / Saulės energijos panaudojimo modernizuojamuose daugiabučiuose analizė. *Mokslas - Lietuvos ateitis / Mokslas - Lietuvos ateitis* . 8, 4, 449-454. Prieiga per: doi: <https://doi.org/10.3846/mla.2016.941>.

Priedai

1 priedas. 10 kW galios saulės elektrinės elektros gamyba

📄 Nesaugi | re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/PVcalc.php

Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [\[this\]](#)

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 55°53'40" North, 21°14'33" East, Elevation: 18 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 10.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.7% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.1%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.9%

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	7.19	223	0.84	25.9
Feb	13.90	388	1.65	46.1
Mar	32.20	999	3.99	124
Apr	41.90	1260	5.44	163
May	46.20	1430	6.22	193
Jun	45.70	1370	6.25	187
Jul	42.30	1310	5.87	182
Aug	37.50	1160	5.13	159
Sep	31.30	939	4.12	123
Oct	17.70	548	2.23	69.2
Nov	7.57	227	0.92	27.7
Dec	4.57	142	0.54	16.8

2 priedas. 6 kW galios saulės elektrinės elektros gamyba

📄 Nesaugi | re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/PVcalc.php

Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [\[this\]](#)

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 55°53'19" North, 21°15'13" East, Elevation: 27 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 6.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.6% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 3.1%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 23.9%

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	4.36	135	0.84	26.1
Feb	8.39	235	1.66	46.4
Mar	19.40	600	3.99	124
Apr	25.10	754	5.44	163
May	27.70	860	6.22	193
Jun	27.40	822	6.25	187
Jul	25.40	787	5.87	182
Aug	22.50	698	5.13	159
Sep	18.80	564	4.12	124
Oct	10.60	330	2.24	69.4
Nov	4.62	139	0.94	28.1
Dec	2.81	87.1	0.55	17.2

3 priedas. 50 kW galios saulės elektrinės elektros gamyba

